KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

PITRAM 2026

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

Extended Abstract Book



11 dan 12 APRIL 2026
Dewan Berlian
Universiti Teknologi MARA
Cawangan Selangor
Kampus Puncak Alam

EVOLUSI DEKAD
DEWAN LATIHAN RIDA ke UITM
1956-2026

Universiti Teknologi MARA
Pusat Asasi

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

MAJLIS DEKAN/PENGARAH ASASI
UNIVERSITI AWAM MALAYSIA

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia (PITRAM 2026)

EXTENDED ABSTRACT BOOK

Editors:
Zaid Mujaiyid Putra Ahmad Baidowi (Ts. Dr.)
Ainul Hafiza Abdul Hair
Faizatul Farah Hatta
Habibah Ismail (Dr.)
Haslizamri Md Shariff (Ir. Dr.)
Ku Siti Syahidah Ku Mohd Noh
Muhamad Izzat Rahim (Dr.)
Nor Fadzlina Nawi (Dr.)
Norazrin Zamri (Dr.)
Nur Syafiqah Abdul Kadar
Nurkhaizan Zulkepli (Dr.)
Nurul Aida Kamal Ikhsan
Nurul Fatahah Asyqin Zainal (Dr.)
Rasyiqah Batrisya Md Zolkapli
Siti Mariam Mellisa Abdullah (Dr.)

Published by:
Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA Cawangan Selangor, Kampus Dengkil

Publisher@ Pusat Asasi, UiTM Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 2026

UiTM CAWANGAN SELANGOR KAMPUS DENGKIL

PITRAM 2026 Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia: EXTENDED ABSTRACT BOOK/Editors Zaid Mujaiyid Putra Ahmad Baidowi / Ainul Hafiza Abdul Hair / Ernee Sazlinayati Othman / Faizatul Farah Hatta / Habibah Ismail / Haslizamri Md Shariff / Ku Siti Syahidah Ku Mohd Noh / Muhamad Izzat Rahim / Nor Fadzlina Nawi / Norazrin Zamri / Nur Syafiqah Abdul Kadar / Nurkhaizan Zulkepli / Nurul Aida Kamal Ikhsan / Nurul Fatahah Asyqin Zainal / Rasyiqah Batrisya Md Zolkapli / Siti Mariam Mellisa Abdullah

eISBN 978-629-92778-0-4

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other non-commercial uses permitted by copyright law.

Published by:
Centre of Foundation Studies
Universiti Teknologi MARA
Cawangan Selangor, Kampus Dengkil
43800 Dengkil , SELANGOR

PREFACE



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Warm greetings and *Salam Malaysia MADANI*.

All praise and gratitude be to Allah SWT, for by His grace and blessings, the *Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia 2026* (PITRAM 2026) has been successfully organised. I am deeply honoured to be part of the organising team for this prestigious programme, which has brought together more than 300 creative and innovative entries from Public University Foundation Centres, TVET Foundation Polytechnics, and Selangor Matriculation College.

PITRAM 2026 is far more than just a competition; it serves as an intellectual platform that empowers participants to manifest creative and innovative ideas in confronting the challenges of the science and technology landscape. The organisation of this programme is in line with the efforts to nurture a critical-thinking, competitive young generation capable of contributing to national development through research and innovation.

I would like to express my highest appreciation and heartfelt gratitude to the entire organising committee for their tireless efforts, steadfast commitment, and exemplary teamwork in ensuring the smooth execution of this programme. Indeed, the success of PITRAM 2026 is the result of close collaboration and strong support from all parties involved.

Congratulations are also extended to all participants for the immense effort, dedication, and competitive spirit they have displayed. It is my hope that the experience gained through participation in PITRAM 2026 will serve as a catalyst for continuous endeavours in the field of innovation and inspire everyone to keep contributing to society and the nation.

In closing, may PITRAM 2026 mark the beginning of many more successes in the future and continue to be a vital platform in elevating science, technology, and innovation in Malaysia.

Thank you.

Dr. Noor 'Aisyah Binti Johari
Program Director
Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia 2026 (PITRAM 2026)

FOREWORD



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Warm greetings and *Salam Malaysia MADANI*.

With the utmost gratitude to Allah SWT for His abundant grace and blessings, the *Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia* (PITRAM) 2026 has been successfully realised as planned. I would like to extend my highest appreciation to the Council of Deans/Directors of Public University Foundation Centres (MDPA) for the trust placed in the UiTM Centre of Foundation Studies to undertake the responsibilities of host for this edition. We deeply value this trust, and we have carried out this mandate with absolute dedication through the execution of a well-structured and systematic competition.

Alhamdulillah, PITRAM 2026 has successfully brought together 350 participating groups from 15 institutions, comprising public university foundation students, several teams from polytechnics, as well as academic and administrative staff from foundation centres. This overwhelming participation is a testament to the high interest and commitment of the entire foundation and matriculation community in cultivating innovation. This also shows their readiness to share ideas and collaborate in a rewarding scholarly environment.

The organisation of PITRAM 2026 would not have been possible without the invaluable support and sponsorship from Dewan Bahasa dan Pustaka, Perbadanan Tabung Pendidikan Tinggi Nasional, Bank Islam Malaysia Berhad, Affin Bank Berhad, Lembaga Tabung Angkatan Tentera, KAS Engineering Sdn. Bhd. (Malaysia), TRIPLC Ventures Sdn. Bhd., BMES Maintenance Services Sdn. Bhd., Segi Maju Consortium Sdn. Bhd., Public Gold Marketing Sdn. Bhd., Rumpun Positif Sdn. Bhd., and MOSTI. The unwavering support from our sponsors has not only provided financial assistance but has also delivered resources and opportunities that enabled PITRAM 2026 to achieve its objective as a high-impact innovation platform.

In addition, I would like to express my heartfelt congratulations to the Organising Committee of the UiTM Centre of Foundation Studies for their dedication and tireless efforts in ensuring this competition runs successfully and provides a meaningful experience for everyone involved. It is our greatest hope that PITRAM 2026 will continue to be a vital platform that unites the foundation and matriculation community across Malaysia to generate high-impact innovations, foster a culture of research and critical thinking, and encourage collaborations that empower excellence at a higher level.

Thank you.

PROFESOR DR. ZULKHAIRI HAJI AMOM
Director
Centre of Foundation Studies Universiti Teknologi MARA

PROGRAM OVERVIEW

Innovation is one of the core pillars in nurturing a creative, critical, and competitive generation of students, in line with the nation's aspirations to face the challenges of the Fourth Industrial Revolution and support the Malaysia MADANI agenda. At the foundation and matriculation levels, students are in a crucial phase of building their foundational knowledge, higher-order thinking skills, and leadership values that will form the bedrock of their excellence at higher levels. Therefore, efforts to cultivate a culture of innovation from an early stage are paramount to ensuring that they not only excel academically but are also capable of creating novel solutions to contemporary challenges.

PITRAM 2026 is an annual national innovation platform under the auspices of the Council of Deans/Directors of Public University Foundation Centres, aimed at showcasing the potential of Malaysian undergraduate students. A distinctive feature of PITRAM 2026 this time is the implementation of a special requirement: every innovation product must fulfil the Sustainable Development Goals (SDG) criteria to ensure that the solutions created are both futuristic and globally impactful. It also emphasises the STEAM approach in developing creative and innovative human capital to confront the challenges of the Fourth Industrial Revolution and secure a sustainable future for the nation.

Furthermore, this programme plays a vital role in strengthening academic collaboration among students from various foundation and matriculation institutions, while fostering a healthy competitive environment that drives performance enhancement. It is hoped that this competition will serve as a springboard for students to participate in innovation competitions at both national and international levels, thereby producing balanced, innovative, and future-oriented human capital.

Table of Contents

Category A: Students (Science & Technology) [Physical]

Development and Validation of SLyM: A Waterproof and Low-Cost Sky Luminosity Meter 2

Algae-Shield SCOBY Leather: Development of Kombucha SCOBY-Based Vegan Leather 10

The Instant HydroWall..... 14

Smart Cram: Pendekatan Statistik Untuk Menilai Konsistensi Kromatografi 19

SafeFlow: A Multi-Zone Predictive Flood Monitoring and Early Warning System..... 26

WildAlert: A Sustainable Solar-Powered Infrared Sensor-System for Animal Roadkill Hotspots 32

The Peadentoral: Where Waste and Nature Powers Up Your Smile 37

RFID Smart Attendance for FTV2A Students..... 42

Isyara Vision..... 45

PinjamPro 52

Hydrospark: Titis-Titis, Terus Bertenaga!..... 57

EcoBriq: Inovasi Briket Bioarang Mesra Alam Berasaskan Sisa Industri Cendawan..... 62

Hydra Nova 67

Biobeg Saricium: Pilihan Lestari Untuk Masa Depan Hijau..... 71

Penapis Air Sinki Dapur Dengan Integrasi Sistem Irigasi Iot..... 76

EcoGel BioBoost: Manik Baja Bio Hidrogel Pintar Berasaskan Mikroalga dan Teh Kompos 80

Biometric and Smart Identification Reader (B.A.S.I.R.): Combating Proxy Attendance via Multiprocessing Dual-Factor Authentication..... 85

BioBubbles: Teknologi Pencuci Lestari Berasaskan Kulit Buah 90

Mengintegrasikan Sisa Polistirena dan Biomas Sitrus Sebagai Solusi Pelekat Lestari..... 95

Smart Bag Weight Detection (SBWD) 99

Track My Student Computer Lab (TMSCL): Pendigitalan Sistem Perekodan Pengguna Makmal Komputer Menggunakan Google Appsheet 108

OLEOTRAP: Oil Filter for Drains 112

Neptune’s Needle..... 117

ISKANDAR: Inovasi Patung Multisensori Bagi Terapi Emosi Autism 124

Moleculink 360° Learning Kit: Transformasi Pembelajaran Ikatan Kimia Melalui Pendekatan Interaktif Dan Digital 129

Animal Shed Monitoring System 133

Category A: Students (Science & Technology) [Online]

Pembangunan Sistem Penuaian Air Hujan Dengan Integrasi IoT Dan Solar Bagi Aplikasi Akuaponik 139

Pembangunan Pelekat Perubatan Inovatif Berasakan Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle): Projek BeTMeD 150

BanaBuddy 153

Posturepal: Peranti Pintar Boleh Pakai untuk Pembetulan Postur Aktif 159

FLaWES: Penyelamat Bencana Alam 166

A Sustainable Innovation for Enhanced Natural Dye Extraction and Dyeing 188

Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS) 194

i-MagArctic: An Intelligent Thermoelectric Cooling System with Anti-Condensation Control for Smartphones 198

SYVO (Sign & Voice) 203

Colorsense: See Freshness, Eat Safely 207

ConnectSure: Inovasi Pencegahan Salah Sambung Peranti Perubatan Berasaskan Konsep Kunci Dan Mangga 213

CFSync: Buddy Study Hub 216

AgriFresh BioBarrier: Salutan Bio Berasaskan Tumbuhan 222

WISELearn: Platform Pendidikan Pintar Bersepadu Bagi Pembelajaran Peribadi Dan Adaptif 225

TERRA-VOLT 229

TaBuKo 233

TriGuard PRO – Intelligent Multi-stage Gas & Fire Alert System 237

Inovasi Pemadam Api Berasaskan Pektin Kulit Tembikai 242

IntelKHAT: Sistem Pengenalpastian Tulisan Khat Arab Berasaskan Kecerdasan Buatan 245

PISAH : Teknologi Pemisah, Alam Terpelihara 249

Penggunaan Semula Air Buangan Untuk Menjana Tenaga Elektrik 254

BarleyFresh: Untuk Gigi Sihat, Cerah dan Bersih 258

Where2UMS 263

OxyGlow: Sistem Penulen Udara Pintar Berasaskan Mikroalga 269

Ecolette 272

Nurtura Jardin: Sistem Penanaman Menegak Hibrid Hidroponik-Aeroponik untuk Persekitaran Bandar 276

Chewrasa Herba: A Soothing Lozenge With White Roselle And Ginger 280

JUVELLY: Tablet Syampu Herba Effervescent Mengandungi Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus jujuba*) 287

Edisense: Pengoptimuman Pengekstrakan Antosianin Daripada Kobis 294

Gene Quest 304

Aquascape (Alat Pemecah Cermin Kenderaan Automatik) 308

Category B: Students (Social Sciences) [Physical]

SAHIHFY: *Usul Hadis* berasaskan permainan kad 313

iTa'awun: Platform Rasmi Berpusat Bagi Meningkatkan Kebolehcapaian Perkhidmatan Kampus 318

Amsal Alive: Visualising Quranic Parables through Educational Comic 322

Rotation Kit Model 328

Pendekatan Baharu dalam Pendidikan Undang-Undang: Penciptaan Pomo Law - No .. 332

Category B: Students (Social Sciences) [Online]

Eco-TheraShred 337

Povera+: Permainan Kad Interaktif Dalam Mensimulasikan Jurang Sosioekonomi Bagi Menyokong SDG 1: Tiada Kemiskinan 340

NEUROSCOPE 343

LexCard: Hierarki Mahkamah Malaysia 349

QANUNIMA: AN ANIMATED CASE LAW LEARNING SYSTEM 353

Sembang!: A Card Game Bridging Intercultural Gaps on Malaysian Dialects via Game-Based Education 356

Hadis Mind: Pakej Pembelajaran Hadis Pintar untuk Pelajar 360

Category C: Profesional (Academic & Administration Staff) [Physical]

MASSTer: An AI-Assisted MUET Speaking Simulation Trainer for Enhancing Task Fulfilment and Interactive Communication 367

PBL PLUS: A Student-Driven Innovation in Biology Education for Sustainable and Real-World Problem Solving 371

TitraGO: A Structured Gamification Approach to Enhance Conceptual Mastery in Acid–Base Titration 377

Kit Pusaka Pintar: Alat Navigasi Interaktif bagi Pentadbiran Harta Pusaka 381

Transformasi Tadbir Urus: Dari Konvensional ke Pintar dalam Mengurus Lonjakan 25% Enrolmen Program Asasi STEM 385

Mengatasi Kekangan, Meneraju Transformasi STEM: Model Pengurusan Makmal Adaptif untuk Program Asasi Berkembang Pesat 391

Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena 395

Development of MUET Tidbits: A Mobile-Assisted Language Learning (MALL) application for Foundation-Level Students 404

Trig Navigator: Inovasi Navigasi Nisbah Trigonometri Sudut Istimewa 408

Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran 412

Category C: Profesional (Academic & Administration Staff)) [Online]

BioSpark: Modul Gamifikasi Biodiversiti sebagai Alat Pembelajaran Kreatif 417

Whirl-O-Tron Penerokaan Visual Model Atom BOHR Melalui Pembelajaran Interaktif .. 422

HidayahPath: e-Pembelajaran untuk *Mualaf* berasaskan AI dan Gamifikasi 427

AiSTEMeX: Integrating Artificial Intelligence into STEM Education through Exploration . 432

Sharia_Must: Aplikasi Audit Kendiri Produk Emas Patuh Syariah 436

SafeRide 2.0: Memperkasakan Keselamatan Kanak-kanak Melalui Aplikasi Mudah Alih "Tali Pinggang Keledar Digital" Integrasi AI 440

Addressing Interpersonal Challenges: Strategies Used by Trainee Teachers in Practicum 445

Extended Abstract

Category A: Students (Science & Technology)
Physical

Development and Validation of SLyM: A Waterproof and Low-Cost Sky Luminosity Meter

Thurgeswaran Ganasan, Wan Elyass Ilham Wan Mohd Mirza, Muhammad Khairul Fahmi Md. Nazri, Nur Aisya Maisarah Nur Efenli, Pravesha Thyagarajan, Mohammad Afiq Dzuan Mohd Azhar

ASASIpintar Program, Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor

*dr.thurges@gmail.com

ABSTRACT

While Sky Quality Meters (SQMs) are vital tools for astrophysical research and monitoring light pollution, their adoption in Malaysian educational and research settings is hindered by high import costs and a lack of environmental durability. This paper introduces SLyM, a locally developed Sky Luminosity Meter engineered to provide a cost-effective and robust alternative to expensive commercial photometers. By utilizing an in-house fabrication approach with an Arduino-based architecture, the production cost of the device was reduced to roughly 10% of standard retail prices. Technological innovations in SLyM include a dual-layer sealing strategy - combining internal epoxy potting with a sealed 3D-printed PLA housing - to achieve full waterproof and weatherproof capabilities for reliable field deployment. To improve measurement precision, the design incorporates a built-in bubble level and a universal tripod mount, ensuring stable and accurate zenith-pointing alignment. Side-by-side performance validation against the industry-standard Unihedron SQM-LU confirms that SLyM produces consistent data trends, maintaining readings between 16.88 and 17.15 mag/arcsec^2. Although a systematic calibration offset of approximately 0.55 to 0.60 mag/arcsec^2 was observed due to differing spectral responses, SLyM demonstrated superior sensitivity to transient atmospheric events. It successfully captured real-time fluctuations, such as passing clouds and localized light intrusions, that were attenuated by the commercial unit's narrower field of view. These results indicate that SLyM is a highly accessible and durable solution for astrophysics education and citizen science initiatives.

Keywords: Night-Sky Brightness, Light Pollution, Sky Quality Meter, Low Cost, Waterproof

1. INTRODUCTION

The quality of the night sky has long served as a fundamental observational parameter in astronomy, enabling researchers and educators to assess site suitability, monitor light pollution trends and conduct meaningful astrophysical studies. Night-sky brightness (NSB), typically expressed in magnitudes per square arcsecond (mag/arcsec^2) which is closely correlated with the Bortle Scale (Bortle, 2001), a nine-point classification system ranging from Class 1 (pristine, unpolluted skies) to Class 9 (severely light-polluted inner-

city skies) is the primary metric used to quantify this quality and its accurate measurement is essential for both professional observatories and educational institutions running astronomy programmes or even astrophotography hobbyists. The Sky Quality Meter (SQM) is the most widely adopted instrument for NSB measurement; however, due to its high and prohibitive cost, lack of weatherproofing & weatherproofing and absence of mounting support have significantly limited its accessibility in Malaysian educational settings. Therefore, SLyM was developed to address these gaps and offer a locally fabricated, low-cost and fully weatherproof alternative for students, educators and astronomy enthusiasts alike.

1.1 SCOPE OF THE PROJECT

SLyM is a locally engineered, low-cost photometric instrument developed to measure night-sky brightness (NSB), a critical parameter in astrophysical site assessments and light pollution monitoring. This project encompasses the full development cycle of SLyM, from electronic circuit design and component selection, to 3D-printed housing fabrication, waterproofing via epoxy encapsulation and comparative performance validation against the commercially available Unihedron SQM-LU (Unihedron, n.d.). SLyM integrates a TSL235R light-to-frequency converter, Arduino Nano V3 (Type-C), DS3231 RTC module, NEO-7M GPS module, MicroSD card module and a 16×2 I2C LCD display into a compact, self-contained unit designed for field deployment. The project is grounded within the context of astrophysics education and citizen science, targeting students, educators and astronomy enthusiasts in Malaysia and beyond.

1.2 PROBLEM STATEMENT

Despite the growing demand for sky quality monitoring in both educational and research settings, accessibility to reliable photometric instruments remains a significant challenge in Malaysia, stemming from **three core problems**.

First, high cost and import barriers. The Unihedron SQM-LU, a widely used commercial sky quality meter, is priced at approximately RM 2,000 in Malaysia after accounting for currency conversion, international shipping fees, import duties and applicable taxes. This makes it financially prohibitive for most educational institutions and individual researchers/hobbyists, effectively limiting its adoption in Malaysian astrophysics programmes.

Second, the absence of waterproofing and weatherproofing. The Unihedron SQM-LU is assembled using screws and exhibits small structural gaps between its casing panels. These gaps are sufficient entry points for rainwater, condensation and airborne particulates, all of which are highly probable during outdoor and remote astronomical observations. The ingress of moisture or debris poses a direct risk of electrical damage and instrument failure, yet no protective sealing or waterproofing measure is incorporated in the commercial unit by design.

Third, a lack of structural versatility and pointing alignment support. Accurate sky brightness measurements require the photometer to be oriented precisely perpendicular to

the sky, which means pointing directly at the zenith. The commercial SQM-LU, despite its high price point, does not include any mounting hardware, a built-in levelling mechanism, or a standard tripod thread compatible with universal mounts. Users are consequently required to improvise using separate phone clamp mounts or third-party tripods which are additional costs that further reduce the instrument's practical accessibility, particularly in remote, uneven terrain where ground stability cannot be guaranteed.

1.3 OBJECTIVES

This project aimed to achieve the following objectives:

- To design and develop a low-cost sky luminosity meter using locally sourced electronic components and in-house fabrication to reduce the total production cost while maintaining equivalent core functionality.

- To engineer a fully waterproof and weatherproof instrument enclosure to ensure field reliability under adverse environmental conditions.

- To incorporate an integrated structural stability mechanism to enable accurate zenith-pointing alignment without the need for external or improvised mounting solutions.

- To conduct a comparative field analysis against industry-standard instrumentation (Unihedron SQM-LU) to validate the accuracy, sensitivity, and reliability of SLyM's photometric data.

2. METHODOLOGY

The development of SLyM was carried out across five structured phases, progressing systematically from initial research through to final performance validation.

Phase 1: Research & Component Identification

A thorough review of existing literature was conducted, with particular reference to the works of Asmoro et al. (2022) and Daniel (2020), to establish the theoretical and practical foundations of sky photometry. The commercial Unihedron SQM-LU was subsequently reverse-engineered through analysis of its technical manuals and available web resources, enabling a detailed understanding of its core functional components and operating principles. Based on this, a selection of affordable, locally available electronic components were identified to replicate and extend the capabilities of the SQM-LU. The finalised bill of components comprised an Arduino Nano V3 (Type-C) as the central microcontroller, a TSL235R light-to-frequency converter (TAOS, 2007) as the primary photometric sensor, a DS3231 real-time clock (RTC) module for precise timestamping, a NEO-7M GPS module for geographic positioning and UTC time synchronisation, a MicroSD card module for onboard data logging and a 16×2 I2C LCD display for real-time readout in the field.

Phase 2: Electronic Prototyping & Coding

Prior to permanent assembly, all components were integrated on a breadboard to verify circuit connectivity, signal integrity and inter-module communication. Concurrently, the code was developed using Arduino IDE software and iteratively refined to process the TSL235R frequency output into calibrated NSB readings expressed in magnitudes per square arcsecond (mag/arcsec²). The code was further developed to integrate GPS-based MYT timestamping, RTC data logging, automatic SD card storage of all recorded measurements and real-time display of readings on the LCD screen. Multiple iterations of the firmware were tested and debugged throughout this phase to ensure stable and reliable operation across all modules simultaneously.

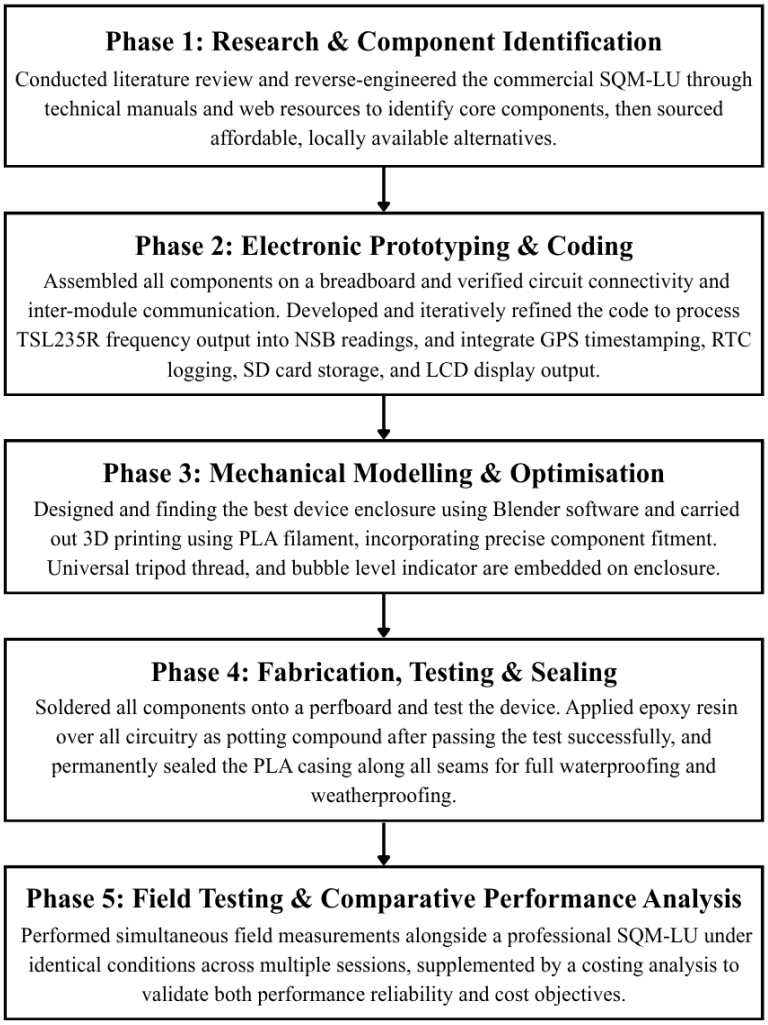


Figure 1. 5-phased Methodology for Development of SLyM

Phase 3: Mechanical Modelling & Optimisation

The instrument enclosure was designed using Blender 3D modelling software, with internal dimensions precisely matched to the physical footprint of each component to minimise internal tolerances and ensure a secure, stable fit. The housing was fabricated via 3D printing using PLA filament, with multiple print iterations carried out to optimize structural integrity, port alignment and overall dimensional accuracy. The enclosure design incorporated a standard universal tripod thread at its base, enabling compatibility with the purpose-designed adjustable tripod included with the unit. A bubble level indicator was also embedded into the top surface of the casing, allowing users to achieve accurate zenith-pointing alignment, which is a critical requirement for consistent NSB measurements, particularly when deploying on uneven or remote terrain.

Phase 4: Fabrication, Testing & Sealing

Once the enclosure design was finalised and the firmware confirmed to be stable, all electronic components were soldered onto a permanent perfboard to ensure robust and durable electrical connections. The fully assembled unit was then functionally tested to confirm that all components operated correctly in their permanent configuration before any sealing was applied. Upon successfully passing this pre-sealing test, epoxy resin was applied as a potting compound over all exposed circuitry and solder joints, encapsulating the electronics to protect against moisture ingress, condensation and mechanical shock. The circuit assembly was subsequently fitted into the 3D-printed PLA enclosure and the casing was permanently sealed using epoxy adhesive along all seams and joints. This dual-layer protection strategy (internal epoxy encapsulation combined with an externally sealed enclosure) renders SLyM fully waterproof and weatherproof, suitable for prolonged outdoor deployment under adverse environmental conditions.

Phase 5: Field Testing & Comparative Performance Analysis

The completed SLyM unit was evaluated through direct side-by-side field measurements with a professional Unihedron SQM-LU under identical observing conditions. Simultaneous NSB readings were recorded from both instruments across multiple observation sessions to assess the consistency, accuracy and reliability of SLyM's measurements relative to the commercial benchmark. A comprehensive costing analysis was also performed, comparing the total fabrication cost of SLyM against the retail price of the SQM-LU, to quantitatively validate SLyM's low-cost objective and establish its viability as an accessible alternative for educational and citizen science applications.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Over the 30-minute observation window, both the SQM-LU and SLYM instruments recorded sky brightness continuously under stable atmospheric conditions. While both sensors captured the general behaviour of the night sky, a closer examination of the data reveals important distinctions that highlight the SLYM's sensitivity and responsiveness as a sky quality monitoring tool.

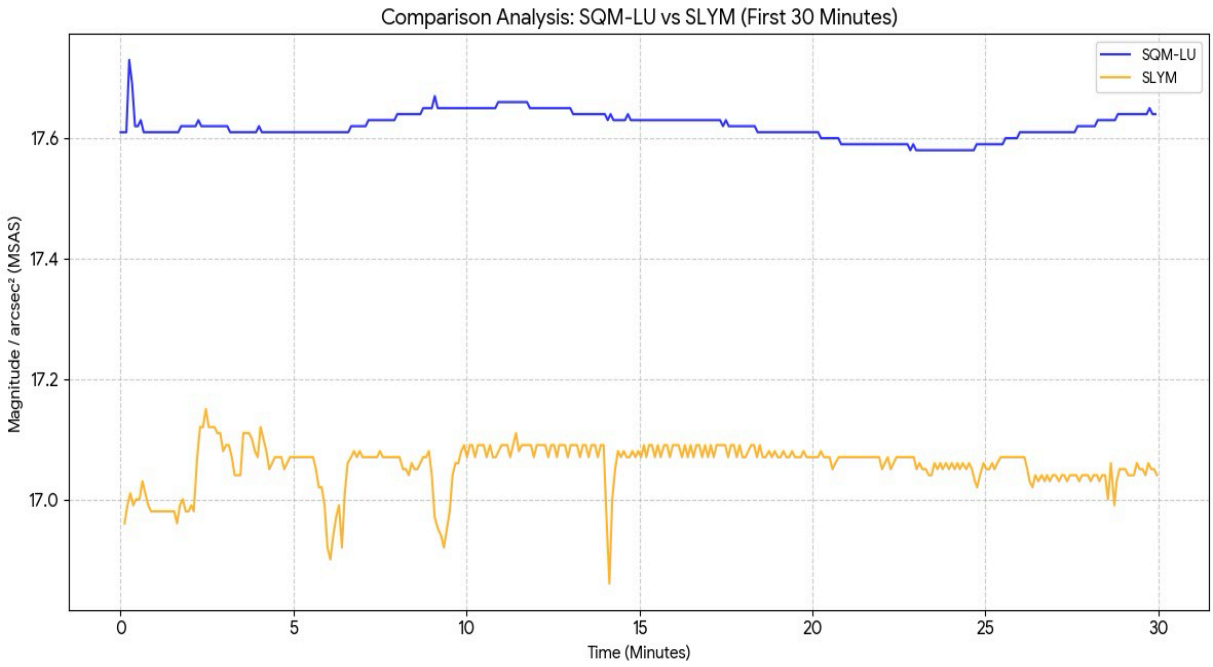


Figure 2. SQM-LU and SLyM Comparative Field Testing

The SLYM recorded values ranging between approximately 16.88 to 17.15 mag/arcsec², consistently sitting around 17.05 to 17.10 mag/arcsec² for the majority of the session. Crucially, the SLYM demonstrated a heightened ability to detect real-time atmospheric changes, capturing three distinct downward excursions at approximately t = 6, t = 10, and t = 14 minutes, the sharpest of which reached approximately 16.88 mag/arcsec². These dips are indicative of the SLYM's wider and more inclusive field of view, which allows it to detect transient sky events such as passing clouds, aircraft interference, or localised light intrusions that narrower instruments would simply miss (Kyba et al, 2011). Rather than a weakness, this sensitivity reflects the SLYM's strength as a more comprehensive sky monitoring device. The higher short-term variability observed in the SLYM trace is therefore a direct consequence of it capturing more of the actual sky environment, rather than a filtered or averaged representation of it.

The SQM-LU, by contrast, returned a noticeably smoother trace hovering between approximately 17.58 to 17.66 mag/arcsec², with a brief spike at session start reaching ~17.73 mag/arcsec², likely attributable to instrument startup settling rather than any genuine sky condition. While the SQM-LU trace appears visually stable, this smoothness may be a product of its narrower field of view and longer internal integration time, which inherently suppress short-term variations and risk masking real atmospheric events occurring in the broader sky environment.

The persistent offset of approximately 0.55 to 0.60 mag/arcsec² between the two instruments across the entire session is best understood as a systematic calibration difference rooted in their differing spectral responses and sensor architectures. The SLYM, with its broader spectral sensitivity, captures a more complete picture of the sky's optical

environment including contributions from diffuse light pollution that the SQM-LU's filtered photodiode is specifically designed to attenuate. This means the SLYM's lower MSAS readings are not a sign of inferior performance but rather a reflection of a more holistic sky measurement approach.

Both instruments agree that sky conditions during this session remained within a relatively narrow magnitude range, confirming general stability consistent with a suburban to semi-rural environment, broadly placing the site within a Bortle Class 6 to 7 classification. Despite the systematic offset of approximately 0.55 to 0.60 mag/arcsec² between the two sensors, the SLYM demonstrated consistent and repeatable sky brightness measurements throughout the session, with its dynamic responsiveness capturing real atmospheric variations that align with expected sky behaviour. Based on these findings, the SLYM is deemed a viable and capable instrument for sky quality monitoring, offering reliable readings that are comparable in trend and directionality to the established SQM-LU, and is therefore suitable for deployment in astronomy and light pollution research, and sky brightness studies with a slight tweak of the code for better stabilization.

4. CONCLUSION AND COMMERCIALIZATION POTENTIAL

SLyM presents a strong case for commercialisation as a locally manufactured Malaysian product, offering a cost-effective and field-ready alternative to imported sky quality meters. At approximately 10% of the retail price of the commercial SQM-LU, SLyM significantly lowers the financial barrier for institutions seeking to equip students and researchers with functional photometric instruments. Its in-house fabrication model eliminates dependency on overseas suppliers, removes import duties and currency conversion costs and enables flexible scaling of production to meet domestic demand.

The primary target markets for SLyM include educational institutions offering astrophysics, earth science and environmental science programmes, particularly pre-university and university level institutions such as the Astronomy Program offered by Pusat PERMATA@Pintar and many more, as well as astronomy clubs, planetariums and citizen science networks across Malaysia. Beyond education, SLyM holds potential for adoption by environmental monitoring agencies and research bodies involved in astronomy or light pollution assessment and dark sky conservation efforts. Its weatherproof construction, integrated GPS logging and self-contained portability further strengthen its appeal for deployment in remote observing sites and long-term sky monitoring campaigns. With refinement and branding, SLyM could also be positioned as a commercial product for the regional amateur astronomy market, contributing to the growth of Malaysia's science and technology instrumentation sector.

In conclusion, this project successfully developed SLyM: The world’s first fully waterproof, low cost, and weatherproof Sky Luminosity Meter, as a locally fabricated alternative to the commercial Unihedron SQM-LU. By reverse engineering the SQM-LU and substituting its components with affordable, locally sourced alternatives built around an Arduino Nano platform, SLyM achieves a production cost of approximately 10% of its commercial counterpart, without compromising its core photometric functionality. The integration of a sealed, epoxy-encapsulated PLA enclosure addresses the weatherproofing

limitations of existing commercial units, while the embedded bubble level indicator and universal tripod thread resolve the structural alignment and mounting shortcomings that have long hindered practical field deployment. Comparative field testing against the SQM-LU demonstrated that SLyM is capable of producing consistent and reliable night-sky brightness measurements, confirming its suitability for educational use and basic astronomical observations.

In addressing the challenges of cost, durability, and versatility simultaneously, SLyM represents a meaningful contribution to accessible astronomical instrumentation in Malaysia, with clear potential for broader adoption across educational institutions, citizen science communities and the regional astronomy market.

5. ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our sincere gratitude to the Astrophysics Laboratory of Pusat PERMATA@Pintar Negara for providing the essential instruments and facilities required for this project. We are particularly grateful for their sponsorship of the 3D printing services, which were instrumental in our prototyping process. Additionally, we extend our thanks to the ASASIpintar Program for their support and for providing us with the opportunity to participate in this competition.

6. REFERENCES

Asmoro, C. P., Susanti, H., & Utama, J. A. (2022). DIY photometer for night sky brightness in earth & space laboratory. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, *9*(2), 68–75.

Bortle, J. E. (2001). Gauging light pollution: The Bortle dark-sky scale. *Sky & Telescope*, *101*(2), 126–129.

Daniel (2020). Do-It-Yourself (DIY) sky quality meter. *Stargazers Lounge*. https://stargazerslounge.com/topic/366438-diy-sky-quality-meter/

Kyba, C. C., Ruhtz, T., Fischer, J., & Hölker, F. (2011). Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. PloS one, 6(3), e17307.

TAOS. (2007). *TSL235R light-to-frequency converter datasheet*. Texas Advanced Optoelectronic Solutions. https://cdn.shopify.com/s/files/1/2386/9605/files/TSL235R-LF.pdf?143

Unihedron. (n.d.). *Sky quality meter with lens (SQM-LU)*. https://www.unihedron.com/projects/sqm-lu/

Algae-Shield SCOBY Leather: Development of Kombucha SCOBY-Based Vegan Leather

Muhammad Adam Abd Rahim, Zulaikha Batrisya Zahrulail, Muhammad Faris Syahmi Faizulli, Darshini Subash Sun, Nur Amaleen Syahira Rahim, Nurul Izzah Mukri

Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

*ap04696@siswa.ukm.edu.my

ABSTRACT

SCOBY leather is a bio-composite material derived from bacterial cellulose produced through kombucha fermentation, with strong potential as a sustainable alternative to synthetic leather. While SCOBY leather possesses good inherent mechanical properties, it exhibits key limitations such as high hydrophilicity and poor water resistance, which restrict its durability in humid environments. This study aims to enhance the water resistance and functional performance of SCOBY leather through biopolymer-based modification. The proposed innovation, Algae-Shield SCOBY Leather, utilises an Interpenetrating Polymer Network (IPN) approach by incorporating sodium alginate and glycerol into the cellulose structure. This is followed by calcium chloride spraying to induce cross-linking, thereby improving structural stability and resistance to water penetration. This method replaces conventional surface treatments such as wax or oil coating with a more sustainable and structurally integrated approach. Results demonstrate a significant improvement in water resistance and flexibility of the treated SCOBY leather, accompanied by a slight reduction in tensile strength. Stress–strain analysis indicates increased elongation, suggesting enhanced flexibility suitable for practical applications. The use of seaweed-derived alginate also supports the “blue carbon” concept and aligns with Sustainable Development Goals (SDGs 9, 12, and 13). In conclusion, Algae-Shield SCOBY Leather presents strong potential as an eco-friendly material for the textile and fashion industries, particularly in applications requiring flexibility and water resistance, with promising commercial potential.

Keywords: SCOBY leather, biopolymer, sodium alginate, water resistance, sustainable material

1. INTRODUCTION

With increasing global awareness of environmental sustainability, the demand for eco-friendly alternatives to synthetic materials has grown significantly. SCOBY leather, derived from bacterial cellulose produced during kombucha fermentation, has emerged as a promising biodegradable material with relatively good mechanical properties. However, its high water absorption and sensitivity to moisture limit its performance and durability in real-world applications.

Previous studies have shown that modifying polymer structures can enhance the functional properties of bio-composite materials. Conventional approaches such as wax or oil coatings mainly provide surface-level protection and do not significantly improve internal structural stability.

Therefore, this study introduces an Interpenetrating Polymer Network (IPN) approach using sodium alginate to improve the water resistance and overall functional performance of SCOBY leather. The objectives are to reduce water absorption, enhance flexibility, and evaluate its suitability for sustainable textile applications.

2. METHODOLOGY

2.1 Research Question and Framework

This study addresses the question: how can the water resistance of SCOBY leather be improved without compromising its functional usability? The research framework is based on modifying the internal structure of bacterial cellulose using a biopolymer-based Interpenetrating Polymer Network (IPN). This approach is relevant to both theory and practice, as it explores polymer interaction within bio-composites while addressing real-world limitations of SCOBY leather in humid conditions.

The IPN method was selected due to its ability to enhance material properties at a structural level rather than through surface modification alone. Compared to conventional coatings, IPN provides a more stable and integrated solution, making it suitable for improving durability and water resistance.

2.2 Material Preparation

SCOBY was obtained from kombucha fermentation and thoroughly cleaned before being air-dried to form a uniform bio-leather sheet. The dried material was then cut into standardised sample sizes to ensure consistency during testing.

2.3 Interpenetrating Polymer Network (IPN) Formation

A solution consisting of sodium alginate and glycerol was prepared. The SCOBY samples were immersed in this solution to allow penetration into the cellulose matrix. This step enables the filling of micro-pores within the structure, modifying internal interactions and enhancing flexibility.

2.4 Cross-Linking Process

Following immersion, the samples were treated with a calcium chloride solution via spraying. This induces ionic cross-linking between alginate chains, forming a stable network within the SCOBY structure. This process is essential for improving resistance to water penetration and enhancing structural integrity.

2.5 Mechanical and Physical Testing

Mechanical properties were evaluated using stress–strain and elongation tests to assess tensile strength and flexibility. Water absorption tests were conducted to measure the effectiveness of the treatment in reducing moisture uptake. These methods were chosen as they directly evaluate the key performance indicators relevant to material application in textile and fashion products.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This section presents and critically analyses the experimental results on tensile strength, flexibility, and water resistance of Algae-Shield SCOBY leather developed using an Interpenetrating Polymer Network (IPN) system, compared with control and wax-coated samples.

3.1 Figures and Images

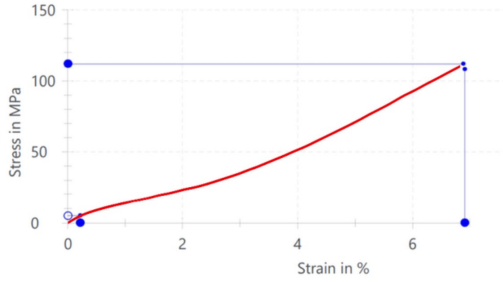


Figure 1. Stress–strain graph of control SCOBY leather

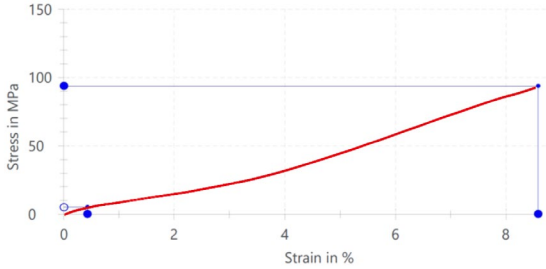


Figure 2. Stress–strain graph of wax-coated SCOBY leather



Figure 3. Stress–elongation graph of Algae-Shield SCOBY leather

Figure 1 illustrates the comparison of tensile strength among the control, wax-coated, and Algae-Shield SCOBY leather samples. The results show that the Algae-Shield sample exhibits a slight reduction in tensile strength compared to the control and wax-treated samples. This decrease is attributed to the incorporation of sodium alginate and glycerol, which introduce a plasticising effect within the cellulose network.

Despite the reduction in tensile strength, the Algae-Shield sample demonstrates increased elongation before breakage, indicating improved flexibility. This suggests that the material becomes less brittle and more suitable for practical applications that require bending and shaping, such as fashion accessories.

In terms of water resistance, the Algae-Shield samples exhibited visibly improved resistance to moisture compared to untreated SCOBY leather. The treated material maintained better structural integrity and showed slower water absorption during exposure, indicating enhanced resistance to water penetration. This improvement is attributed to the formation of a cross-linked alginate network that reduces pore accessibility within the cellulose structure.

4. CONCLUSION

This study demonstrates that the Interpenetrating Polymer Network (IPN) technique effectively enhances the water resistance and flexibility of SCOBY leather while maintaining acceptable mechanical performance. The Algae-Shield SCOBY Leather innovation shows strong potential as a sustainable material for applications that prioritise flexibility and moisture resistance. From a commercial perspective, this material is suitable for producing fashion accessories such as bags, wallets, and other lifestyle products. Future work may focus on optimising the balance between strength and flexibility as well as scaling up production.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their gratitude to Universiti Kebangsaan Malaysia for providing support and facilities throughout this study.

REFERENCES

Meyer, M., Dietrich, S., Schulz, H., & Mondschein, A. (2021). Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives. *Coatings*, *11*(2), 226. https://doi.org/10.3390/coatings11020226

Quaratesi, I., Badea, E., Călinescu, I., Sardroudi, N. P., Zengin, G., Casas, C., & Bacardit, A. (2024). Eco-Friendly Alternatives in Leather Production: Performance of Biodegradable Alginate-Based Retanned Leather Compared to Conventional Leathers and Plant-Based Materials. *Applied Sciences, 14*(22), 10263. https://doi.org/10.3390/app142210263

The Instant HydroWall

Ya'akob Mansor*, Muhammad Aqil Aznam, Muhammad Azeem Hakeem Mohd Azmi, Hana Malisa Mohd Yusmizar and Manishika Saravanan

Centre for Foundation Studies in Science of Universiti Putra Malaysia, UPM, 43400 Serdang, Malaysia

*yaakobms@upm.edu.my

ABSTRACT

Floods are a major concern in hydrology and civil engineering, causing loss of life, property damage and infrastructure destruction worldwide. Traditional flood defences, for example, sandbags, are labour-intensive, fragile and offer only short-term protection. This project introduces the Instant HydroWall, an automated flood barrier that harnesses hydrostatic pressure to deploy. A buoyant float attached to a watertight panel causes it to rise automatically as water enters an underground channel beneath the wall. The project objectives included designing this simplified wall, building a laboratory-scale prototype with an integrated sand filtration unit, and implementing an AI-based sensor-alert system. In the methodology, a Perspex prototype with silicone seals, tubing and an Arduino-based sensor array was constructed and tested by filling water under the wall. In experiments, the wall deployed successfully: as water filled the chamber, it rose instantaneously and smoothly, confirming the design's effectiveness. The built-in sand filter treated the diverted floodwater, and the AI-driven alerts, such as LED, siren, and SMS, were activated as intended. Overall, the Instant HydroWall proved to be a practical, sustainable flood protection solution, providing an automatic barrier, clean water output and early warning to enhance community safety. It is cost-effective, durable and low-maintenance, giving it strong commercial potential in residential, agricultural and industrial flood defence.

Keywords: Hydrostatic Hydro barrier, Automated floodwall, Sand filtration system, AI sensor-alert system, Resilient flood defence

1. INTRODUCTION

Flooding continues to threaten communities worldwide, with increasing frequency linked to urban growth, inadequate drainage and changing climate patterns [1][6]. Common defences, such as sandbag barriers, remain widely used but present clear drawbacks. They demand significant labour, take time to install and often fail under high water pressure, leading to leakage, structural collapse and environmental pollution [2]. These limitations highlight the need for more reliable and sustainable flood mitigation solutions.

Recent developments have focused on automated systems that respond directly to rising water levels. By applying hydrostatic pressure and buoyancy principles, flood barriers can deploy without external power or manual intervention, offering a faster and more dependable response [3]. At the same time, integrating water-level sensors and intelligent alert systems supports early warning and improves emergency preparedness [4][5]. Passive

filtration methods further enhance sustainability by reducing contamination from floodwater without requiring chemicals or electricity [7].
The Instant HydroWall is an automated flood mitigation system that overcomes these limitations:

A buoyant flood barrier rises on its own as water levels increase, driven by hydrostatic pressure and without manual effort or external power. A passive sand-filtration unit treats diverted floodwater (removing contaminants without electricity or chemicals), making the system sustainable and low-maintenance. Integrated water-level sensors and AI-based monitoring enable a staged warning system: when water reaches intermediate levels, yellow lights and intermittent buzzers activate; at critical levels, red lights, a continuous siren and SMS alerts warn residents and authorities for timely evacuation.

2. METHODOLOGY

The system, as shown in Figure 1, was built using a combination of simple materials and embedded electronics to demonstrate an automated flood response. A Perspex panel served as the main barrier, paired with a buoyant float attached to its rear. PVC tubing formed a narrow channel beneath the panel, with all joints carefully sealed using silicone to prevent leaks. At the outlet, a compact sand filtration unit was installed to trap debris and improve water quality.

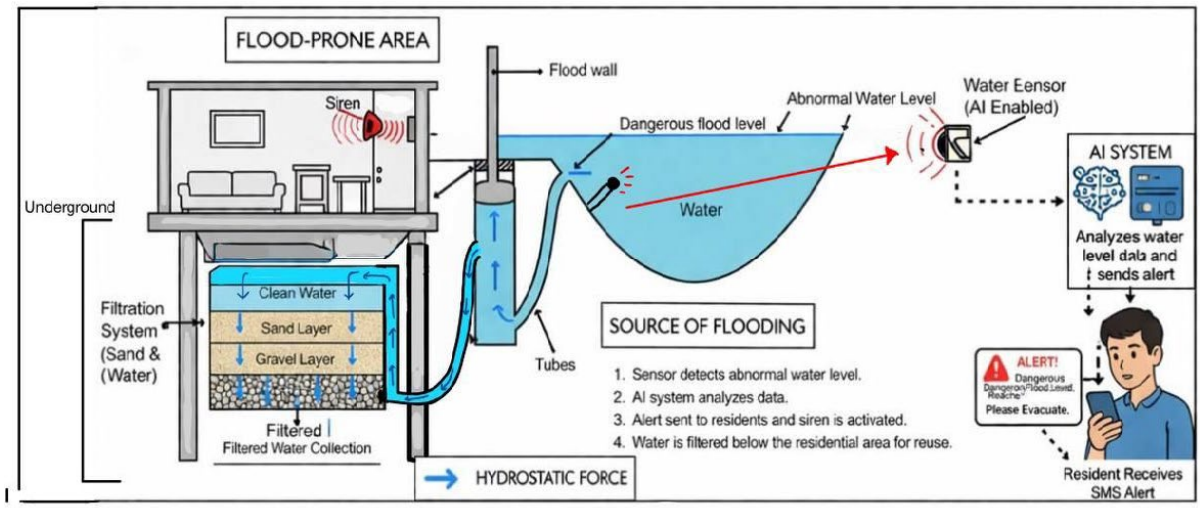


Figure 1. Instant HydroWall system

During assembly, Figure 2, the panel was positioned vertically within the channel, allowing it to rise freely as water levels increased. A base stopper ensured stability when no water was present. The entire setup was secured and tested by gradually introducing water, confirming smooth upward movement driven by buoyancy.

For monitoring, three water-level sensors were fixed at the low, medium and high chambers. These sensors were connected to an Arduino Uno, which controlled LEDs, buzzers and a siren to signal different alert stages. A GSM module enabled SMS

notifications at critical levels. The system was tested step by step to ensure each alert was triggered correctly as water levels rose.

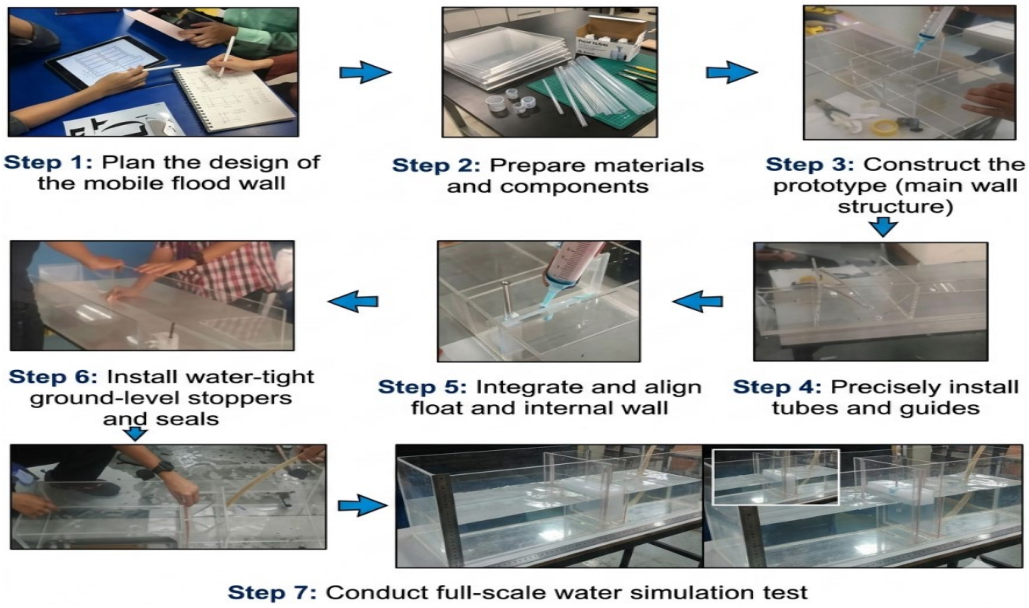


Figure 2. Construction of the Instant HydroWall

3. RESULTS AND DISCUSSION

Various volumes of water were used to determine if the wall would rise in accordance with the water flow. After testing, it was observed that when the water reached a dangerous flood level, it was channelled through the flowing underground tubes. Subsequently, the water filled the area under the wall, which was already equipped with a float. As a result, in Figure 3, the wall operated successfully and instantaneously as the water continued to fill the area. A smooth rising motion of the wall was achieved, indicating a direct proportionality between the wall's movement and the movement of water under the float.

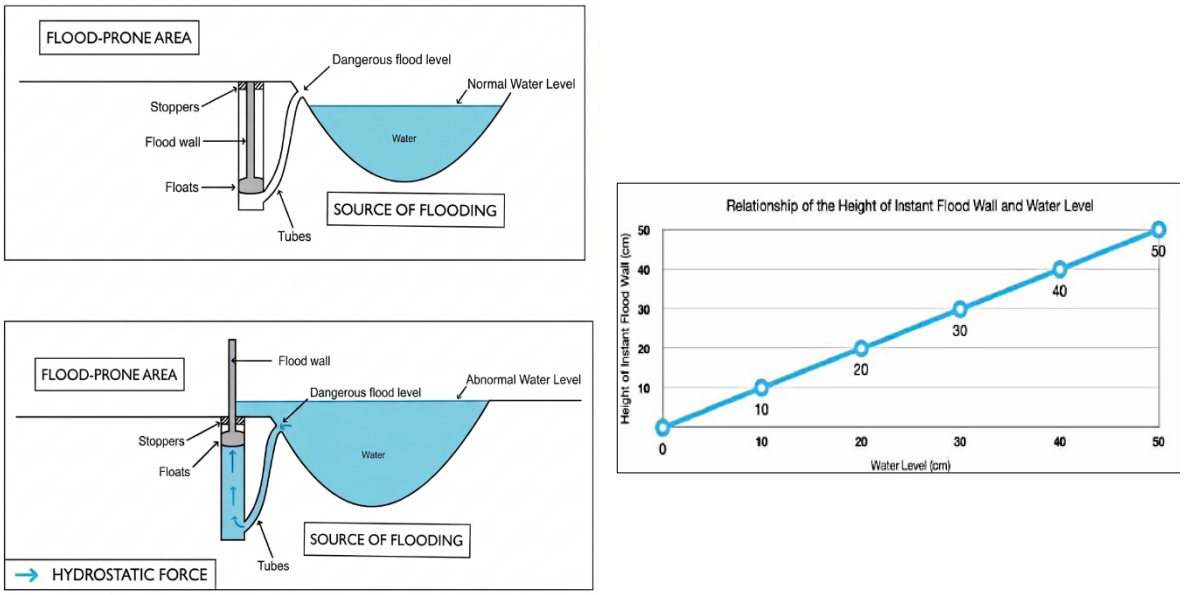


Figure 3. Relationship between the water level and the height of the Instant HydroWall.

4. CONCLUSION

The Instant Flood Wall demonstrates a practical improvement over traditional sandbag barriers through its automatic deployment using hydrostatic force. It rises instantly with increasing water levels, removing the need for manual effort or external power. The simple design allows easy installation in different settings, while the buoyant float ensures smooth and controlled movement. A built-in stopper enhances stability by preventing tipping when fully raised. The inclusion of a passive sand filtration system improves water quality without chemicals or electricity, and the monitoring system provides staged alerts and SMS notifications for timely response.

The system also shows strong potential for real-world application across residential, agricultural and industrial areas. It offers a cost-effective and durable solution with minimal maintenance requirements. Compared to sandbags, it provides more reliable protection and reduces environmental pollution caused by debris and waste. Its automatic operation improves response time during floods, while added safety and alert features increase user confidence. Overall, the Instant HydroWall presents a sustainable and practical approach to modern flood management.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our gratitude to Centre for Foundation Studies in Science of Universiti Putra Malaysia (ASPutra) for providing the resources and facilities required to complete this project.

REFERENCES

Hosseini, S. A., & Ghasemi, A. (2020). Smart flood warning systems: A review of recent developments. *Journal of Hydrology, 590*, 125235.

Kvočka, D., Falconer, R. A., & Bray, M. (2020). Flood hazard assessment for extreme events under climate variability. *Natural Hazards, 104*(1), 123–145.

Morsy, M. M., Goodall, J. L., O'Neil, G. L., Sadler, J. M., Voce, D., Hassan, G., & Huxley, C. (2020). Design of flood warning systems for urban environments. *Journal of Hydrology, 586*, 124850.

Shah, M. A., & Mishra, A. K. (2021). Application of IoT in flood monitoring and early warning systems. *Environmental Monitoring and Assessment, 193*(5), 1–15.

Tellman, B., Sullivan, J. A., Kuhn, C., Kettner, A. J., Doyle, C. S., Brakenridge, G. R., Erickson, T. A., & Slayback, D. A. (2021). Increased flood exposure detected via satellite observations. *Nature, 596*(7870), 80–86.

UNDRR. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

Zhang, Y., Li, X., & Wang, Q. (2023). Sustainable flood management using smart monitoring and automated barriers. *Water, 15*(4), 789.

Smart Cram: Pendekatan Statistik Untuk Menilai Konsistensi Kromatografi

Gan Jye Ern, Pavan Shashi Kumar Naidu, Nur Arissa Irdina Syariman, Nur Marsya Zafirah Abdullah Muhammad Shukri, Wan Nur Atikah Wan Mohd Adnan, Wan Nor Adira Wan Khalit*

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, 43400 Upm Serdang, Selangor, Malaysia

*noradira@upm.edu.my

ABSTRACT

Kromatografi merupakan teknik analitik yang penting dalam menentukan komposisi dan ketulenan sesuatu bahan. Walau bagaimanapun, penilaian konsistensi kromatografi sering bergantung kepada parameter individu seperti masa penahanan dan luas puncak, serta pemerhatian visual yang bersifat subjektif. Kajian ini memperkenalkan SMART CRAM (Statistical Mapping for Analysis of Reproducibility Tools in Chromatographic Reliability Assessment Method) sebagai pendekatan statistik bersepadu untuk menilai konsistensi profil kromatografi secara menyeluruh. Kaedah ini menggabungkan analisis pekali korelasi dan indeks keserupaan bagi membina matriks keserupaan antara sampel. Data dianalisis melalui beberapa peringkat termasuk penormalan data, penjajaran masa, dan pengiraan metrik statistik. Hasil kajian menunjukkan bahawa SMART CRAM berjaya mengelaskan sampel kepada kumpulan yang konsisten dan serupa secara kuantitatif. Kumpulan 1: $Ni_{20}AC$ (KS1 – KS4) menunjukkan korelasi yang sangat tinggi antara sampel dan indeks keserupaan melebihi 0.90. Manakala Kumpulan 2: $Ni_{20}Zn_{20}AC$ (KS5 – KS6) menunjukkan korelasi hampir sempurna (≈ 0.98) dengan indeks keserupaan tinggi (~0.96) yang menunjukkan kestabilan sistem yang baik dan Kumpulan 3: $Ni_{20}La_{20}AC$ (KS7 – KS10) menunjukkan variasi yang lebih ketara antara sampel dan korelasi sederhana hingga lemah. Oleh itu, analisis ini menunjukkan peningkatkan ketepatan, mengurangkan subjektiviti, dan berpotensi diaplikasikan secara meluas dalam kawalan kualiti analitik serta sektor industri

Kata Kunci: Indeks Keserupaan; Korelasi; Kromatografi; Pemetaan; Statistik

1. PENGENALAN

Kromatografi merupakan teknik pemisahan yang digunakan secara meluas dalam bidang kimia analitik untuk mengenal pasti, mengasingkan dan menentukan kuantiti komponen dalam sesuatu campuran. Teknik ini memainkan peranan penting dalam pelbagai sektor termasuk farmaseutikal, makanan, bioteknologi dan industry minyak dan gas. Ketepatan analisis kromatografi amat bergantung kepada kebolehulangan dan konsistensi sistem sepanjang proses analisis. Secara umum, kromatografi boleh diklasifikasikan kepada beberapa jenis utama seperti kromatografi gas (GC), kromatografi cecair berprestasi tinggi (HPLC), kromatografi lapisan nipis (TLC), dan kromatografi lajur (Mukhlis et al., 2024). Setiap teknik mempunyai kelebihan tersendiri bergantung kepada jenis sampel, sifat kimia

bahan, serta keperluan analisis. Sebagai contoh, GC sesuai untuk sebatian mudah meruap, manakala HPLC lebih sesuai untuk sebatian tidak meruap dan sensitif terhadap suhu.

Dalam analisis kromatografi, parameter seperti masa penahanan, luas puncak, dan bentuk puncak sering digunakan untuk menilai prestasi sistem. Walau bagaimanapun, parameter ini biasanya dinilai secara berasingan dan tidak menggambarkan keseluruhan profil kromatogram. Tambahan pula, variasi kecil dalam keadaan operasi seperti suhu, kadar alir, tekanan dan keadaan kolum boleh menyebabkan perubahan dalam profil kromatografi, sekali gus menjejaskan interpretasi keputusan.Dalam kajian ini, gas kromatografi digunakan untuk menilai jumlah hidrokarbon yang dihasilkan selepas berlakunya reaksi antara sisa minyak masak dengan penambahan pemangkin (Khalit et al., 2021).

Seiring dengan perkembangan analisis data, pendekatan statistik telah diperkenalkan untuk meningkatkan kebolehpercayaan keputusan kromatografi. Kaedah seperti analisis korelasi dan indeks keserupaan membolehkan penilaian yang lebih objektif terhadap hubungan antara profil kromatogram. Walau bagaimanapun, penggunaan kaedah ini secara berasingan masih tidak mencukupi untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang konsistensi sistem. Oleh itu, kajian ini mencadangkan SMART CRAM sebagai satu pendekatan inovatif yang mengintegrasikan pelbagai kaedah statistik dalam satu kerangka analisis yang sistematik. Pendekatan ini bertujuan untuk menilai keserupaan profil kromatografi secara holistik, mengurangkan kebergantungan kepada analisis subjektif, serta meningkatkan ketepatan dan kebolehpercayaan keputusan analitik. Tambahan pula, sistem ini juga akan dapat menghasilkan matriks keserupaan untuk visualisasi dan perbandingan antara sampel secara sistematik.

2. METODOLOGI

Kajian ini melibatkan analisis data kromatografi menggunakan pendekatan SMART CRAM yang terdiri daripada beberapa peringkat utama:

2.1 Pengumpulan Data

Data kromatografi diperoleh daripada beberapa sampel yang dianalisis menggunakan sistem kromatografi yang sama bagi memastikan keseragaman keadaan eksperimen. Dalam fasa ini, ujian prestasi pemangkin dijalankan menggunakan bahan mentah berasaskan lipid boleh diperbaharui (sisa minyak masak) dalam kelompok reaktor katil tetap. Parameter tindak balas, termasuk suhu, tekanan, kadar aliran hidrogen dan masa tindak balas, akan dioptimumkan. Pengagihan produk akan dikira menggunakan GC–FID untuk menentukan selektiviti hidrokarbon terhadap bahan api julat diesel. Hidrokarbon yang dihasilkan adalah di antara hidrokarbon C_{15}-C_{17}.

2.2 Penormalan Data

Data mentah dinormalisasikan untuk mengurangkan kesan variasi skala antara sampel dan memastikan perbandingan yang adil. Data dari tiga kumpulan telah digunakan iaitu Kumpulan 1 $Ni_{20}AC$ (KS1 – KS4), Kumpulan 2: $Ni_{20}Zn_{20}AC$ (KS5 – KS6) dan Kumpulan

3: $Ni_{20}La_{20}AC$ (KS7 – KS10). Perbezaan untuk setiap Kumpulan ini adalah jenis pemangkin yang digunakan untuk menghasilkan minyak diesel dari sisa minyak masak. Penormalan luas dilakukan untuk menukarkan nilai luas puncak kepada bentuk peratus menggunakan persamaan 1:

$$\text{Normalized Area} = \frac{A_i}{\sum A} \times 100 \quad (1)$$

di mana Ai ialah luas puncak individu dan ∑A ialah jumlah keseluruhan luas puncak, bagi memastikan perbandingan adalah adil walaupun terdapat perbezaan jumlah keseluruhan signal.

2.3 Penjajaran Masa

Penjajaran masa dilakukan bagi menyelaraskan perbezaan kecil dalam masa penahanan antara kromatogram yang berbeza. Penjajaran masa didefinisikan sebagai proses menyelaraskan nilai masa penahanan antara kromatogram yang berbeza supaya puncak yang sama dapat dibandingkan dengan tepat walaupun berlaku sedikit peralihan masa akibat variasi instrumen, biasanya menggunakan konsep julat masa tertentu. Dalam analisis ini, julat masa yang digunakan adalah ±0.5.

2.4 Analisis Pekali Korelasi

Seterusnya, pekali korelasi Pearson digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua profil kromatogram melalui persamaan 2:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \quad (2)$$

di mana nilai r yang menghampiri 1 menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan menandakan konsistensi tinggi antara dua set sampel. Nilai korelasi dikategorikan seperti berikut:

Kuat ($r \geq 0.80$)
Sederhana ($0.30 \leq r \leq 0.79$)
Lemah ($r < 0.30$)

2.5 Indeks Keserupaan

Bagi melengkapkan analisis, indeks keserupaan juga digunakan untuk menilai tahap persamaan keseluruhan profil kromatogram secara kuantitatif menggunakan persamaan 3:

$$SI = \frac{\sum(x_i \cdot y_i)}{\sqrt{\sum x_i^2 \cdot \sum y_i^2}} \quad (3)$$

di mana nilai yang menghampiri 1 menunjukkan tahap keserupaan yang tinggi. Nilai keserupaan indeks dikategorikan seperti berikut:

Kuat (≥ 0.90)
Sederhana (0.30 ≤ SI ≤ 0.89)
Lemah (< 0.30)

2.6 Pembinaan Matriks Keserupaan

Matriks keserupaan dibina bagi menggambarkan hubungan antara semua pasangan sampel secara sistematik. Dengan menggunakan Matriks Keserupaan, semua nilai keserupaan indeks bagi semua sampel dapat dibandingkan dan dikenalpasti mengikut kumpulan.

2.7 Pengelasan Sampel

Berdasarkan nilai korelasi dan indeks keserupaan, sampel dikelaskan kepada beberapa kumpulan bagi menilai tahap konsistensi. Setiap warna yang sama menunjukkan kumpulan indikator yang sama bagi korelasi dan keserupaan indeks.

Secara keseluruhannya, aliran metodologi ini bermula daripada data mentah, diikuti penjajaran masa, penormalan luas, pengiraan pekali korelasi dan indeks keserupaan sebelum membuat interpretasi terhadap tahap konsistensi sampel, di mana gabungan analisis ini membolehkan penilaian yang lebih sistematik, kuantitatif dan objektif terhadap kestabilan serta kebolehulangan data kromatografi.

3. HASIL DAN PERBINCANGAN

Hasil analisis menunjukkan bahawa pendekatan SMART CRAM berjaya mengenal pasti hubungan antara sampel dengan jelas melalui matriks korelasi dan indeks keserupaan.

Sampel telah dibahagikan kepada tiga kumpulan utama: Kumpulan 1: $Ni_{20}AC$ (KS1 – KS4) (Jadual 1). Data menunjukkan korelasi yang sangat tinggi antara sampel dan indeks keserupaan melebihi 0.90 (Jadual 2). Ini menunjukkan konsistensi dan kebolehulangan yang sangat baik bagi sampel ini, manakala Kumpulan 2: $Ni_{20}Zn_{20}AC$ (KS5 – KS6) menunjukkan korelasi hampir sempurna (≈ 0.98) dengan indeks keserupaan tinggi (~0.96)

yang menunjukkan kestabilan sistem yang baik (Jadual 3) dan (Jadual 4), akhir sekali Kumpulan 3: $Ni_{20}La_{20}AC$ (KS7 – KS10) menunjukkan variasi yang lebih ketara antara sampel dan korelasi sederhana hingga lemah. Walaubagaimanapun, indeks keserupaan untuk sampel ini menunjukkan keserupaan yang lebih rendah. Hal ini kerana dipengaruhi oleh perubahan komposisi pemangkin dan kestabilan sistem. Pemangkin yang telah digunakan beberapa kali dalam reaksi dengan sisa minyak masak akan menghasilkan kok. Hal ini terjadi disebabkan oleh penggunaan suhu yang tinggi di dalam kajian (320 °C sehingga 350 °C).

Jadual 1. Hasil Analisis Nilai Korelasi antara Set KS

KORELASI ANTARA SET KS										
	KS 1	*KS 2*	*KS 3*	*KS 4*	*KS 5*	*KS 6*	*KS 7*	*KS 8*	*KS 9*	*KS 10*
KS 1	1	0.81254925	0.7893689	0.8291043	-0.08853936	-0.09290176	-0.09216547	-0.09422294	-0.09046863	-0.08714527
KS 2	0.81254925	1	0.99539059	0.98168037	-0.02066357	-0.01066364	-0.01908464	-0.00478827	-0.09086215	0.28386699
KS 3	0.7893689	0.99539059	1	0.97553621	-0.03160704	-0.02488214	-0.02977803	-0.01969887	-0.10071004	0.29586313
KS 4	0.8291043	0.98168037	0.97553621	1	-0.03506029	-0.02547927	-0.03171693	-0.02179876	-0.09627922	0.24179134
KS 5	-0.08853936	-0.02066357	-0.03160704	-0.03506029	1	0.98167317	0.99128047	0.96317756	-0.01147211	0.434655
KS 6	-0.09290176	-0.01066364	-0.02488214	-0.02547927	0.98167317	1	0.99270492	0.99504729	-0.03262775	0.53977248
KS 7	-0.09216547	-0.01908464	-0.02977803	-0.03171693	0.99128047	0.99270492	1	0.97859841	-0.03828886	0.47766405
KS 8	-0.09422294	-0.00478827	-0.01969887	-0.02179876	0.96317756	0.99504729	0.97859841	1	-0.02027641	0.58774349
KS 9	-0.09046863	-0.09086215	-0.10071004	-0.09627922	-0.01147211	-0.03262775	-0.03828886	-0.02027641	1	-0.01341565
KS 10	-0.08714527	0.28386699	0.29586313	0.24179134	0.434655	0.53977248	0.47766405	0.58774349	-0.01341565	0

Jadual 2: Petunjuk Kategori Korelasi

Warna	**Kategori Korelasi**
Hijau	Kuat ($r \geq 0.80$)
Kuning	Sederhana ($0.30 \leq r \leq 0.79$)
Merah	Lemah ($r < 0.30$)

Jadual 3: Hasil Analisis Indeks Keserupaan antara Set KS

INDEKS KESERUPAAN ANTARA SET KS										
	KS1	KS2	KS3	KS4	KS5	KS6	KS7	KS8	KS9	KS10
KS1	1		0.000102715	0.711383	3.76E-05	1.34E-05	3.85E-05	1.59E-05	1.57E-05	0.000157539
KS2	0.685748692	1	0.991230658	0.967023684	0.006001624	0.007746448	0.006796863	0.009003723	0.000184618	0.126980005
KS3	0.000102715	0.991230658	1	0.956641	0.005542	0.006745	0.006391	0.007822	0.000143	0.138488
KS4	0.711383	0.967023684	0.956641	1	0.004762	0.006279	0.005745	0.007087	0.000182	0.103753
KS5	3.76E-05	0.006001624	0.005542	0.004762	1	0.967251975	0.941614433	0.92101357	0.007661004	0.243191497
KS6	1.34E-05	0.007746448	0.006745	0.006279	0.967251975	1	0.975145121	0.991107	0.004904	0.345917
KS7	3.85E-05	0.006796863	0.006391	0.005745	0.941614433	0.975145121	1	0.96206	0.004495	0.284871
KS8	1.59E-05	0.009003723	0.007822	0.007087	0.92101357	0.991107	0.96206	1	0.006846734	0.399145899
KS9	1.57E-05	0.000184618	0.000143	0.000182	0.007661004	0.004904	0.004495	0.006846734	1	0.008301
KS10	0.000157539	0.126980005	0.138488	0.103753	0.243191497	0.345917	0.284871	0.399145899	0.008301	1

Jadual 4: Petunjuk Kategori Indeks Keserupaan

Warna	**Kategori Korelasi**
Hijau	Kuat ($r \geq 0.90$)
Kuning	Sederhana ($0.30 \leq r \leq 0.89$)
Merah	Lemah ($r < 0.30$)

Analisis ini menunjukkan bahawa pendekatan SMART CRAM mampu mengenal pasti variasi kecil dalam data, mengurangkan kebergantungan kepada pemerhatian visual serta memberikan penilaian yang lebih objektif dan kuantitatif. Pendekatan ini juga berjaya mengesan sampel yang berpotensi mengalami penyimpangan atau ketidakstabilan sistem.

4. KESIMPULAN

Kajian ini membuktikan bahawa SMART CRAM merupakan satu pendekatan yang berkesan dalam menilai konsistensi kromatografi secara menyeluruh. Integrasi analisis korelasi dan indeks keserupaan membolehkan penilaian yang lebih objektif, sistematik dan berasaskan data. Sampel dari Kumpulan 1: $NI_{20}AC$ (KS1 – KS4) menunjukkan semua data yang dihasilkan menunjukkan sangat konsisten, manakala Kumpulan 2 : $NI_{20}ZN_{20}AC$ (KS5–KS6) menunjukkan data yang sangat serupa dan Kumpulan 3: $NI_{20}ZN_{20}$ AC (KS5–KS6) menunjukkan data yang dihasilkan mempunyai variasi yang lebih tinggi. Analisis menggunakan pekali korelasi membuktikan bahawa sampel dalam kumpulan yang sama mempunyai hubungan yang kuat ($r \geq 0.80$), sekali gus menunjukkan keserupaan profil kromatografi. Manakala, penggunaan indeks keserupaan (≥ 0.90) pula mengesahkan persamaan keseluruhan profil kromatogram secara kuantitatif. Selain itu, kaedah ini juga berjaya mengenal pasti penyimpangan dan variasi kecil dalam data, memberikan maklumat tambahan berkaitan kestabilan sistem. Pendekatan ini bukan sahaja meningkatkan

ketepatan dan kebolehpercayaan analisis, malah mengurangkan subjektiviti dalam interpretasi kromatogram. Selain itu, SMART CRAM berpotensi untuk diaplikasikan dalam pelbagai bidang termasuk kawalan kualiti industri, penyelidikan akademik dan pembangunan kaedah analitik.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dirakamkan kepada Pusat Asasi Sains, Universiti Putra Malaysia (UPM) atas sokongan kewangan dan kepercayaan yang diberikan bagi membolehkan penyertaan dalam pertandingan PITRAM 2026.

RUJUKAN

Mukhlis, Munawarag S., Suyanti. (2024). Review Literatur Praktikum Gas Chromatography (Gc) Berbasis Inquiry Terhadap Peningkatan Keterampilan Inferensia Logika Dan Permodelan Matematika, 6 (3) 94-99.

Khalit, W. N. A. W., Asikin-Mijan, N., Marliza, T. S., Gamal, M. S., Shamsuddin, M. R., Saiman, M. I., & Taufiq-Yap, Y. H. (2021).Catalytic deoxygenation of waste cooking oil utilizing nickel oxide catalysts over various supports to produce renewable diesel fuel. Biomass and Bioenergy, 154, 106248.

SafeFlow: A Multi-Zone Predictive Flood Monitoring and Early Warning System

Khor Rui Zhe*, H'ng Yen Ling, Lee Yun Qian, Gavin Jong Cheng Jun, Boey Chan Xiao Yu

Pusat Asasi Pintar, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

*07ruiskywalker@gmail.com

ABSTRACT

Flooding remains one of the most destructive natural hazards, particularly in urban environments where rapid runoff and limited drainage capacity intensify water accumulation. Existing flood monitoring systems are primarily reactive, relying on delayed data and single-variable measurements, which limits their ability to provide timely and accurate early warnings. This study proposes SafeFlow, an AI-based flood prediction system that integrates Internet of Things (IoT) sensing with multi-factor hydrological modelling to improve prediction accuracy and responsiveness. The objective of this research is to evaluate the effectiveness of SafeFlow in predicting water levels, providing early warnings, and classifying flood risk using multiple environmental inputs. A synthetic dataset of 3000 samples was generated based on physics-informed hydrological relationships. A feedforward Artificial Neural Network (ANN) was developed using six input variables: water level, rate of change, rainfall intensity, soil saturation, forecast rainfall, and flow velocity. The model predicts water level, time-to-danger (TTD), risk classification, and confidence score. Results demonstrate high predictive performance, with an average error of approximately 2.01 mm and 100% classification accuracy under simulated conditions. Analysis shows that flood severity increases non-linearly due to interactions between rainfall and soil saturation, with a critical threshold observed at high saturation levels. Validation using real-world-inspired data from Shah Alam confirms the model's ability to generalise and capture real flood dynamics. SafeFlow provides accurate, real-time, and location-specific flood predictions, offering strong potential for implementation in smart city infrastructure, disaster management systems, and early warning platforms.

Keywords: Flood Prediction, Artificial Intelligence, Urban Flooding, IoT Monitoring, Hydrological Modelling

1. INTRODUCTION

Flooding is a major environmental hazard that significantly impacts urban populations, infrastructure, and economic stability. In urban areas, impermeable surfaces reduce infiltration, causing rapid surface runoff and increasing flood risk. Effective flood prediction systems are essential to mitigate these impacts by providing early warnings and enabling timely intervention.

Current flood monitoring systems in Malaysia rely heavily on centralized infrastructure and threshold-based alerts. While these systems provide useful real-time data, they are limited by delayed updates and insufficient integration of multiple hydrological factors. Most systems focus primarily on water level monitoring, neglecting key variables such as rainfall intensity, soil saturation, and drainage efficiency, which are crucial in understanding flood dynamics.

Recent advancements in Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) technologies have enabled the development of predictive systems capable of handling complex, non-linear environmental interactions. However, many existing models lack integration with real-time sensing or fail to incorporate multi-factor analysis effectively.

This study introduces SafeFlow, an AI-based flood prediction system designed to address these limitations by integrating multiple hydrological inputs with machine learning techniques. The research aims to evaluate the system's prediction accuracy, early warning capability, and effectiveness in modelling multi-factor flood dynamics.

2. METHODOLOGY

2.1 Dataset and Model Configuration

The SafeFlow AI model was developed using a synthetic dataset consisting of 3000 samples representing diverse urban flood conditions. The dataset was generated based on physics-informed hydrological modelling, incorporating non-linear relationships such as rainfall runoff behaviour, soil saturation effects, and drainage dynamics derived from fluid flow principles.

Six input variables were used:

- Water level (mm)
- Rate of change of water level (mm/s)
- Rainfall intensity (mm/h)
- Soil saturation (%)
- Forecast rainfall (mm/h)
- Flow velocity (m/s)

A feedforward Artificial Neural Network (ANN) was implemented using TensorFlow, consisting of three dense layers (64–64–32 neurons) with ReLU activation. The model predicts four outputs:

- Predicted water level
- Time to Danger (TTD)
- Risk classification
- Confidence score

The model was trained using supervised learning with Mean Squared Error (MSE) as the loss function and evaluated using Mean Absolute Error (MAE). A validation split of 20% was applied to monitor generalisation and prevent overfitting.

2.2 Experimental Design

A simulation-based framework was used to evaluate model performance under four flood scenarios: normal, moderate, high-risk, and critical conditions. Each scenario was defined by variations in rainfall intensity, soil saturation, and flow conditions.

Model outputs were compared against predefined ground truth values to assess prediction accuracy, classification reliability, and early warning capability.

Additionally, a multifactor analysis was conducted to evaluate the influence of rainfall, soil saturation, flow velocity, and drainage capacity on flood prediction outcomes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The performance of the SafeFlow AI model was evaluated across multiple simulated flood scenarios. The results demonstrate high prediction accuracy, with an average error of approximately 2.01 mm, and 100% accuracy in flood risk classification, correctly identifying Safe, Warning, and Danger conditions.

Scenario	Actual Water Level (mm)	Predicted Water Level (mm)	Error (mm)	Time to Danger (s)	Confidence Score (%)	Actual Risk	Predicted Risk	Accuracy
Normal	40.00	45.23	+5.23	-	92	Safe	Safe	✓
Moderate	80.00	83.69	+3.69	291	93	Warning	Warning	✓
High-Risk	130.00	126.95	-3.05	106	90	Warning	Warning	✓
Critical	180.00	182.18	+2.18	-	96	Danger	Danger	✓

Table 1. Comparison Between Actual and Predicted Water Levels and Risk Classification

The table shows that predicted water levels closely match the actual values across all scenarios, with only minor deviations observed. This confirms the model's reliability in estimating flood conditions under varying environmental inputs.

The model also generated meaningful Time to Danger (TTD) predictions, providing early warning capabilities that are essential for disaster response. In addition, confidence scores remained consistently high (90%–96%), indicating stable and reliable model performance.

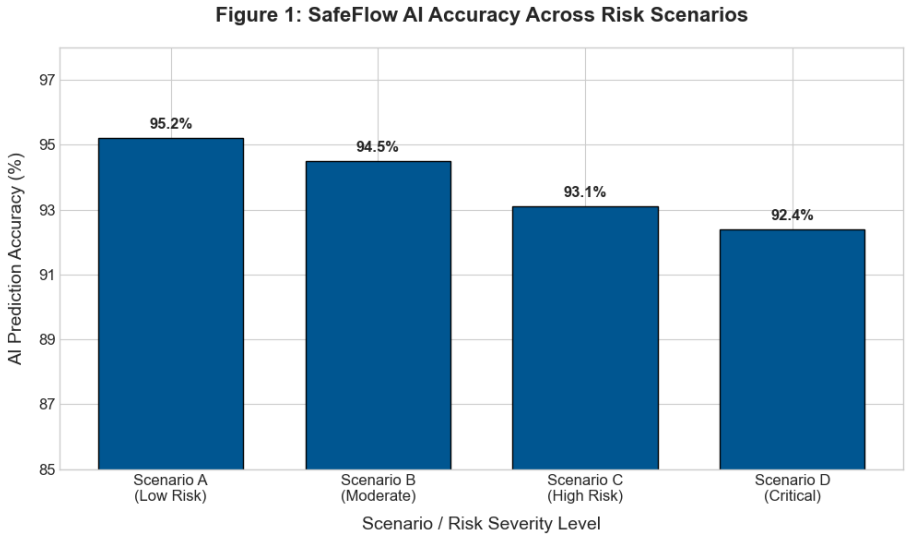


Figure 1. Comparison of Predicted and Actual Water Levels Across Scenarios

The figure illustrates the strong agreement between predicted and actual water levels, highlighting the model's ability to accurately capture flood progression trends.

Further analysis of environmental factors revealed that rainfall intensity and soil saturation are the primary drivers of flood severity. A strong positive correlation was observed between these variables and predicted water levels.

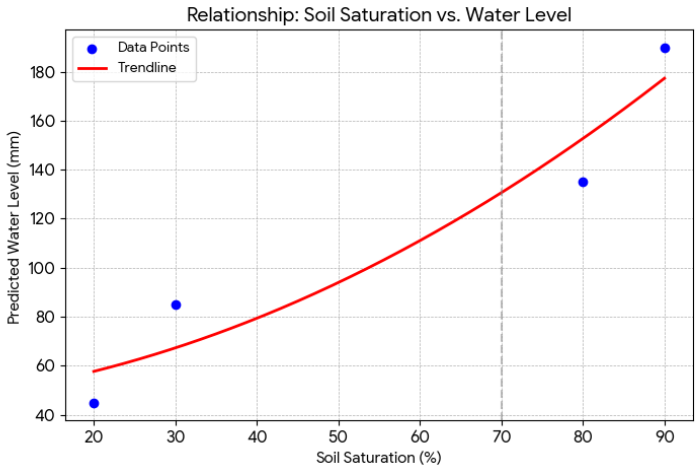


Figure 2. Relationship Between Soil Saturation and Predicted Water Level

Notably, soil saturation exhibited a non-linear threshold effect above approximately 70%, where small increases resulted in rapid escalation of flood risk. This indicates that once the soil reaches near saturation, its absorption capacity diminishes significantly, leading to increased surface runoff and accelerated flooding.

Flow velocity was identified as a dependent indicator, reflecting the combined influence of worsening environmental conditions rather than acting as a direct causal factor. In

contrast, drainage capacity showed an inverse relationship with water accumulation, where reduced drainage efficiency significantly increased flood risk.

Validation using real-world-inspired data from Shah Alam flood events demonstrated that the model successfully captures real flood dynamics, including rapid water level escalation under saturated conditions. This confirms the model's ability to generalise beyond simulated environments and supports its applicability in real-world flood monitoring systems.

4. CONCLUSION

The SafeFlow AI system effectively predicts urban flood risks with high accuracy and reliability. The integration of multi-factor hydrological inputs enables the model to capture complex non-linear flood dynamics, significantly improving prediction performance compared to conventional single-variable approaches.

The system provides timely early warnings through Time to Danger predictions and accurate risk classification, making it highly suitable for real-time flood monitoring applications.

From a practical perspective, SafeFlow has strong commercial and societal potential. It can be integrated into smart city infrastructure, IoT-based monitoring networks, and disaster management systems to enhance urban resilience and reduce flood-related damage.
Future work may include integration with real-time sensor networks and expansion using large-scale real-world datasets to further improve robustness and scalability.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) and Prof. Madya Ts. ChM. Dr. Chin Siew Xian for their guidance, support, and supervision throughout this research.

REFERENCES

Abdirahim, M. A., Hasan Basari, A. S. B., Alazzam, M. B., Che Lah, M. S. B., Ahmad, R., & Mustapha, A. (2026). Flood disaster preparedness and response using a web-based integrated flood management system (IFMS). *Journal of Informatics and Web Engineering, 5*(1), 304–334. https://doi.org/10.33093/jiwe.2026.5.1.20

Byaruhanga, N., Kibirige, D., Gokool, S., & Mkhonta, G. (2024). Evolution of flood prediction and forecasting models for flood early warning systems: A scoping review. *Water, 16*(13), 1763. https://doi.org/10.3390/w16131763

Department of Irrigation and Drainage. (2025). *A review of major flood events in Malaysia between 1970–2024*. Ministry of Energy and Natural Resources, Malaysia.

Mosavi, A., Ozturk, P., & Chau, K. W. (2018). Flood prediction using machine learning models: Literature review. *Water, 10*(11), 1536. https://doi.org/10.3390/w10111536

Shen, C. (2018). A transdisciplinary review of deep learning research and its relevance for water resources scientists. *Water Resources Research, 54*(11), 8558–8593.

Zahir, A., et al. (2025). Real-time flood monitoring alert system with LoRa and IoT. *Evolution in Electrical and Electronic Engineering, 6*(1), 92–102.

WildAlert: A Sustainable Solar-Powered Infrared Sensor-System for Animal Roadkill Hotspots

Elly Nabila Mohd Rizaimy, Puteri Najwa Mustafa, Nur Alfisyah Azli Efendy, Nurul Izzah Mukri

Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

*nurulmukri@ukm.edu.my

ABSTRACT

Animal-vehicle collisions are a significant nationwide concern in Malaysia, particularly during low-light hours when visibility is severely limited. Recent statistics reveal that between 2016 and 2021, Malaysia recorded approximately 2562 wildlife roadkill incidents, with a high frequency of Malayan tapir deaths occurring at night. These incidents often lead to severe human casualties and property damage. WildAlert aims to reduce these collisions and protect biodiversity in line with SDG 15: Life on Land by providing a sustainable, solar-powered warning system. The project utilizes a Passive Infrared (PIR) sensor for motion detection and a Light Dependent Resistor (LDR) to ensure the system only activates in low-light conditions. The system triggers visual (LED) and audio (buzzer) alerts, powered by solar panels with battery storage for remote operation. Secondary findings indicate that similar detection systems can reduce vehicle speeds by 3.82 km/h to 4.80 km/h, significantly decreasing accident rates. WildAlert holds strong commercial potential through proposed IoT integration for real-time monitoring and collaborations with navigation apps like Waze to provide instant road hazard notifications for stakeholders such as JKR and PERHILITAN.

Keywords: roadkill prevention, PIR sensor, solar-powered system, nighttime detection, IoT integration

1. INTRODUCTION

The rising numbers of roadkill in Malaysia is a nationwide concern, as it not only affects animals; it also has caused casualties among the citizens. Malaysia's Department of Wildlife and National Parks (PERHILITAN) reported that 115 Malayan tapirs were killed in Peninsular Malaysia from 2006 to 2019 and 2,444 wild animals died due to roadkill between 2012 and 2017. In fact, most of the Malayan tapir roadkill occurred at night. (Magintan et al. 2021 & Shabuddin et al., 2025). Another study also mentioned that a total of 36 road users were killed in collisions with water buffaloes; 12 were seriously injured; and 22 were slightly injured. Additionally, collisions between wild boars and motorists have caused 34 deaths (Jantan et al., 2020).

In alignment with UN SDG 15, WildAlert is designed to mitigate these human-wildlife collisions during low-light periods. WildAlert offers a solar-powered, motion-activated

solution for remote roadkill hotspots. The system uses solar panels to charge a battery for nighttime use, ensuring it remains operational without external power infrastructure. By integrating an LDR to gate the PIR sensor's activation, the device maintains extreme energy efficiency. Research on Roadside Animal Detecting Systems (RADS) suggests that these automated warnings effectively encourage earlier braking and lower speeds, providing a scalable and cost-effective method to protect Malaysia's local ecosystems.

2. METHODOLOGY

2.1 Research Question and Framework

The primary research question of this study investigates how a low-cost, solar-powered autonomous sensor system can effectively reduce nighttime wildlife-vehicle collisions while maintaining energy efficiency in remote hotspots. This research follows a framework that integrates technical hardware development with a comparative analysis of secondary behavioral datasets. The framework is designed to bridge the gap between affordable technology and practical road safety applications.

The study is structured into two phases: the development of a functional electronic prototype and the evaluation of its potential impact using established research on Roadside Animal Detecting Systems (RADS). This approach allows for validation of the system's logic and its projected effectiveness in real-world scenarios without requiring immediate, large-scale field trials.

2.2 Technical Design and Methods Applied

The WildAlert system uses a multi-sensor circuit designed to prioritize energy conservation. A Passive Infrared (PIR) sensor serves as the primary detection unit, identifying animal movement via infrared radiation, while a Light Dependent Resistor (LDR) ensures the system only operates in low-light conditions.

The circuit logic uses a potential divider configuration made of resistors to manage power based on ambient light. During the day, the LDR maintains low resistance to keep the circuit in a dormant state. In darkness, the increased resistance allows the PIR sensor to trigger a visual alert via a high-intensity LED and an audio alert through a buzzer. To remain sustainable in remote hotspots, a solar panel charges a battery during the day to provide independent power throughout the night.

2.3 Relevance and Suitability of Chosen Methods

The research question is highly relevant to both theory and practice as it addresses the limitations of current road safety infrastructure. Theoretically, it explores the application of low-power sensor logic in environmental conservation. Practically, it offers a scalable solution for authorities like the Public Works Department (JKR) and PERHILITAN to reduce both wildlife loss and human casualties.

The chosen methods are uniquely suited for the problem for several reasons. First, the use

of solar energy eliminates the high costs and environmental impact associated with constructing perpetual street lighting in remote areas. Second, the LDR-gated logic ensures that the system does not waste power or distract drivers during daylight hours when visibility is already sufficient. Finally, the inclusion of a buzzer provides a necessary redundant alert mechanism, ensuring the system remains effective even if visual components fail. This combination of renewable power and smart sensing provides a durable tool for long-term roadkill prevention.

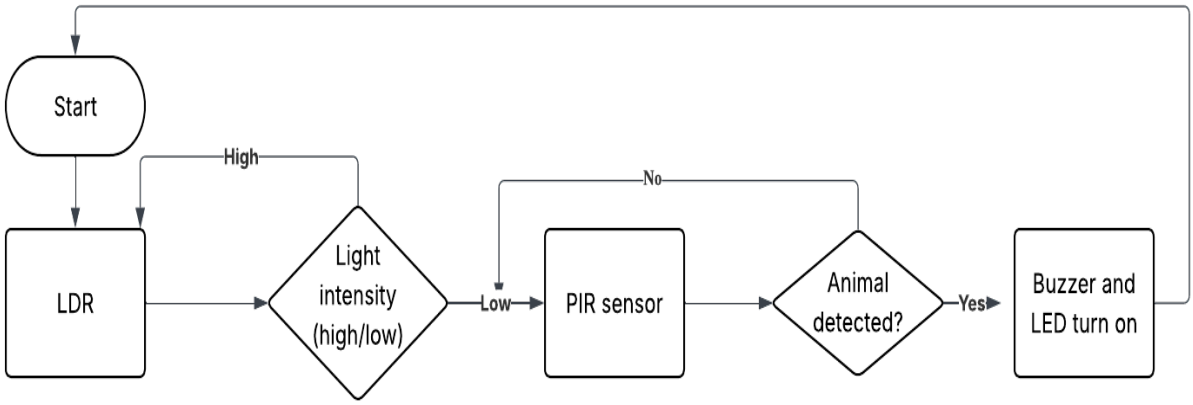


Figure 1. Logic Flowchart

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Analysis of Secondary Data

The effectiveness of WildAlert is supported by secondary research on Roadside Animal Detection Systems (RADS). Data indicates that these systems successfully change driver behavior by providing real-time warnings. The table below summarizes speed changes observed when detection systems are active, particularly during peak tourist seasons when traffic volume is higher.

Table 1. Average Vehicle Speeds with and without RADS Activation (Grace et al., 2017)

Condition	RADS Off (km/h)	RADS On (km/h)
Twilight	96.4	91.6
Night	89.7	87.2

These findings show that even small reductions in speed, such as 2.5 km/h to 4.8 km/h, are significant. Research suggests that a 1.6 km/h decrease in speed corresponds to a 5% decrease in the crash rate (Taylor et al., 2000). This proves that the visual and audio alerts used in WildAlert can effectively lower the probability of collisions by giving drivers more time to react.

4. CONCLUSION

The WildAlert system provides a practical and low-cost solution to the national problem of wildlife roadkill in Malaysia. Through the integration of PIR and LDR sensors, the system successfully detects movement and provides targeted alerts during high-risk nighttime hours. Our analysis of secondary data confirms that these types of automated warnings lead to significant speed reductions and lower crash probabilities. For future recommendations, we suggest the implementation of IoT modules to allow for centralized monitoring and real-time data sharing with national transport authorities. Collaboration with navigation apps like Waze is also recommended to extend the reach of the alerts directly to drivers beyond the physical device. The commercial potential for WildAlert is high, as it offers a sustainable alternative to expensive road infrastructure. By targeting stakeholders such as JKR, PERHILITAN, and highway concessionaires, WildAlert can be deployed across various ecological hotspots to protect Malaysia's biodiversity while keeping road users safe. Beyond that, WildAlert can also be exported to countries with high roadkill rates.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank Pusat PERMATA@Pintar Negara and Universiti Kebangsaan Malaysia for providing the resources and environment to develop this innovation. Special thanks to our mentor, Dr. Mohd Hairi Bin Mohd Zaman for his invaluable technical guidance.

REFERENCES

Grace, M. K., Smith, D. J., & Noss, R. F. (2017). Reducing the threat of wildlife-vehicle collisions during peak tourism periods using a Roadside Animal Detection System. *Accident Analysis & Prevention, 109*, 55–61. https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.10.003

Jantan, I. D., Ghani, Y., Makhtar, A. K., Isa, M. H. M., & Jawi, Z. M. (2020, November 15). A study on animal and vehicle collisions in Malaysia based on news analysis. *International Journal of Road Safety*. https://ijrs.my/journal/article/view/21

Leong, M. (2023, November 22). 90 per cent surge in wildlife conflicts between 2016 and 2021. *New Straits Times*. https://www.nst.com.my/news/nation/2023/11/981432/90-cent-surge-wildlife-conflicts-between-2016-and-2021

Magintan, D., Rahman, T. A., Jiliun, E. A., Adib, Y., Abd Aziz, A. A. H., Mohd Suri,M. S., Ismail, M. N. & Hashim, A. K. A.. (2021, August 15). *Journal of Wildlife and Parks*, *36*, 19-37. https://doi.org/10.64291/szqrny79

Shabuddin, N. H. M., Kasmuri, N., Jalal, A. S. A., Nayono, S. E., & Ahmad, R. (2025). Malayan Tapir Roadkill: Assessment towards road user and mitigation strategies. *International Journal of Conservation Science, 16*(1), 313–324. https://doi.org/10.36868/ijcs.2025.01.22

Taylor, M. C., Lynam, D. A., & Baruya, A. (2000). The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents (TRL Report 421). Transport Research Laboratory.

The Peadentoral: Where Waste and Nature Powers Up Your Smile

Ronald Peter, Umar Fansuri Annuar, Putri Tasnim Taufiq Adlan Thomson, Alya Nabilah Muhammad Izzwan, Nur Fitrah Mohd Rizal, Adila Mohamad Jaafar

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia,
43400 UPM Serdang, Selangor Malaysia

*adilamj@upm.edu.my

ABSTRACT

PEADENTORAL is an innovative smart toothpaste that combines traditional Malaysian botanical knowledge with modern dental science to improve oral health monitoring. It provides real-time visual feedback through a color-changing mechanism that indicates oral pH levels, which enables users to detect early signs of plaque formation. The formulation uses natural ingredients such as Clitoria ternatea extract and upcycled eggshell calcium, offering a sustainable and fluoride-enriched alternative to conventional toothpaste. This product addresses the growing demand for eco-friendly and multifunctional personal care products while promoting better oral hygiene awareness. Its additional application as a household pH indicator further increases its practical value beyond oral care. With its unique features and sustainable design, Peadentoral shows strong potential for commercialization in both local and international markets.

Keywords: smart toothpaste, oral pH, sustainability, natural ingredients, plaque detection.

1. INTRODUCTION

Peadentoral is an innovative anhydrous toothpaste developed to improve dental hygiene and promote better oral care practices. This project focuses on creating a toothpaste that effectively cleans teeth, strengthens enamel, and reduces bacterial growth. By incorporating natural and sustainable materials, such as eggshell-derived calcium and *Clitoria ternatea* (butterfly pea flower), the formulation aims to provide a safer and more environmental friendly alternative to conventional toothpaste.

The main objective of this study is to develop a multifunctional oral care product that enhances daily brushing effectiveness while increasing user awareness of oral health conditions. Maintaining good oral hygiene is important to prevent problems such as plaque buildup, tooth decay, and gum issues. However, many individuals are unable to detect plaque easily, which often leads to ineffective brushing and poor oral health.

To overcome this issue, the toothpaste is later designed with a colour-changing feature that provides visual feedback during brushing. This allows users to clearly identify areas that require more attention, helping them to clean their teeth more thoroughly and effectively.

Overall, Peadentoral offers a practical, safe, and sustainable solution by combining effective dental cleaning with an easy-to-understand visual indicator, encouraging better oral care habits.

2. METHODOLOGY

Research on Peadentoral is based on the need to deal with dental healthcare in a sustainable manner without resorting to toxic elements. The central research question explores whether an anhydrous (water-free) toothpaste matrix, integrated with upcycled eggshell calcium and botanical anthocyanins, could offer a reliable oral care and real-time diagnostic tool for domestic safety. This is relevant to both theory and practice as it bridges the gap between agricultural waste management and preventive health. An anhydrous method is specifically chosen to maintain the stability of the natural pH sensor and to prevent premature reactions between the alkaline baking soda and the anthocyanin pigments

2.1 Preparation of Bio-Calcium from Agricultural Waste

In order to substitute calcium carbonate from the industry, the shells must go under a sterilization and micronization process which is very stringent. First, the raw materials have to undergo a cleaning procedure whereby they are soaked for half an hour in distilled water to eliminate any protein covering on them. The sterilization process is done thermally by subjecting the shells to boiling for 20 minutes in water at 100°C and dried in the oven at 150°C in the laboratory oven for 15 minutes. This process gets rid of all micro-organisms such as Salmonella and etc.

2.2 Lipid-Phase Extraction

The diagnosing ability depends upon the extraction of anthocyanin (Ternatins) from Clitoria ternatea in the lipid matrix. VCO is warmed under conditions that keep its temperature within the limit of 50°C to 55°C in order to avoid the decomposition of pigments. In addition to being an oral diagnosis tool, the product serves as a multiple-purpose acid-base indicator for home use. It can detect the presence of acids in drinks, in bacteria's metabolic products, and in any unknown liquid.

2.3 The Anhydrous Formulation

Finally, the synthesis of this formulation is achieved through an aseptic procedure in which all equipment used is confirmed to be fully dry, preventing early chemical reactions. The minerals are mixed in equal proportions in a homogenous form for about 8-10 minutes. Xanthan gum acts as a binder. In this formulation, the pre-emulsified liquid component is combined with the minerals in the presence of mechanical shear. Vigorous stirring was done for 3 minutes until a uniform emulsion in glossy indigo blue paste appears.

2.4 Synergistic Formulation for Holistic Oral Care

The ultimate blend focuses on achieving overall oral health via a mineral and herbal compound. Dicalcium phosphate and eggshell calcium are sources of vital minerals needed

for repairing tooth enamel. Xylitol starves acidogenic bacteria and prevents them from forming dental plaque. The incorporation of bamboo salt and an alkaline medium (pH 8.0) neutralizes mouth acids upon contact, thus preventing enamel demineralization immediately. Lastly, Clitoria ternatea works as a biologic antibiofilm compound that interferes with the glue (extracellular polymeric substances) formed by bacteria in order to attach themselves to the enamel surface.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Physical and Chemical Properties of the Formulation

The Peadentoral exhibited a stable indigo-blue colour, smooth texture, that indicates the successful formulation of a homogeneous anhydrous system. The formulation maintains a stable alkaline pH (8.0-8.5), which plays a vital role in neutralizing oral acids that contribute to enamel demineralisation. This will create a protective environment that supports early-stage enamel repair and remineralisation, reducing the risk of acid-induced tooth erosion.

3.2 pH Sensitivity and Diagnostic Function

The toothpaste demonstrated a clear and rapid colour changing from blue to magenta when exposed to acidic conditions (pH < 5.5). This confirms the effectiveness of the *Clitoria ternatea* extract as a natural pH-sensitive indicator. The consistency of the colour change across different test materials demonstrates the reliability of the formulation in detecting low pH environments.

The pH sensitivity of the toothpaste was tested using various acidic and alkaline substances available in the environment. Upon contact with these acidic materials, the toothpaste showed a clear rapid colour change from blue to magenta.

Table 1. Colour Response of Peadentoral Under Different pH Conditions

pH Condition	Example Substance Used	Observed Colour Change	Interpretation
Acidic (pH < 5.5)	Vinegar	Magenta / Pink	Indicates presence of acid, simulates conditions similar to bacterial acid in the mouth
Neutral (pH = 7)	Distilled water	Blue (no change)	Indicates neutral environment, no harmful acid activity detected
Alkaline (pH > 7)	Baking soda solution	Deep Blue	Indicates alkaline condition, favourable for neutralising acids and protecting enamel

3.3 Relevance to Oral Health Application

Although the testing was conducted using external acidic substances, the findings strongly indicate potential application in oral care. In the oral cavity, bacterial activity produces acids that lower pH levels, similar to the acidic conditions created by vinegar.

Therefore, the observed colour changes suggest that the toothpaste has capability to indicate acidic zones in the mouth, which is associated with plaque formation and risk of enamel erosion. This provides users with visual guidance to improve brushing effectiveness and target high-risk areas.
In addition, the alkaline formulation helps to neutralize oral acids, while the presence of calcium-based compounds supports enamel remineralisation. The inclusion of xylitol may also contribute to reducing bacterial growth, enhancing overall oral hygiene.

3.4 Stability and Safety of the Product

The anhydrous formulation enhances product stability by preventing premature reactions and reducing moisture-related degradation. No separation or instability was observed during short-term evaluation.

Furthermore, the use of finely processed ingredients ensures low abrasivity, making the toothpaste safe for enamel and suitable for regular use. This ensures that the product is both effective and gentle for oral application.

4. CONCLUSION

Peadentoral successfully integrates traditional Malaysian botanical knowledge with modern dental science, offering a toothpaste that improves dental hygiene and promotes better oral care practices with real-time diagnostic tools for domestic safety. This natural formulation serves as a safer and more educational alternative to conventional toothpastes. The product demonstrates strong commercial potential within the expanding oral care and natural healthcare markets, where demand for eco-friendly, sustainable, and multifunctional products is rapidly increasing. By incorporating natural ingredients such as clitoria ternatea extract and upcycled eggshell calcium, peadentoral aligns with green consumerism trends while promoting waste-to-value innovation, reducing production costs and enhancing environmental appeal. Its unique color-changing diagnostic function enables early plaque detection, positioning it as a premium toothpaste distinct from existing brands. In addition, its dual functionality as a household pH indicator broadens its market reach beyond oral care into domestic safety applications. with strategic branding, proper packaging, and clinical validation, Peadentoral can be effectively marketed through pharmacies, supermarkets, dental clinics, and online platforms both locally and internationally. Therefore, Peadentoral holds strong potential for commercialization as an innovative, sustainable, and multifunctional healthcare product with promising market demand.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our sincere gratitude to all individuals and organizations who have contributed to the completion of this study. Special appreciation is extended to our supervisor, Dr. Adila Mohamad Jaafar for the invaluable guidance, support, and constructive feedback throughout the research process. We are also deeply thankful to the laboratory person in charge, Puan Syaratul Azura Bari for her assistance, patience, and help in ensuring that all laboratory work was carried out smoothly and safely. In addition, we appreciate someone who kindly shared her professional opinion and insights, Dr. Nik Nur Syazwani binti Ahmad Radzi, which greatly contributed to the quality of our study.

We also acknowledge the support provided by our institution, Universiti Putra Malaysia which has facilitated the resources and environment necessary for conducting this study.
In closing, we extend our heartfelt gratitude to all parties who have contributed in various ways to the completion of this project, whether through direct assistance, guidance, or moral support.

REFERENCES

Naik, M., Babu, A. S., Choudhary, P., & Jadhav, H. B. (2025). *Bamboo salt: A review of its minerals, health benefits, toxicity and food applications*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949824425003635

Sathiaseelan, A., Song, K. P., Tan, H. S., & Choo, W. S. (2025). *Antibiofilm activity of Clitoria ternatea flowers anthocyanin fraction against biofilm-forming oral bacteria*. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11974385/

Salmiah, S., & Nainggolan, J. D. O. M. (2024). *Effectiveness of Butterfly Pea (Clitoria ternatea) extract against Streptococcus mutans bacterial growth in vitro*. https://eduvest.greenvest.co.id/index.php/edv/article/view/38810

Murdiyanto, D., Kaswindiarti, S., Rohmah, D. A., Zuhraida, R. A. R., & Puspita, S. (2025). *Effectiveness of butterfly pea flower toothpaste (Clitoria ternatea) in inhibiting Candida albicans and accelerating wound healing in the oral cavity*. https://www.jidmr.com/journal/wp-content/uploads/2025/09/18-D25_3490_Dendy_Murdiyanto_Indonesia-Exp.pdf

López, S. P., et al. (2025). *Anti-inflammatory and antimicrobial efficacy of coconut oil for periodontal pathogens: A triple-blind randomized clinical trial*. *Clinical Oral Investigations*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40085302/

Rakshitha, V. S., Priya, A. J., & Devi, R. G. (2021). *Effect of virgin coconut oil in plaque related gingivitis*. https://journaljpri.com/index.php/JPRI/article/view/5343

Nayak, P. A., Nayak, U. A., & Khandelwal, V. (2014). *The effect of xylitol on dental caries and oral flora*. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4232036/

RFID Smart Attendance for FTV2A Students

Zulhikmi Zali, Hazim Mohd Faizol, Muhamad Irfan Mohd Shaiful Anuar

Politeknik Ungku Omar, Jalan Raja Musa Mahadi, 31400 Ipoh, Perak, Malaysia

*hikmi@puo.edu.my

ABSTRACT

This project presents the development of an RFID Smart Attendance System designed to modernize attendance management for FTV2A students through IoT integration. Traditional manual attendance methods are often slow, prone to proxy entries, and create administrative burdens due to inefficient record-keeping. The primary objectives were to design an automated system using RFID technology, reduce recording time, and establish a centralized digital database for seamless monitoring. The development followed the Waterfall Methodology, progressing through requirement analysis, system design, implementation, testing, deployment, and maintenance. The hardware architecture utilizes an ESP8266 microcontroller, MFRC522 RFID reader, and an LCD display, while the backend leverages Google Apps Script to log data directly into Google Sheets. Findings from the implementation phase demonstrate significant success, with a 96% data accuracy rate and an 85% improvement in time efficiency compared to manual methods. Furthermore, 95% of users rated the system as effective or very effective, citing the benefits of real-time Telegram notifications and instant cloud access for lecturers. In conclusion, the system provides a reliable, low-cost, and scalable solution to academic administrative challenges. Its successful integration of cloud storage and real-time feedback positions it as a viable EdTech product with strong commercial potential for schools, colleges, and small organizations seeking to embrace digital transformation.

Keywords: RFID, IoT, smart attendance, ESP8266, automation

1. INTRODUCTION

This project focuses on developing an RFID-based smart attendance system for FTV2A students to address the inefficiencies of manual attendance, which is often slow, disruptive to teaching time, and prone to proxy entries. By integrating an RFID reader, a microcontroller, and assigned student cards, the system aims to design and develop an automated process that reduces recording time and eliminates the difficulties associated with managing physical records. The scope is specifically limited to FTV2A classes, ensuring that attendance data is captured accurately and stored in a secure digital database for efficient retrieval and monitoring by lecturers or administrators.

2. METHODOLOGY

The project follows a six-stage Waterfall Methodology, beginning with a Requirement Analysis that identified manual attendance flaws and established a RM 123.38 budget for an automated, cloud-based solution. During System Design, an ESP8266, MFRC522 RFID

reader, and Google Apps Script were selected, followed by the Implementation phase where hardware was assembled and firmware was developed for UID detection and HTTPS data transmission. The Integration and Testing stage validated the system's accuracy and network recovery in real classroom conditions before it was officially Deployed for students and lecturers using Google Sheets and Telegram. Finally, a Maintenance protocol was established to monitor performance, fix bugs, and plan for future upgrades like facial recognition or mobile integration.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Finding

The findings indicate that the RFID Smart Attendance System successfully improved the overall attendance management process among FTV2A students. During testing, the system demonstrated a data accuracy rate of 96%, showing that student attendance records were captured and stored correctly with minimal errors. In terms of efficiency, the system achieved an 85% improvement in time management, as attendance could be recorded within a few seconds compared to the longer time required by manual methods. User feedback also showed that 60% of respondents rated the system as very effective, while 35% considered it effective, reflecting positive acceptance among users. The integration with Google Sheets and Telegram further enhanced the system by allowing lecturers to access attendance records instantly and receive real-time notifications, making monitoring easier and more organized. These results confirm that the system not only reduces administrative workload but also creates a more secure, accurate, and efficient attendance process. The practical efficacy of the system was further validated through its successful implementation at Sekolah Menengah Kebangsaan Tambun, Ipoh, where it was deployed for Form 5 students for about 2 weeks.

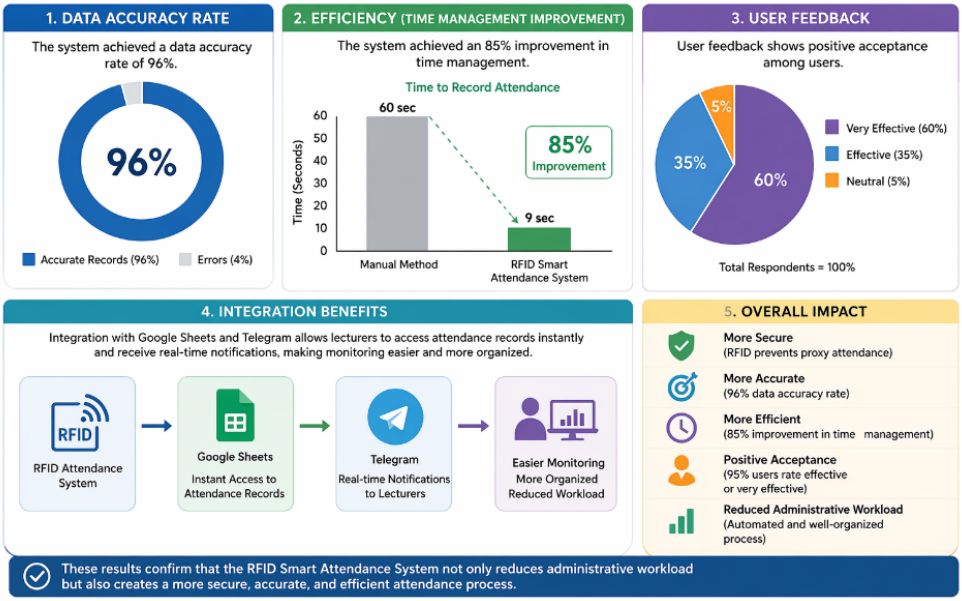


Figure 1. RFID Smart Attendance System – Key Findings

4. CONCLUSION

In conclusion, the RFID Smart Attendance System successfully overcomes the limitations of traditional methods by offering a fast, accurate, and scalable solution. Its low-cost design and integration with cloud storage and real-time notifications make it highly suitable for commercialization. The system has strong potential as an EdTech product for schools, colleges, and small organizations, supporting digital transformation in academic administration.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to their supervisor, Ts. Engr. Zulhikmi bin Zali, for his continuous guidance, valuable insights, and unwavering support throughout the development of this project. His expertise and encouragement have been instrumental in ensuring the success of this work.

The authors also acknowledge the commitment and cooperation of the project team members, Hazim bin Mohd Faizol and Muhamad Irfan bin Mohd Shaiful Anuar, whose dedication and teamwork contributed significantly to the completion of this RFID Smart Attendance System.

REFERENCES

Ishaq, K., & Bibi, S. (2023, August). *IoT-based smart attendance system using RFID: A systematic literature review*. arXiv. https://arxiv.org/pdf/2308.02591

Godase, V., Salunkhe, A., Pawar, V., Pise, P., Mule, S., & Survase, A. (2025, August). A review on real-time RFID-based smart attendance systems for efficient record management. *Advance Research in Analog and Digital Communications, 2*(2), 32–46.

Sharma, S., & Gupta, R. (2024). IoT-based RFID attendance system. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies* (pp. 1–6).

Khan, M. A., Ali, R., & Hussain, H. (2021, November). Cloud-integrated RFID attendance monitoring using ESP32 and Google Firebase. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12*(11), 210–217.

Nair, P. S., & Ramesh, A. R. (2020, March). Hybrid RFID-biometric attendance system with IoT-based analytics. *International Journal of Recent Technology and Engineering, 9*(3), 145–152.

Isyara Vision

Siti Nursahidatul Balqish Mohd Sahrul, Izz Zikry Abd Halim, Adam Harith Ahmad Shukri, Muhammad Aqil Zharif Mohamad Tuah, Nur Adnin Hasnaa' Mohd Anuar, Mona Fatin Syazwanee Mohamed Ghazali

Program ASASIpintar, Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

*monafatin@ukm.edu.my

ABSTRAK

Bahasa Isyarat merupakan bahasa visual yang lengkap dan digunakan di seluruh dunia termasuk American Sign Language (ASL), British Sign Language (BSL) dan Bahasa Isyarat Malaysia (BIM). Seperti bahasa pertuturan harian, bahasa isyarat juga boleh dipelajari melalui aplikasi dan platform, sekali gus menggalakkan komunikasi yang komprehensif. Kajian ini bertujuan untuk meningkatkan kesedaran dan pemahaman tentang bahasa isyarat dalam kalangan masyarakat Malaysia dengan cara menawarkan pembelajaran BIM yang mesra pengguna dan interaktif serta menggalakkan lebih ramai orang menggunakan bahasa isyarat dalam kehidupan seharian. Isyara Vision dibangunkan untuk menyokong matlamat ini dengan menyediakan pengalaman pembelajaran yang menarik melalui elemen interaktif seperti animasi, video dan ciri-ciri pengesan imej Kecerdasan Buatan (AI) pada masa nyata yang membantu pengguna berlatih pergerakan tangan dengan tepat mengikut kemampuan masing-masing. Kami juga berhasrat untuk bekerjasama dengan organisasi kerajaan dan bukan kerajaan bagi meneroka penggunaannya dalam silibus pendidikan khas dan melancarkan aplikasi ini selepas ujian serta maklum balas yang mencukupi daripada pengguna. Harapan kami adalah untuk mengurangkan halangan komunikasi antara individu cacat pendengaran dan normal. Oleh itu, Isyara Vision mampu mempromosikan masyarakat yang inklusif tanpa mengambil kira perbezaan cara berkomunikasi.

Kata kunci: Bahasa Isyarat Malaysia (BIM), kefahaman bahasa isyarat, masyarakat inklusif, pengesanan imej AI.

1. PENGENALAN

Di Malaysia, penggunaan Bahasa Isyarat Malaysia (BIM) masih rendah disebabkan oleh sumber pembelajaran yang terhad serta kurangnya pendedahan dalam kalangan masyarakat umum. Pada masa yang sama, kebanyakan aplikasi sedia ada lebih menumpukan kepada Bahasa Isyarat Amerika (ASL), menyebabkan pengguna BIM mempunyai pilihan pembelajaran yang terhad dan kurang relevan dengan konteks tempatan. Selain itu, aplikasi yang tersedia juga masih kurang memanfaatkan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) secara masa nyata untuk menilai ketepatan pergerakan tangan pengguna, sekali gus mengehadkan keberkesanan proses pembelajaran interaktif.

Bagi mengatasi kekangan ini, Isyara Vision dibangunkan sebagai sebuah platform interaktif berasaskan AI masa nyata yang mesra pengguna. Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan masyarakat mempelajari dan memahami BIM dengan lebih efektif melalui maklum balas segera terhadap pergerakan tangan pengguna, di samping meningkatkan aksesibiliti dan kesedaran terhadap komunikasi inklusif dalam kalangan masyarakat Malaysia.

1.1 Skop Projek

Skop pengguna bagi projek ini merangkumi pelajar, pendidik, serta masyarakat umum yang berminat untuk mempelajari atau menggunakan Bahasa Isyarat Malaysia (BIM). Aplikasi ini tidak merangkumi semua dialek bahasa isyarat antarabangsa dan hanya memfokuskan kepada BIM sebagai bahasa utama bagi memastikan keseragaman serta ketepatan kandungan pembelajaran.

Dari aspek teknikal, projek ini dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan TypeScript sebagai sokongan kepada pembangunan aplikasi yang lebih tersusun dan mudah diselenggara, di samping membantu pelajar pengaturcaraan memahami proses pembangunan sistem secara praktikal. Walau bagaimanapun, skop projek ini mempunyai beberapa limitasi, termasuk penggunaan model Gemini yang bergantung kepada arahan (prompt) tertentu, yang berpotensi menimbulkan ketidaktepatan respons dalam situasi tertentu. Selain itu, terdapat cabaran dari segi pengkomersialan, khususnya berkaitan kebergantungan kepada model AI pihak ketiga serta keperluan penambahbaikan berterusan untuk memastikan kestabilan dan penskalaan aplikasi pada masa hadapan.

1.2 Pernyataan Masalah

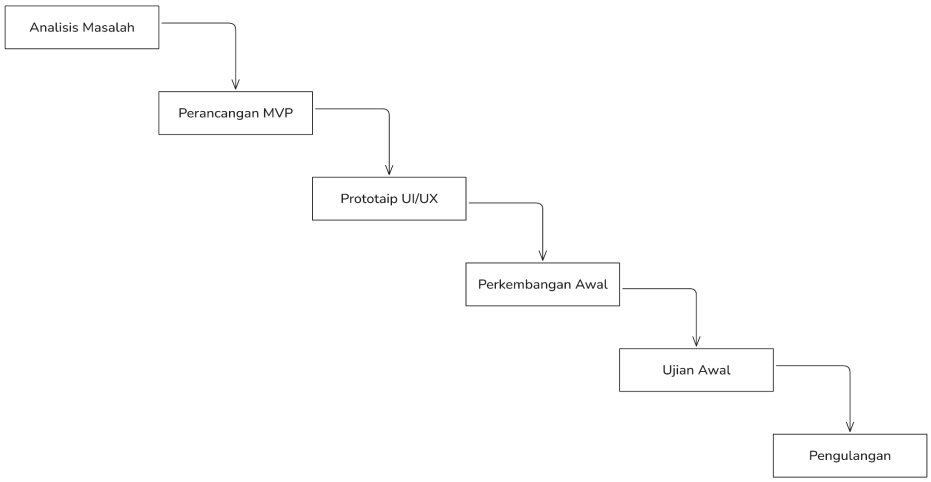
i. Bilangan pengguna BIM (Bahasa Isyarat Malaysia terhad dalam masyarakat Malaysia
ii. Kebanyakan aplikasi sedia ada memfokuskan kepada Bahasa Isyarat Amerika (ASL).
iii. Kekurangan ciri pengecaman dan terjemahan AI masa nyata untuk BIM

1.3 Objektif

i. Meningkatkan kesedaran dan pemahaman terhadap Bahasa Isyarat Malaysia (BIM) dalam kalangan masyarakat.
ii. Menyediakan platform pembelajaran interaktif bagi memudahkan pengguna mempelajari BIM.
iii. Mengurangkan jurang komunikasi antara komuniti pekak dan komuniti pendengaran.

2. METODOLOGI

Projek ini telah dilakukan dalam enam peringkat: analisis masalah, perancangan MVP, prototaip UI/UX, perkembangan awal, ujian awal, pengulangan



Rajah 1. Metodologi

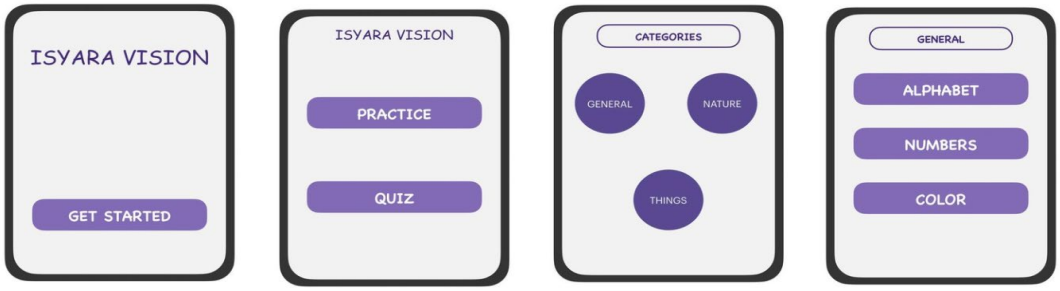
2.1 Analisi Masalah

i. Kekurangan yang terdapat pada aplikasi pembelajaran bahasa isyarat yang boleh didapati di *app store* dikenal pasti
ii. Matlamat projek: Fokus pada pengajaran pengguna BIM, Menggunakan kamera pengecaman kecerdasan buatan (AI) masa nyata untuk menentukan sama ada gerak isyarat yang dibuat oleh pengguna adalah betul atau salah, Menggunakan sistem gamifikasi untuk menarik pengguna menggunakan aplikasi dan mereka susun atur mesra kanak-kanak dan mudah digunakan.
iii. Limitasi projek dikenalpasti:
    a. Kekurangan data BIM yang meluas boleh menyebabkan tafsiran kurang tepat.
    b. Tidak dapat berfungsi tanpa sambungan internet.
    c. Sistem pemarkahan belum mempunyai nilai tambah; markah boleh dijejak tetapi tiada ganjaran atau insentif diberikan.

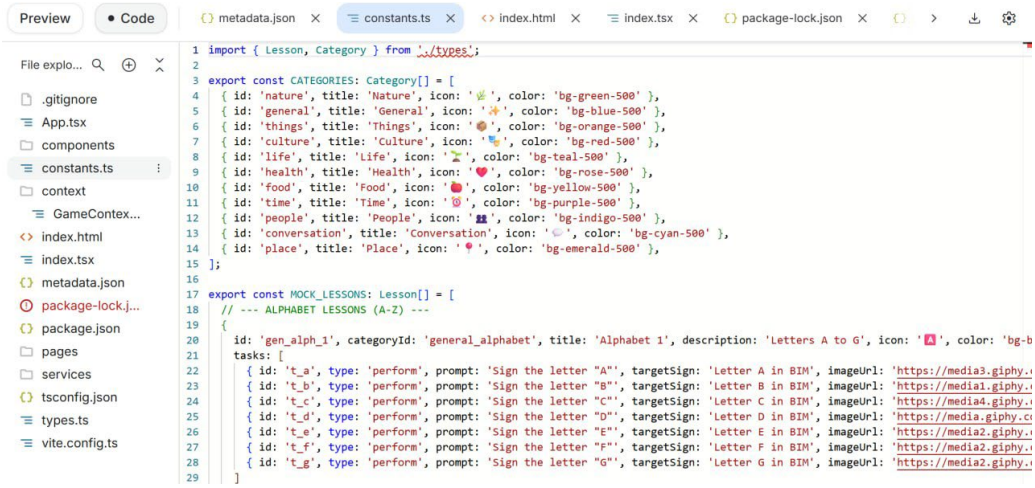
2.2 Perancangan MVP

Perancangan ciri - ciri aplikasi : latihan interaktif menggunakan sistem gamifikasi untuk menguji kefahaman pengguna, pembelajaran secara visual melalui contoh video tutorial, aplikasi yang fokus kepada pembelajaran BIM, penggunaan AI pada masa nyata bagi memastikan ketepatan gerakan tangan.

2.3 Prototaip UI/UX

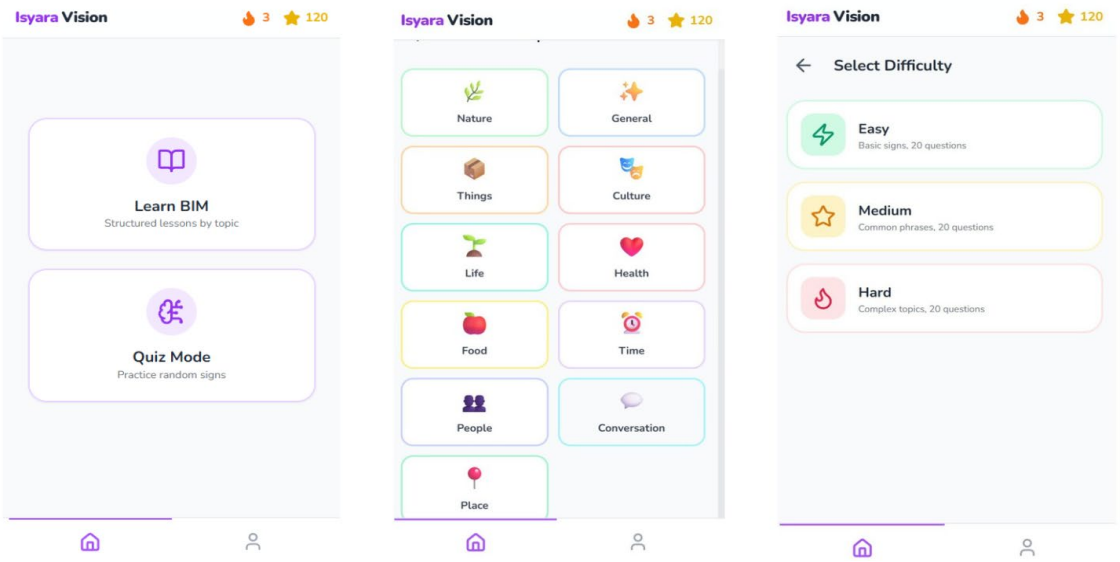


Rajah 2. Prototaip UI/UX



Rajah 3. Kod Aplikasi di *TypeScript*

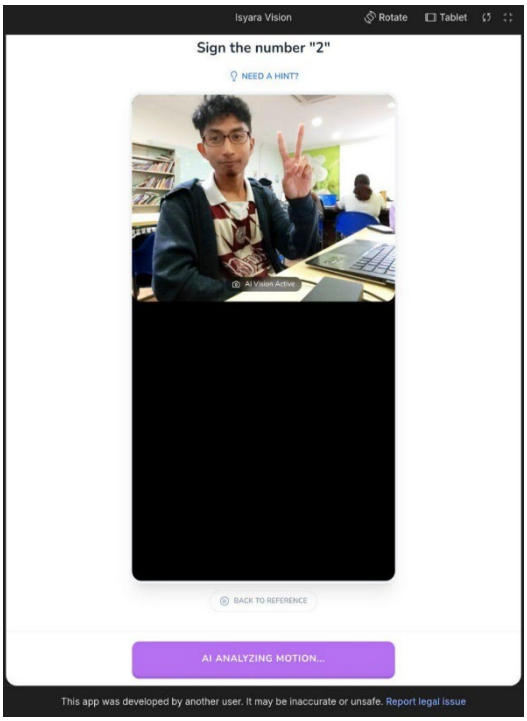
2.4 Perkembangan Awal



Rajah 4. Perkembangan Awal

2.5 Ujian Awal

i. Ujian dijalankan dengan bantuan pelajar.
ii. Mengajar pelajar cara menggunakan Isyara Vision.



Rajah 5. Ujian Awal

2.6 Pengulangan

i. Memantau prestasi aplikasi Isyara Vision serta memastikan sistem pengecaman Bahasa Isyarat Malaysia (BIM) berfungsi dengan baik melalui ujian dan penggunaan harian.
ii. Mengenal pasti dan membaiki ralat dalam kod AI, model pengecaman isyarat, atau integrasi sistem bagi memastikan aplikasi berjalan dengan lancar.
iii. Melaksanakan penambahbaikan sistem seperti meningkatkan ketepatan pengecaman isyarat, menambah set data BIM, serta menambah baik antara muka pengguna (UI/UX).

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Isyara Vision berperanan dalam menambah baik proses komunikasi bagi pengguna Bahasa Isyarat Malaysia (BIM). Secara keseluruhan, maklum balas pengguna menunjukkan penerimaan yang positif terhadap keberkesanan aplikasi ini, dengan majoriti responden menyatakan bahawa ia membantu dalam proses pembelajaran serta komunikasi harian secara lebih efektif.

Dari aspek penerimaan pengguna, aplikasi ini menerima respons yang baik dalam kalangan komuniti tempatan, khususnya kerana keupayaannya memudahkan interaksi yang lebih cepat, jelas dan teratur. Pengintegrasian teknologi Kecerdasan Buatan (AI) turut meningkatkan tahap interaktiviti aplikasi, sekali gus memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih responsif dan menarik. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan keyakinan serta keterlibatan pengguna dalam menggunakan aplikasi ini sebagai medium sokongan komunikasi BIM.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, Isyara Vision berpotensi untuk terus dikembangkan melalui penambahan kategori pembelajaran yang lebih meluas. Selain itu, pilihan pembelajaran bahasa isyarat dari negara lain seperti American Sign Language (ASL) juga akan diimplementasikan ke dalam aplikasi agar dapat diakses oleh pengguna, sekali gus memperluaskan skop penggunaan aplikasi ini di peringkat global.

Dari segi potensi pengkomersialan, aplikasi ini mempunyai nilai pasaran yang tinggi selari dengan peningkatan keperluan terhadap teknologi pendidikan inklusif. Isyara Vision berpotensi untuk diperluaskan sebagai produk digital berasaskan langganan (subscription) kepada institusi pendidikan, pusat latihan, serta individu yang berminat mempelajari bahasa isyarat. Selain itu, aplikasi ini juga boleh menjalin kerjasama strategik dengan Kementerian Pendidikan Malaysia, badan bukan kerajaan (NGO), serta organisasi komuniti pekak bagi memperluaskan penggunaan secara rasmi dalam program pendidikan dan kesedaran awam. Tambahan pula, integrasi teknologi Kecerdasan Buatan (AI) membuka peluang untuk penambahbaikan berterusan seperti analitik pembelajaran pengguna dan penyesuaian kandungan secara peribadi, yang seterusnya meningkatkan daya saing aplikasi di pasaran digital.

Oleh itu, Isyara Vision bukan sahaja berfungsi sebagai medium pembelajaran yang inovatif, malah juga berpotensi tinggi untuk dikomersialkan dengan memanfaatkan teknologi AI dalam menjadikan BIM lebih mudah diakses, interaktif dan inklusif.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek, Dr. Mona Fatin Syazwanee binti Mohamed Ghazali, atas bimbingan berterusan, pandangan yang bernas, serta sokongan yang tidak berbelah bahagi sepanjang pembangunan projek ini. Kepakaran dan dorongan beliau telah banyak membantu dalam memastikan kejayaan projek ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada ahli kumpulan projek, Siti Nursahidatul Balqish Binti Mohd Sahrul , Izz Zikry Bin Abd Halim, Adam Harith Bin Ahmad Shukri, Muhammad Aqil Zharif Bin Mohamad Tuah, Nur Adnin Hasnaa' Binti Mohd Anuar, atas komitmen dan kerjasama yang diberikan. Dedikasi serta semangat kerja berpasukan mereka telah menyumbang secara signifikan kepada kejayaan pembangunan Isyara Vision ini.

RUJUKAN

Akyol, S., & Alvarado, P. (2001, July 3–6). *Finding relevant image content for mobile sign language recognition*. In Proceedings of the IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition and Applications (pp. 48–52). Rhodes, Greece.

Chandran, S. (2025, October 1). Only 60 interpreters for 44,000 deaf Malaysians – why the community struggles. *The Star*. https://www.thestar.com.my/lifestyle/living/2025/10/02/only-60-interpreters-for-44000-deaf-malaysians---why-the-community-struggles

Malaysian Federation of the Deaf. (n.d.). *BIM Sign Bank*. Retrieved January 15, 2026, from https://www.bimsignbank.org/home

Pal, N. R., & Pal, S. K. (1993). *A review on image segmentation techniques*. Pattern Recognition, 26, 1277–1294.

PinjamPro

Muhammad Iman Syamil, Muhammad Faris Danish, Amir Mursyid, Zainab Hassan

Jabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Ungku Omar, Jalan Raja Musa Mahadi, 31400, Ipoh, Perak Darul Ridzuan, Malaysia

*zainabsan@puo.edu.my

ABSTRAK

Projek "PinjamPro" dibangunkan untuk menangani isu pengurusan inventori dan sistem pinjaman alatan yang tidak efisien di Jabatan Matematik, Sains dan Komputer (JMSK), Politeknik Ungku Omar. Masalah utama yang dikenal pasti adalah kebergantungan kepada kaedah manual menggunakan borang manual yang menyebabkan kecicir maklumat, ralat manusia dan kesukaran mengesan peminjam atau alatan. Objektif utama projek PinjamPro dibangunkan bertujuan untuk mendigitalisasikan proses pinjaman peralatan melalui integrasi teknologi kod QR dan platform *no-code* Google AppSheet. Dengan sistem ini, penyelia dan pembantu makmal dapat memantau alatan secara sistematik menerusi pangkalan data awan (Google Sheets) tanpa melibatkan kos pembangunan perisian yang tinggi. Sistem ini turut dilengkapi fungsi penjejakan automatik dan notifikasi amaran untuk pemulangan lewat. Dapatan menunjukkan bahawa PinjamPro berjaya mengurangkan masa peminjaman daripada 15 minit (manual) kepada hanya 2 minit (digital). Selain itu, kadar kesilapan pengisian maklumat pinjaman telah dikurangkan kerana PinjamPro menggunakan kod QR untuk mengenalpasti alatan. Kesimpulannya, projek ini bukan sahaja meningkatkan akauntabiliti dalam kalangan pengguna, malah menyokong matlamat pembangunan mampan (SDG 4, 9 dan 12) melalui memperkasakan persekitaran di Institusi Pendidikan Tinggi, pengurusan fasiliti yang cekap dan sifar kertas. Potensi pengkomersialan sistem ini adalah tinggi terutamanya untuk institusi pendidikan dan kolej vokasional yang masih menggunakan sistem manual.

Kata kunci: PinjamPro, Google AppSheet, kod QR, inventori digital, Politeknik Ungku Omar

1. PENGENALAN

Pengurusan alatan di institusi pendidikan, khususnya di bengkel dan makmal Jabatan Matematik, Sains dan Komputer (JMSK), Politeknik Ungku Omar, masih banyak bergantung kepada kaedah tradisional. Penggunaan borang kertas dan buku log manual bukan sahaja memakan masa, malah terdedah kepada pelbagai isu seperti borang hilang, tulisan yang sukar dibaca, dan ketiadaan sistem peringatan untuk pemulangan alatan (Siti et al., 2020). Masalah ini membawa kepada ketidaktepatan data inventori dan kerugian aset akibat kehilangan alatan yang tidak direkodkan dengan baik.

Selaras dengan cabaran Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) terutamanya SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur) serta SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab), PinjamPro diperkenalkan sebagai satu penyelesaian digital terhadap masalah yang dihadapi di JMSK. Projek ini bertujuan untuk mendigitalisasikan proses pinjaman melalui integrasi teknologi kod QR dan platform *no-code* Google AppSheet (Ahmad, 2021). Melalui penggunaan PinjamPro, pemantauan alatan adalah secara sistematik menerusi pangkalan data awan (Google Sheets).
Objektif khusus projek ini adalah:

i. Merebentuk sistem pinjaman alatan berasaskan aplikasi yang mampu mengesan status alatan secara automatik.
ii. Mengintegrasikan teknologi kod QR untuk pengenalan unit alatan yang unik dan tepat.
iii. Menyediakan sistem amaran visual dan notifikasi automatik bagi kelewatan pemulangan alatan.

2. METODOLOGI

Pembangunan PinjamPro menggunakan model Kitaran Hayat Pembangunan Sistem (SDLC) yang diringkaskan untuk memastikan keberkesanan aplikasi dalam tempoh 18 minggu pelaksanaan.

2.1 Fasa Perancangan dan Analisis

Pada tahap ini, audit inventori dilakukan untuk mengenal pasti senarai alatan di bengkel JMSK. Masalah utama sistem manual dianalisis untuk menentukan keperluan fungsi utama dalam aplikasi PinjamPro.

2.2 Fasa Reka Bentuk dan Pembangunan

Pangkalan data distrukturkan menggunakan Google Sheets. Setiap alatan diberikan kod QR unik yang dijana secara digital. Pembangunan antara muka (UI) dilakukan menggunakan Google AppSheet untuk memastikan aplikasi mesra pengguna dan boleh diakses melalui peranti Android mahupun iOS. Logik automasi ditetapkan untuk memaparkan status amaran pada papan pemuka (*dashboard*) sekiranya alatan tidak dipulangkan dalam tempoh yang telah ditetapkan (Tan,2023).

2.3 Fasa Pengujian

Ujian rintis dijalankan di bengkel untuk membandingkan kepantasan sistem PinjamPro berbanding sistem manual. Parameter yang diuji termasuk ketepatan imbasan kod QR, kelajuan kemas kini pangkalan data, dan keberkesanan sistem amaran visual.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil pelaksanaan menunjukkan perbezaan prestasi yang signifikan antara kaedah lama dan sistem PinjamPro. Langkah pendigitalan dalam makmal akademik melalui teknologi QR ini merupakan komponen penting dalam transformasi digital pendidikan (Smith, 2021).

3.1 Kecekapan Masa dan Operasi

Berdasarkan data eksperimen, proses merekod pinjaman secara manual mengambil masa purata 15 minit, merangkumi pengisian borang dan pencarian fail. Dengan PinjamPro, masa tersebut dipendekkan kepada hanya 2 minit (Rujuk Jadual 1).

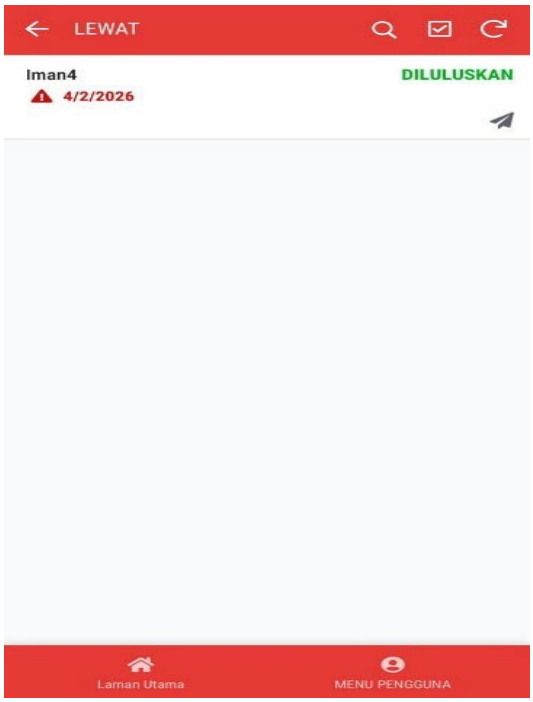
Jadual 1. Perbandingan Masa Operasi

Proses	Sistem Manual	PinjamPro
Merekod Pinjaman	10 Minit	1 Minit
Pengemaskinian Rekod	5 Minit	1 Minit
Jumlah Masa	**15 Minit**	**2 Minit**

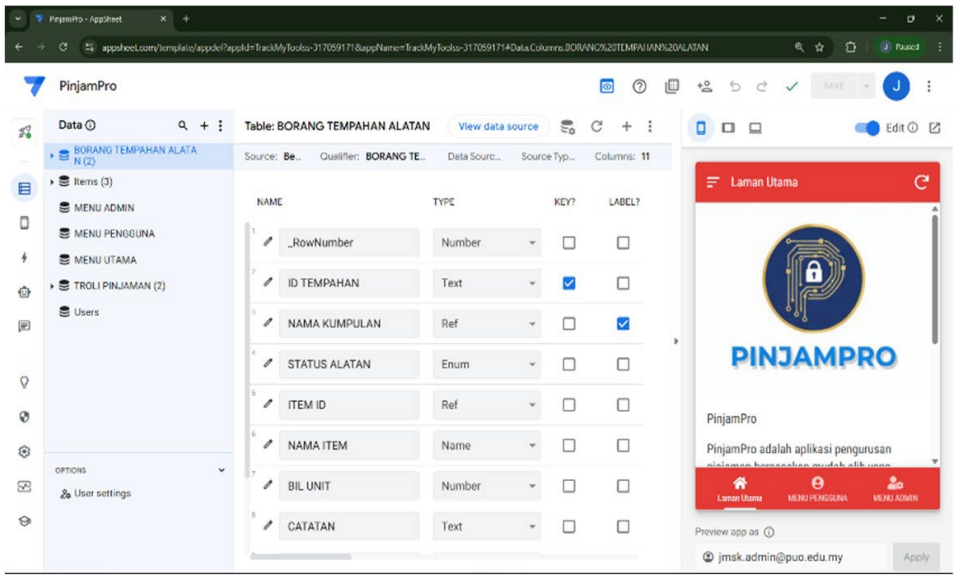
3.2 Ciri Unik dan Keaslian

PinjamPro menawarkan beberapa ciri inovatif yang tidak terdapat dalam sistem pengurusan aset tradisional:

i. Papan Pemuka Pintar: Membolehkan pentadbir meluluskan pinjaman dengan satu klik sahaja.
ii. Sistem Amaran Visual: Paparan warna (contoh: Merah untuk lewat) memudahkan pemantauan segera.
iii. Pembangunan Tanpa Kod: Membuktikan bahawa penyelesaian digital yang berkesan boleh dibangunkan dengan kos hampir sifar menggunakan platform sedia ada.



Rajah 1. Sistem Amaran Visual



Rajah 2. Pembangunan Tanpa Kod

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, PinjamPro berjaya membuktikan bahawa inovasi tempatan mampu menyelesaikan masalah pengurusan fasiliti dengan cara yang kos efektif. Sistem ini bukan sahaja menghapuskan penggunaan kertas (sifar kertas), malah mengurangkan masa untuk mengemas kini peralatan.

Potensi komersial dan cadangan masa depan:

i Sasaran Pasaran: Sistem ini sangat relevan untuk diaplikasikan di semua jabatan dalam PUO, rangkaian Politeknik Malaysia, Kolej Vokasional, dan sekolah menengah yang mempunyai makmal sains atau bengkel kemahiran.
ii Kelestarian: Penggunaan infrastruktur awan memastikan data selamat dan boleh diakses di mana-mana sahaja.
iii Peningkatan Masa Depan: Cadangan untuk mengintegrasikan sistem biometrik atau pengecaman wajah bagi meningkatkan lagi tahap keselamatan akses data.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Puan Zainab Binti Hassan selaku penyelia projek atas bimbingan dan kepakaran yang diberikan. Terima kasih juga kepada Jabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Ungku Omar atas kemudahan fasiliti dan sokongan sepanjang pembangunan projek ini.

RUJUKAN

Ahmad, Z. (2021). Aplikasi Kod QR dalam Pengurusan Aset. *Jurnal Teknologi Digital, 4*(1), 1218.

Siti, R., et al. (2020). Kelemahan Pengurusan Inventori Manual di Institusi Pendidikan. *Jurnal Pengurusan, 22*(3), 101-115.

Smith, J. (2021). Digital Transformation in Academic Labs using QR Technology. *Journal of Educational Technology, 15*(2), 45-50.

Tan, K. L. (2023). Smart Notification Systems in Asset Management. *International Journal of Information Systems, 10*(4), 88-94.

Wang, H. (2022). The Rise of No-Code Development Platforms. *Tech Review, 33*(5), 200-215.

Hydrospark: Titis-Titis, Terus Bertenaga!

Kashvita Sri Ramulu, Nur Qystina Muhammad Daniel Hafiz, Nurul Sabihah Nor Shahbani, Dayang Nurul Marfikah, Yashnie Jayabalan, Emma Ziezie Mohd Tarmizi*

Centre for Foundation Studies in Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

*emma@upm.edu.my

ABSTRAK

Projek Hydrospark merupakan satu inovasi yang memanfaatkan titisan air sebagai sumber untuk menjana tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik. Apabila titisan air jatuh secara berterusan, perbezaan keupayaan terhasil dan cas elektrik terkumpul sehingga menghasilkan percikan kecil. Fenomena ini membuktikan bahawa tenaga mekanikal daripada pergerakan air boleh ditukarkan kepada tenaga elektrik secara ringkas dan berkesan. Projek ini mengetengahkan potensi tenaga mikro daripada proses semula jadi yang sering tidak dimanfaatkan, di samping memperkenalkan pendekatan pembelajaran elektrostatik yang lebih praktikal dan kos efektif. Berbanding kaedah pembelajaran berasaskan teori semata-mata, Hydrospark menyediakan pengalaman hands-on yang mampu meningkatkan penglibatan serta minat pelajar dalam memahami konsep sains. Sehubungan itu, projek ini bertujuan membangunkan alat pembelajaran yang mudah, mampu milik, dan mesra pelajar untuk menjana elektrik. Selain meningkatkan kefahaman terhadap konsep elektrostatik dan penukaran tenaga, projek ini turut menggalakkan penerapan inovasi sains melalui pendekatan eksperimen yang interaktif. Hydrospark berpotensi menjadi medium pembelajaran STEM yang kreatif serta membuka ruang kepada penerokaan lanjut dalam bidang tenaga alternatif berskala kecil.

Kata kunci: Hydrospark, elektrostatik, titisan air, tenaga elektrik, alat pembelajaran.

1. PENGENALAN

HydroSpark dibangunkan sebagai satu inovasi pendidikan yang memanfaatkan fenomena semula jadi bagi penjanaan tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik, iaitu pengumpulan dan pemindahan cas elektrik akibat perbezaan keupayaan (Britannica Editors, 2020). Dalam sistem ini, titisan air yang jatuh secara berterusan mampu menghasilkan cas elektrik melalui proses aruhan elektrostatik, selari dengan mekanisme Kelvin water dropper yang telah lama dikaji dalam bidang fizik (Desmet et al., 1989; Gomez-Marin et al., 2013).

Kajian terkini turut menunjukkan bahawa sistem berasaskan titisan air mempunyai potensi besar dalam penjanaan tenaga mikro serta pembangunan teknologi tenaga lestari berskala kecil (Mora et al., 2024; Zhang et al., 2023). Walau bagaimanapun, aplikasi konsep ini masih kurang dimanfaatkan dalam konteks pendidikan, terutamanya sebagai alat pembelajaran yang praktikal dan mudah diakses oleh pelajar. Kebanyakan pendekatan pembelajaran sains masih bergantung kepada teori, sekali gus mengehadkan pemahaman pelajar terhadap konsep abstrak seperti elektrostatik dan penukaran tenaga.

Selain itu, alat eksperimen sains yang sedia ada di makmal lazimnya memerlukan kos yang tinggi serta penggunaan peralatan yang kompleks, menyebabkan penggunaannya terhad dalam persekitaran pembelajaran biasa. Oleh itu, terdapat keperluan untuk membangunkan alat pembelajaran yang lebih ringkas, kos efektif dan mesra pengguna tanpa menjejaskan nilai saintifiknya.

Sehubungan itu, projek HydroSpark diperkenalkan sebagai satu penyelesaian inovatif yang menggabungkan konsep elektrostatik dengan aplikasi praktikal melalui penggunaan bahan kitar semula dan reka bentuk yang mudah dibina. Projek ini bertujuan untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep asas fizik seperti cas elektrik, aruhan elektrostatik dan penukaran tenaga, di samping menyokong pendekatan pembelajaran STEM yang lebih interaktif, kreatif dan berimpak tinggi.

2. METODOLOGI

Proses pembinaan projek HydroSpark dilaksanakan secara berperingkat bagi memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik dan mencapai objektif kajian. Projek ini dibina berasaskan konsep penjanaan tenaga elektrik melalui titisan air menggunakan prinsip elektrostatik yang telah digunakan dalam sistem Kelvin water dropper (Xie et al., 2014; Yazdanshenas et al., 2018). Sepanjang proses pembinaan, bahan yang mudah diperoleh, berkos rendah dan mesra alam telah dipilih supaya projek ini sesuai digunakan sebagai bahan demonstrasi pendidikan.

Pada peringkat awal, rangka pembinaan HydroSpark dibentuk menggunakan paip PVC sebagai struktur sokongan kerana sifatnya yang ringan, kukuh dan mudah dipotong mengikut saiz yang diperlukan. Blok kayu digunakan sebagai tapak utama bagi memastikan kestabilan keseluruhan struktur semasa eksperimen dijalankan. Semua komponen telah disusun dengan teliti supaya kedudukan botol air, gelang induksi dan tin pengumpul berada dalam keadaan seimbang serta selamat digunakan. Seterusnya, sistem penitisan air telah disediakan. Sebuah botol plastik terpakai digunakan sebagai takungan air kerana mudah diperoleh dan boleh dikitar semula. Pada penutup botol, satu lubang kecil telah dibuat dan penitis dipasang bagi mengawal kadar aliran air keluar secara perlahan dan berterusan. Kawalan titisan air adalah penting kerana saiz dan kelajuan titisan mempengaruhi jumlah cas elektrostatik yang terhasil (Mora et al., 2024).

Pada langkah berikutnya, gelang induksi telah dibina menggunakan tin logam yang dibentuk menjadi gelang bulat dan dipasang pada bahagian tengah rangka. Gelang ini berfungsi sebagai medium aruhan elektrostatik apabila titisan air melaluinya. Kedudukan gelang telah dilaraskan supaya titisan air jatuh tepat melalui bahagian tengah gelang tanpa menyentuh permukaan logam, bagi meningkatkan kecekapan pemindahan cas (Gomez-Marin et al., 2013).

Kemudian, tin pengumpul cas telah disediakan dengan meletakkan satu tin logam di bahagian bawah rangka sebagai bekas penerima titisan air selepas melalui gelang induksi. Tin ini berfungsi untuk mengumpulkan cas elektrik yang dibawa oleh titisan air. Kedudukannya telah disusun tepat di bawah laluan titisan bagi memastikan pengumpulan air berlaku dengan sempurna tanpa tumpahan.

Akhir sekali, penyambungan litar telah dilakukan menggunakan wayar buaya. Wayar tersebut digunakan untuk menyambungkan gelang induksi dengan tin pengumpul cas. Sambungan ini penting bagi membolehkan cas elektrik dipindahkan dan dikumpulkan secara berterusan (Xie et al., 2014). Semua sambungan telah diperiksa bagi memastikan sentuhan logam adalah kemas dan tiada gangguan pada aliran cas elektrik.

Secara keseluruhannya, metodologi pembinaan HydroSpark melibatkan pembinaan rangka, pemasangan komponen utama serta penambahbaikan secara berperingkat. Kaedah ini dipilih kerana mudah dilaksanakan, menjimatkan kos dan sesuai digunakan untuk menunjukkan konsep penukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik dalam pembelajaran sains dan fizik (Desmet et al., 1989).

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

HydroSpark telah berjaya menunjukkan bahawa tenaga elektrik boleh dijana daripada titisan air melalui proses elektrostatik. Sistem ini telah menghasilkan percikan elektrik kecil yang dapat dilihat, sekali gus membuktikan keberkesanan pemindahan tenaga daripada mekanikal kepada elektrik seperti yang dilaporkan dalam kajian Kelvin water dropper (Mora et al., 2024; Xie et al., 2014).

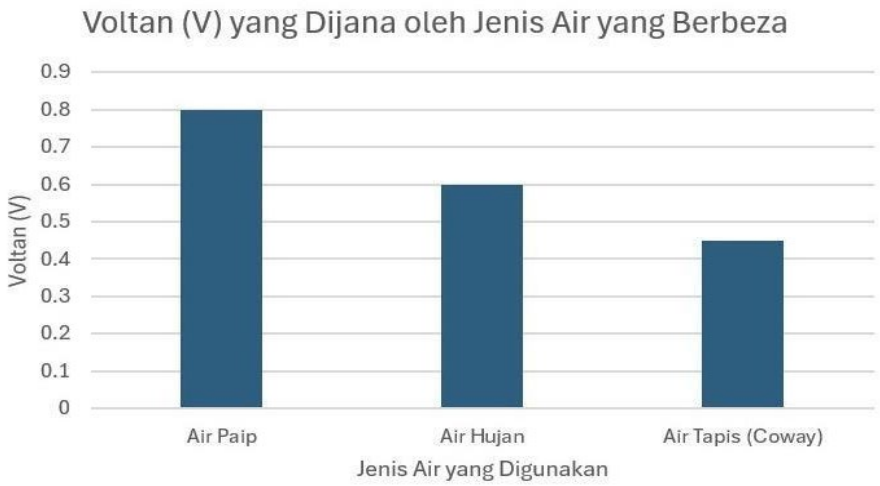
Dari segi pendidikan, alat ini dapat digunakan untuk membantu pelajar memahami konsep seperti pertukaran tenaga, cas elektrik dan Hukum Coulomb dengan lebih jelas (Britannica Editors, 2020). Selain itu, penggunaan bahan kitar semula telah menjadikan projek ini lebih lestari dan mesra alam. Perbandingan dengan produk lain menunjukkan bahawa HydroSpark adalah lebih kos efektif, mudah diakses dan sesuai digunakan oleh pelajar berbanding peralatan makmal yang kompleks dan mahal (Gomez-Marin et al., 2013).

Jadual 1. Kekuatan spark yang dihasilkan bagi tiga jenis air

JENIS AIR	PEMERHATIAN
Air Paip	Spark tertinggi
Air Hujan	Spark sederhana
Air Tapis (Coway)	Spark terendah

Daripada pemerhatian seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 dan Rajah 1, didapati bahawa spark tertinggi telah dihasilkan oleh air paip kerana kandungan mineralnya yang lebih tinggi berbanding air hujan dan air tapis. Oleh itu, air yang mengandungi lebih banyak mineral didapati membawa lebih banyak cas dan seterusnya menghasilkan spark yang lebih tinggi, selari dengan konsep kekonduksian ion dalam cecair (Yazdanshenas et al., 2018).

Tambahan pula, dapatan ini menyokong kajian terkini yang menunjukkan bahawa sifat fizikal dan kimia titisan air memainkan peranan penting dalam keberkesanan sistem penjanaan tenaga berskala kecil (Zhang et al., 2023).



Rajah 1. Voltan (V) yang dijana oleh jenis air yang berbeza melawan Voltan (V)

4. KESIMPULAN

HydroSpark telah berjaya membuktikan bahawa titisan air berupaya menjana tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik, sekali gus mengesahkan penukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik dalam skala mikro. Keberkesanan sistem ini ditunjukkan melalui penghasilan percikan elektrik serta perbezaan kekuatan spark berdasarkan jenis air, yang dipengaruhi oleh kandungan mineral dan keupayaan membawa cas.

Dari perspektif pendidikan, HydroSpark menyediakan pendekatan pembelajaran berasaskan eksperimen yang lebih interaktif dan bermakna, khususnya dalam membantu pelajar memahami konsep elektrostatik, Hukum Coulomb, dan penukaran tenaga secara visual dan hands-on. Penggunaan bahan kos rendah dan kitar semula turut menjadikan projek ini sebagai alternatif yang praktikal, lestari, dan mudah diakses berbanding peralatan makmal konvensional.

Selain itu, projek ini selari dengan perkembangan kajian semasa dalam bidang penjanaan tenaga berasaskan titisan air, sekali gus menunjukkan potensi aplikasi yang lebih luas dalam teknologi tenaga alternatif berskala kecil. Pada masa hadapan, HydroSpark berpotensi dikembangkan sebagai kit pembelajaran komersial yang inovatif, serta menjadi platform asas untuk penyelidikan lanjut dalam bidang tenaga lestari dan pendidikan STEM.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada ibu bapa anak-anak istimewa serta Dr Emma Ziezie, pensyarah fizik kuliah, atas segala sokongan yang telah diberikan sepanjang PITRAM 2026. Ucapan terima kasih turut dirakamkan kepada Pusat Asasi Sains Pertanian, Universiti Putra Malaysia (UPM) atas sokongan, dorongan serta penyediaan platform bagi menjayakan projek inovasi ini. Penghargaan khas juga telah diberikan kepada ahli kumpulan atas komitmen dan kreativiti yang telah ditunjukkan dalam merealisasikan pembangunan projek Hydrospark.

RUJUKAN

Britannica Editors. (2020, June 25). Electrostatics: Definition & formulas. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/electrostatics

Desmet, S., Orban, F., & Grandjean, F. (1989). On the Kelvin electrostatic generator. *European Journal of Physics*, 10(2), 118–122. https://doi.org/10.1088/0143-0807/10/2/008

Gomez-Marin, A., van Hoeve, W., García-Sánchez, P., Shui, L., Xie, Y., Fontelos, M. A., Eijkel, J. C. T., van den Berg, A., & Lohse, D. (2013). The microfluidic Kelvin water dropper. *Lab on a Chip*, 13(23), 4503–4506. https://doi.org/10.1039/C3LC50782K

Mora, T., et al. (2024). Spontaneous electrification of falling water droplets generates high voltage in miniaturized Kelvin water droppers. *Science Advances*, 10(7), eadi2993. https://doi.org/10.1126/sciadv.adi2993

Xie, Y., et al. (2014). Pressure-driven ballistic Kelvin's water dropper for energy harvesting. *Lab on a Chip*, 14(21), 4087–4093. https://doi.org/10.1039/C4LC00740A

Yazdanshenas, E., Tang, Q., & Zhang, X. (2018). Electrowetting using a microfluidic Kelvin water dropper. *Micromachines*, 9(3), 92. https://doi.org/10.3390/mi9030092

Zhang, Y., et al. (2023). Recent advances in droplet-based energy harvesting systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 180, 113298. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113298

Lin, Z., et al. (2024). Water droplet energy harvesting: Fundamentals and advances. *Droplet*, 3(1), e97. https://doi.org/10.1002/dro2.97

Li, Y., et al. (2024). A droplet-based electricity generator incorporating Kelvin water dropper with ultrahigh instantaneous power density. *Droplet*, 3(2), e122.

Ko, J., et al. (2025). Electrostatic charge induction in droplets for energy harvesting. *Chemical Engineering Journal*, 475, 146512. https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.146512

EcoBriq: Inovasi Briket Bioarang Mesra Alam Berasaskan Sisa Industri Cendawan

Ameera Aisya Abdul Azim, Muhammad Lutfi Al-hakim Che Bakar, Nik Maira Myhani Nik Samri, Muhammad Afiq Abdul Rahman, Azham Mohamad*

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia

*azham@upm.edu.my

ABSTRAK

Industri cendawan menghasilkan sisa substrat cendawan terpakai (SMS) dalam kuantiti yang besar dan berterusan. Dianggarkan bahawa bagi setiap 1 kg cendawan yang dihasilkan, sekitar 5 kg SMS terhasil, menjadikannya salah satu sumber utama sisa biojisim pertanian. Di Malaysia, pengeluaran cendawan mencapai 12,787 tan metrik pada tahun 2023, menunjukkan penjanaan SMS yang besar sepanjang tahun. Pelupusan SMS yang tidak teratur boleh menyebabkan pencemaran alam sekitar dan pembebasan gas rumah hijau. Kajian ini memperkenalkan EcoBriq sebagai inovasi dalam pemanfaatan SMS kepada bahan api pepejal melalui proses penukaran menjadi bioarang dan briket. Objektif kajian adalah untuk menilai potensi SMS sebagai bahan api boleh diperbaharui dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualiti briket yang dihasilkan. Metodologi kajian melibatkan ulasan literatur dan analisis konsep bagi proses pirolisis dan pemadatan menggunakan bahan pengikat semula jadi. Dapatan menunjukkan bahawa bioarang daripada SMS memiliki nilai kalori yang lebih tinggi berbanding bahan mentah asal, manakala briket menunjukkan peningkatan dari segi ketumpatan tenaga, kestabilan pembakaran, dan kekuatan fizikal. Cabaran utama termasuk variasi komposisi bahan mentah dan kandungan lembapan. Kesimpulannya, EcoBriq berpotensi sebagai penyelesaian lestari dalam pengurusan sisa pertanian dan alternatif bahan api yang mesra alam, menyokong ekonomi kitaran dan pembangunan tenaga boleh diperbaharui.

Kata kunci: sisa substrat cendawan; bioarang; briket; biojisim; tenaga boleh diperbaharui

1. PENGENALAN

Industri cendawan telah berkembang dengan pesat dalam beberapa dekad kebelakangan ini, menyumbang kepada penjanaan sisa substrat cendawan terpakai (SMS) dalam jumlah yang besar. SMS merupakan bahan buangan yang terhasil selepas proses penuaian cendawan selesai, terdiri daripada campuran bahan lignoselulosa seperti serbuk kayu, jerami, dedak, dan bahan tambahan lain yang digunakan sebagai medium pertumbuhan cendawan (Ma et al. 2025). Nisbah penjanaan SMS adalah menakjubkan dengan setiap 1 kg cendawan yang dihasilkan, kira-kira 5 kg SMS dibuang (Grimm dan Wösten 2018).

Di Malaysia, pengeluaran cendawan mencapai 12,787 tan metrik pada tahun 2023 (Jabatan Pertanian Malaysia 2024), bermakna lebih 63,000 tan SMS dijana setiap tahun. Pembuangan SMS yang tidak sistematik boleh menyebabkan pencemaran tanah, badan air,

dan penjanaan gas rumah hijau seperti metana dan karbon dioksida (Gupta et al. 2025). Justeru, keperluan untuk memanfaatkan SMS secara produktif adalah mendesak.

EcoBriq diperkenalkan sebagai inovasi bertujuan mengubah SMS daripada bahan buangan kepada bahan api pepejal bernilai tinggi. Melalui proses pirolisis, SMS ditukar kepada bioarang dengan nilai kalori yang lebih tinggi, seterusnya dipadatkan menjadi briket yang mudah dikendalikan dan digunakan. Kajian ini bertujuan untuk: (i) menilai ciri-ciri SMS sebagai bahan mentah bagi pengeluaran bioarang dan briket, (ii) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualiti briket SMS, dan (iii) meneroka potensi ekonomi dan alam sekitar EcoBriq dalam konteks ekonomi kitaran.

2. METODOLOGI

Kajian ini dijalankan menggunakan pendekatan ulasan literatur sistematik dan analisis konsep. Sumber-sumber yang dikaji merangkumi artikel jurnal yang berkaitan dengan pengeluaran bioarang dan briket daripada biojisim lignoselulosa, khususnya SMS. Rangka kerja kajian meliputi dua proses utama: pengeluaran bioarang melalui pirolisis dan pengeluaran briket melalui pemadatan. Rajah 1 menunjukkan aliran proses EcoBriq secara keseluruhan.



Rajah 1. Aliran proses pengeluaran briket bioarang EcoBriq

2.1 Penghasilan Bioarang

SMS yang diperoleh dari ladang cendawan dikeringkan terlebih dahulu untuk mengurangkan kandungan lembapan pada tahap yang sesuai (di bawah 15%). Proses pengeringan dilakukan secara semula jadi di bawah Cahaya matahari. Selepas pengeringan, SMS menjalani proses pirolisis iaitu pemanasan pada suhu tinggi (300–600°C) dalam keadaan tanpa oksigen atau oksigen terhad. Proses ini mengurai bahan organik dalam SMS dan menghasilkan bioarang yang kaya karbon, cecair bio, dan gas boleh bakar. Suhu pirolisis merupakan faktor kritikal yang menentukan ciri bioarang yang terhasil, suhu lebih tinggi menghasilkan bioarang dengan nilai kalori lebih tinggi tetapi hasil yang lebih rendah (Liu et al. 2024).

2.2 Penghasilan Briket

Bioarang yang terhasil dikisar kepada saiz zarah yang seragam (0.5–2 mm) sebelum dicampur dengan bahan pengikat semula jadi seperti kanji ubi kayu, kanji jagung, atau campuran tanah liat. Nisbah campuran yang optimum antara bioarang dan bahan pengikat dikaji berdasarkan literatur sedia ada untuk memastikan kekuatan mekanikal dan nilai kalori yang terbaik. Campuran kemudiannya dipadatkan menggunakan acuan silinder atau bata pada tekanan tertentu, kemudian dikeringkan untuk menghasilkan briket EcoBriq yang siap untuk digunakan. Ujian asas seperti ujian kekerasan, pembakaran dan penghasilan asap dijalankan bagi mendapatkan formulasi yang terbaik.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Analisis literatur menunjukkan bahawa SMS memiliki komposisi lignoselulosa yang sesuai untuk pengeluaran bahan api pepejal. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam SMS menyumbang kepada nilai kalori yang boleh ditingkatkan melalui proses terma. Proses pirolisis meningkatkan potensi SMS untuk digunakan sebagai bahan bakar yang berkesan.

3.1 Kesan Pirolisis Terhadap Nilai Kalori

Proses pirolisis terbukti secara konsisten meningkatkan nilai kalori SMS. SMS mentah biasanya mempunyai nilai kalori antara 14–17 MJ/kg, manakala bioarang yang dihasilkan pada suhu pirolisis 400–500°C boleh mencapai nilai kalori antara 25–30 MJ/kg (Koido et al. 2021). Peningkatan ini berlaku kerana proses pirolisis mengeluarkan komponen lembapan dan bahan organik yang mudah meruap, meninggalkan residu karbon yang lebih terpekat. Selain itu, bioarang SMS mengandungi struktur karbon stabil yang menyumbang kepada kestabilan semasa penyimpanan dan pembakaran (Liu et al. 2024).

3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualiti Briket

Beberapa faktor utama mempengaruhi kualiti briket SMS yang dihasilkan. Pertama, saiz zarah bioarang mempengaruhi ketumpatan dan kekuatan briket. Zarah yang lebih halus menghasilkan briket yang lebih padat dan kuat. Kedua, kandungan lembapan dalam campuran semasa pemadatan mempengaruhi kepadatan dan keupayaan pembakaran briket. Kandungan lembapan optimum antara 10–15% menghasilkan briket dengan kekuatan mekanikal yang baik. Ketiga, jenis dan nisbah bahan pengikat sangat mempengaruhi kekuatan mekanikal briket. Kajian menunjukkan bahawa kanji ubi kayu pada kepekatan 5–10% memberikan kekuatan ikatan yang baik tanpa menjejaskan nilai kalori secara ketara (Zhang et al. 2018).

3.3 Potensi Alam Sekitar dan Ekonomi

EcoBriq menawarkan manfaat berganda dari perspektif alam sekitar dan ekonomi. Dari segi alam sekitar, penggunaan SMS sebagai bahan mentah mengurangkan jumlah sisa pertanian yang perlu dibuang, sekaligus mengurangkan potensi pencemaran dan pembebasan gas rumah hijau. Proses pembakaran bioarang juga lebih bersih berbanding

pembakaran bahan api fosil dan biojisim mentah. Dari segi ekonomi, EcoBriq berpotensi menyediakan sumber pendapatan tambahan kepada pekebun cendawan melalui penjualan SMS sebagai bahan mentah, selain menyediakan pilihan bahan api yang lebih murah dan mapan kepada pengguna domestik dan industri.

3.4 Cabaran dan Limitasi

Walaupun berpotensi besar, beberapa cabaran perlu diatasi. Variasi dalam komposisi SMS bergantung kepada jenis cendawan, medium pertumbuhan, dan amalan pertanian boleh menyebabkan isu konsisten dalam kualiti bioarang dan briket yang dihasilkan. Selain itu, kekuatan mekanikal briket SMS pada umumnya lebih rendah berbanding briket arang batu, memerlukan ujian optimum berterusan dalam formulasi bahan pengikat dan parameter pemadatan. Pemindahan skala pengeluaran daripada makmal kepada skala komersial juga memerlukan pelaburan dalam peralatan dan infrastruktur.

4. KESIMPULAN

EcoBriq mewakili inovasi yang berpotensi tinggi dalam pemanfaatan sisa substrat cendawan terpakai sebagai bahan api pepejal lestari. Melalui proses pirolisis dan pemadatan, SMS yang sebelum ini merupakan bahan buangan pertanian dapat ditukar menjadi briket bioarang dengan nilai tenaga yang lebih tinggi, kestabilan pembakaran yang baik, dan kemudahan pengendalian yang lebih tinggi berbanding bahan mentah asal.

EcoBriq berpotensi sebagai: (i) penyelesaian lestari dalam pengurusan sisa industri cendawan, (ii) bahan api alternatif yang mesra alam untuk kegunaan domestik dan industri, dan (iii) penyumbang kepada matlamat tenaga boleh diperbaharui negara. Dari sudut pengkomersialan, EcoBriq boleh dipasarkan kepada industri makanan dan minuman, industri kecil, serta pengguna domestik sebagai alternatif kepada arang kayu konvensional.

Kajian lanjut perlu dijalankan untuk menguji pelbagai formulasi bahan pengikat, serta menilai prestasi EcoBriq melalui ujian pembakaran terkawal. EcoBriq berpotensi menjadi produk komersial yang berdaya saing dalam pasaran bahan api pepejal Malaysia dan serantau selain menjadikan industri cendawan lebih lestari dan mampan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Pusat Asasi Sains, Universiti Putra Malaysia atas sokongan akademik dan kemudahan penyelidikan yang disediakan. Terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek inovasi EcoBriq ini.

RUJUKAN

Department of Agriculture Malaysia. (2024). Perangkaan agromakanan 2023. Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan Malaysia.

Grimm, D., & Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7795–7803. https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8

Gupta, G., Maurya, S., & Singh, D. (2025). Waste to wealth: sustainable approach of alchemizing mushroom SMS into bioenergy. *Bioresource Technology*, 133767.

Koido, K., Ogura, T., Matsumoto, R., Endo, K., & Sato, M. (2021). Spent mushroom substrate performance for pyrolysis, steam co-gasification, and ash melting. *Biomass and Bioenergy*, 145, 105954.

Liu, B., Xing, Z., Xue, Y., Zhang, J., & Zhai, J. (2024). Effect of Pyrolysis Temperature on the Carbon Sequestration Capacity of Spent Mushroom Substrate Biochar in the Presence of Mineral Iron. *Molecules*, 29(23), 5712.

Ma, X., Yan, S., & Wang, M. (2025). Spent mushroom substrate: A review on present and future of green applications. *Journal of Environmental Management*, 373, 123970.

Zhang, G., Sun, Y., & Xu, Y. (2018). Review of briquette binders and briquetting mechanism. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 477-487.

Hydra Nova

Muhammad Ikmal Hakim, Ahmadi Naim, Muhammad Hafiz, Nur Asiqin

Jabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Ungku Omar,Jalan Raja Musa Mahadi,31400, Ipoh, Perak Darul Ridzuan, Malaysia

*hakimikmal656@uitm.edu.my

ABSTRAK

Projek Hydra Nova dibangunkan untuk menangani isu pembaziran air hujan dan kebergantungan tinggi terhadap air paip dalam kalangan pengguna. Walaupun Malaysia menerima taburan hujan yang tinggi, air hujan masih kurang dimanfaatkan kerana mengandungi kotoran dan mikroorganisma yang menjejaskan kualiti air.Objektif utama projek ini adalah untuk membangunkan sistem penapisan air hujan kos rendah yang efektif serta mudah digunakan untuk kegunaan harian. Metodologi kajian melibatkan reka bentuk sistem menggunakan perisian CAD, pemilihan media penapis seperti batu kerikil, pasir, arang aktif dan kapas penapis, serta pembinaan prototaip menggunakan teknologi percetakan 3D. Sistem ini turut mengintegrasikan pensterilan UV bagi meningkatkan kualiti air dengan mengurangkan mikroorganisma berbahaya.Dapatan kajian menunjukkan bahawa sistem Hydra Nova berjaya meningkatkan kejernihan air dan mengurangkan kekotoran secara signifikan. Air yang ditapis sesuai digunakan untuk kegunaan harian seperti mencuci dan pembersihan.Kesimpulannya, projek ini bukan sahaja menawarkan penyelesaian praktikal dan kos efektif, malah berpotensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai sistem penapisan air hujan bagi kegunaan rumah. Projek ini juga menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 6, 12 dan 13) melalui pengurusan sumber air secara lestari.

Kata kunci: Penapisan air hujan, UV, sistem kos rendah, kelestarian, penggunaan semula air.

1. PENGENALAN

Penggunaan air hujan sebagai sumber alternatif masih kurang dimanfaatkan walaupun Malaysia menerima taburan hujan yang tinggi sepanjang tahun. Kebanyakan air hujan yang dikumpul mengandungi kekotoran seperti habuk, sedimen dan mikroorganisma yang menyebabkan ia tidak sesuai digunakan secara terus tanpa rawatan.

Selain itu, kebergantungan kepada air paip terawat semakin meningkat dan memberi kesan kepada kos sara hidup masyarakat. Sistem penapisan air sedia ada pula kebanyakannya mahal dan kurang praktikal untuk kegunaan domestik.

Seiring dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG), khususnya SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi), SDG 12 (Penggunaan Bertanggungjawab) dan SDG 13 (Tindakan Iklim), projek Hydra Nova diperkenalkan sebagai penyelesaian inovatif. Sistem ini menggabungkan penapisan berlapis dan teknologi UV dalam satu reka bentuk kompak menggunakan percetakan 3D.

Objektif khusus projek ini adalah:

1. Membangunkan sistem penapisan air hujan kos rendah.
2. Mengintegrasikan penapisan fizikal dan UV.
3. Menghasilkan sistem yang mudah digunakan dan praktikal

2. METODOLOGI

Pembangunan Hydra Nova melibatkan beberapa fasa utama:

2.1 Fasa Reka Bentuk

Reka bentuk sistem dilakukan menggunakan perisian CAD bagi menentukan susun atur komponen dan aliran air. Faktor seperti kecekapan penapisan, kapasiti dan kemudahan pemasangan diambil kira.

2.2 Fasa Pemilihan Bahan

Media penapis dipilih berdasarkan fungsi.Lapisan pertama ialah batu kerikil yg berfungsi untuk menapis kotoran kasar.Seterusnya ialah pasir yang berfungsi untuk menapis zarah kecil.Arang aktif pula digunakan untuk menyerap bahan kimia dan bau air.Akhir sekali ialah kapas penapis yang berfungsi sebagai penapis terakhir untuk menjernihkan air.

2.3 Fasa Pembinaan

Struktur sistem dibina menggunakan teknologi percetakan 3D bagi menghasilkan reka bentuk yang kompak. Sistem ini dilengkapi dengan lampu UV untuk membasmi kuman di dalam air.

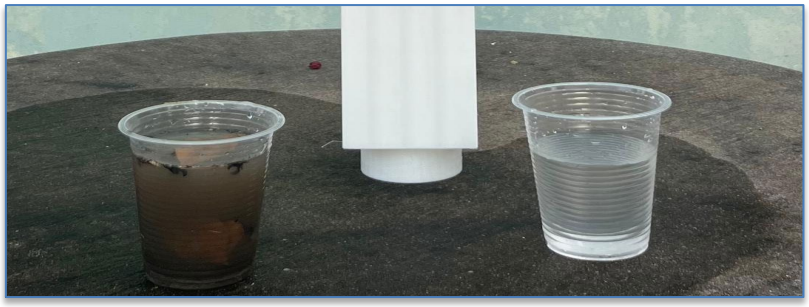
2.4 Fasa Pengujian

Ujian dilakukan menggunakan sampel air hujan bagi menilai kejernihan air, keberkesanan penapisan dan prestasi sistem secara keseluruhan.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Kecekapan Masa dan Operasi

Hasil ujian menunjukkan peningkatan ketara dalam kejernihan air selepas melalui sistem penapisan berlapis. Zarah kasar dan halus berjaya disingkirkan melalui gabungan media penapis.



Rajah 1. Perbandingan Kejernihan Air

3.2 Keunikan Sistem

Hydra Nova menampilkan beberapa kelebihan utama seperti reka bentuk yang kompak melalui penggunaan teknologi percetakan 3D, kos pembinaan yang lebih rendah berbanding sistem komersial, serta kemudahan pemasangan dan penyelenggaraan yang sesuai untuk kegunaan pengguna.

4. KESIMPULAN DAN POTENSI PENGKOMERSIALAN

Secara keseluruhannya, Hydra Nova berjaya membangunkan sistem penapisan air hujan yang praktikal dan kos efektif. Sistem ini mampu meningkatkan penggunaan semula air hujan untuk kegunaan harian

Potensi Komersial dan Cadangan Masa Depan:

1. Rumah kediaman dan kawasan luar bandar.
2. Kos rendah dan mudah dihasilkan
3. Boleh dijual sebagai produk atau kit DIY

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Puan Nur Asyiqin binti Idris selaku penyelia projek atas bimbingan dan kepakaran yang diberikan. Terima kasih juga kepada Jabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Ungku Omar atas kemudahan fasiliti dan sokongan sepanjang pembangunan projek ini.

RUJUKAN

Rahman, M. A., Hassan, N. H., & Aziz, S. A. (2025). *Performance evaluation of multi-media filtration systems in achieving drinking water standards*. Water Quality Research Journal, 60(1), 22–34.

Alves, R. M., Santos, L. F., & Costa, P. R. (2021). *Traditional uses of charcoal for detoxification and water purification*. Journal of Ethnopharmacology, 268, 113–120.

Aziz, A. R., Rahim, N. A., & Ismail, Z. (2024). *Historical and contemporary applications of charcoal in water purification*. Journal of Environmental Science and Technology, 21(3), 134–146.

Barmase, R. (2025). *Multi-layer filtration systems for enhanced water purification efficiency*. Journal of Water Treatment and Engineering, 18(2), 45–56

Onur, E., Kaya, Y., & Demir, I. (2018). *Influence of pore size distribution in multi-layer filtration systems on particle removal efficiency*. Desalination and Water Treatment, 112, 85–92.

Biobeg Saricium: Pilihan Lestari Untuk Masa Depan Hijau

Isherleen Kaur Charan Jeet Singh, Nur Amrienaa Syazwanie Mohd Azman, Nur Shakila Natasha Zulkifli, Noor Azmi Shaharuddin, Marina Mohd. Top @ Mohd. Tah

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor.

marinamohd@upm.edu.my

ABSTRAK

Pencemaran plastik merupakan masalah yang semakin serius, terutamanya pencemaran yang disebabkan oleh plastik sekali guna, seperti polibeg tanaman, yang mengambil masa berabad-abad untuk terurai. Sisa plastik ini mencemari tanah dan air, serta merosakkan keseimbangan alam sekitar. Dalam bidang pertanian, penggunaan polibeg ini boleh merencatkan pertumbuhan tanaman kerana permukaannya yang licin menjejaskan pertumbuhan akar dan mengehadkan penyerapan air dan nutrien. Oleh itu, Biobeg Saricium dihasilkan, iaitu sejenis polibeg biodegradasi yang diperbuat daripada bahan buangan semula jadi seperti sabut pokok palma dan kulit telur. Polibeg ini mesra alam serta boleh terurai dalam masa yang singkat tanpa meninggalkan sisa toksik. Sabut pokok palma dan kulit telur juga bertindak sebagai baja semula jadi yang mengukuhkan struktur tanah serta memperkayakan tanah dengan nutrien seperti kalsium dan fosforus. Dengan menukarkan sisa pertanian kepada produk yang berguna, inovasi ini menawarkan alternatif yang lebih mampan berbanding polibeg plastik konvensional, sekali gus menyokong amalan pertanian lestari dan kelestarian alam sekitar.

Kata kunci: pencemaran plastik, polibeg biodegradasi, bioplastik, sisa pertanian, pertanian mampan

1. PENGENALAN

Peningkatan penggunaan plastik sintetik dalam sektor pertanian, khususnya polibeg, telah menyumbang kepada pencemaran alam sekitar kerana sifatnya yang sukar terurai. Polibeg konvensional menghasilkan mikroplastik dalam tanah yang boleh menjejaskan struktur tanah, mengurangkan pengudaraan dan keupayaan pegangan air, serta mengganggu aktiviti mikroorganisma yang penting dalam kitaran nutrien. Kesan ini akhirnya menjejaskan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Walaupun pelbagai bahan biodegradasi telah dikaji, aplikasi dalam bentuk polibeg yang praktikal dan menarik masih terhad.

Sehubungan itu, kajian ini memperkenalkan Biobeg Saricium sebagai alternatif mesra alam kepada polibeg plastik, yang dihasilkan daripada bahan organik seperti serat palma dan kulit telur. Kajian lepas menunjukkan bahawa bahan biodegradasi mampu mengurangkan pencemaran tanah dan meningkatkan kualiti persekitaran (Singh, 2024; Liu et al., 2022; Sharma & Patel, 2023). Serat palma dipilih kerana sifatnya yang kuat dan berstruktur untuk menyokong media tanaman, manakala kulit telur yang kaya dengan kalsium karbonat berpotensi meningkatkan nutrien tanah serta menstabilkan pH.

Biobeg Saricium turut direka dengan variasi warna yang menarik bukan sahaja untuk meningkatkan minat generasi muda terhadap aktiviti bercucuk tanam, malah berpotensi menambah nilai komersial produk dan memperluas pasaran. Kajian ini juga bertujuan menilai keberkesanan biobeg dari segi ketahanan fizikal, kadar biodegradasi dan potensinya dalam menyokong pertanian mampan. Oleh itu, pembangunan Biobeg Saricium merupakan inovasi yang relevan dalam menyokong kelestarian alam sekitar dan penglibatan generasi muda dalam bidang pertanian.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Bahan

Metodologi kajian ini dimulakan dengan penyediaan semua bahan yang diperlukan, iaitu 5 g serat pokok palma, 10 g gelatin terhidrat, 200 ml air, 2.5 g pektin, 5 g kulit telur yang dihancurkan dan 2.5 ml gliserin. Bagi polibeg berwarna, sebanyak 30 kuntum bunga telang dan 5 g serbuk kunyit turut digunakan sebagai sumber pewarna semula jadi.

2.2 Penghasilan Pati Bunga Telang dan Kunyit

Bunga telang direndam dalam air yang dipanaskan pada suhu 50°C selama 15 minit bagi melarutkan pigmen antosianin. Selepas itu, campuran ditapis untuk mengasingkan sisa bunga dan menghasilkan larutan pati bunga telang berwarna biru pekat. Bagi kunyit, serbuk kunyit dilarutkan secara langsung dalam air pada suhu 50°C bagi menghasilkan larutan berwarna kuning.

2.3 Penghasilan Larutan Homogen

Seterusnya, gelatin, pektin dan gliserin dimasukkan ke dalam 500 ml air dan dipanaskan pada suhu maksimum 90°C sehingga larut sepenuhnya. Campuran tersebut dikacau secara berterusan bagi memastikan semua bahan bercampur secara sekata dan menghasilkan larutan homogen. Bagi penghasilan biobeg berwarna, larutan pati bunga telang atau kunyit ditambah ke dalam campuran ini sebelum proses penuangan.

2.4 Pembentukan Lembaran Bioplastik

Larutan yang terhasil kemudiannya dituangkan ke dalam dulang dengan berhati-hati. Serat pokok palma dan serbuk kulit telur ditabur serta diratakan menggunakan spatula bagi memastikan ketebalan yang seragam. Campuran tersebut dibiarkan kering pada suhu bilik selama dua hari sehingga membentuk lembaran bioplastik yang mengeras sepenuhnya.

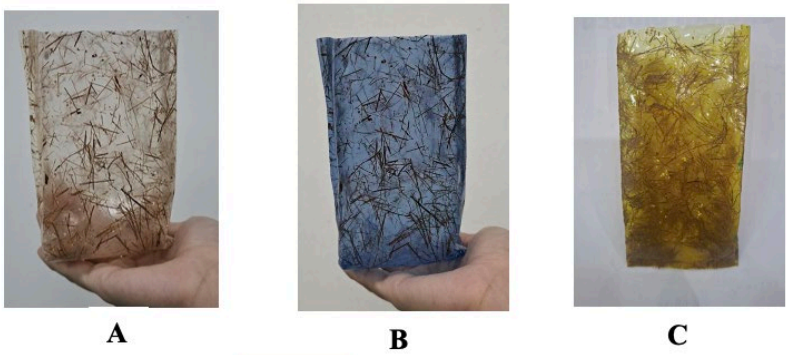
2.5 Pembentukan dan Pengedapan Biobeg

Setelah kering, lembaran bioplastik dikeluarkan daripada dulang dan dibentuk mengikut reka bentuk yang dikehendaki iaitu menyerupai polibeg. Bahagian tepi biobeg kemudiannya dimateri menggunakan alat pengedap elektrik bagi meningkatkan kekuatan struktur dan memastikan beg sesuai digunakan dalam aplikasi penanaman.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Struktur Fizikal Biobeg Saricium

Rajah 1 menunjukkan struktur fizikal Biobeg Saricium dalam tiga variasi warna, iaitu warna asal, biru (ekstrak bunga telang) dan kuning (serbuk kunyit). Biobeg ini mempunyai tekstur separa lutsinar dengan kehadiran serat palma sebagai bahan pengukuh yang meningkatkan kekuatan mekanikal. Struktur permukaannya yang tidak homogen menyokong pengudaraan dan penyerapan air secara beransur-ansur. Variasi warna daripada bahan semula jadi turut menjadikannya medium penanaman yang lebih menarik, khususnya untuk tujuan pendidikan dan penglibatan generasi muda.



Rajah 1. Struktur fizikal Biobeg Saricium dalam tiga warna, iaitu (A) warna asal, (B) warna biru pati bunga telang dan (C) warna kuning kunyit.

3.2 Ujian Fizikal

Hasil ujian (Jadual 1) mendapati bahawa biobeg saricium mempunyai ketahanan air yang lebih rendah berbanding plastik sintetik, iaitu purata 28.67 ± 10.26 minit berbanding 40.00 minit bagi polibeg konvensional. Namun demikian, ia masih berada pada tahap yang boleh digunakan dalam aplikasi pertanian jangka pendek terutamanya bagi penanaman berskala kecil atau di peringkat nurseri. Kekuatan mekanikal biobeg adalah mencukupi untuk menyokong pertumbuhan anak pokok, yang dipengaruhi oleh kehadiran serat palma yang bertindak sebagai bahan pengukuh semula jadi melalui struktur berserat yang fleksibel. Ciri ini meningkatkan kekuatan tegangan serta mengurangkan risiko terkoyak.

Jadual 1. Data ujian fizikal

Ujian utama	Kawalan (Polibeg Konvensional)	Sampel (Min (Julat))
Ujian ketahanan air (minit)	40.00	28.67 ± 10.26 (20–40)
Ujian kekuatan (g)	950.00	723.33 ± 49.33 (690–780)
Ujian degradasi (g/hari)	Tidak terurai	0.056 ± 0.001 (0.055–0.057)

Ketahanan air yang lebih rendah menyebabkan biobeg terbiodegradasi lebih cepat berbanding plastik sintetik. Walaupun kekuatannya lebih rendah (723.33 ± 49.33 g berbanding 950.00 g), biobeg ini masih mampu menampung beban sederhana seperti anak pokok, sekali gus sesuai untuk aplikasi jangka pendek.

Kekuatan ini dipengaruhi oleh serat palma yang berfungsi sebagai bahan pengukuh, selari dengan kajian terdahulu yang menunjukkan peningkatan kekuatan tegangan dan daya tahan beban (Rashid et al., 2018; Zainudin et al., 2023). Ujian degradasi turut menunjukkan bahawa Biobeg Saricium mudah terurai (0.056 ± 0.001 g/hari) berbanding polibeg konvensional yang tidak terurai, sejajar dengan sifat bahan berasaskan selulosa yang mempercepatkan pereputan (Kale et al., 2007; Shah et al., 2008).

Secara keseluruhannya, walaupun ketahanan air dan kekuatannya lebih rendah, kelebihan dari segi biodegradasi menjadikan biobeg ini alternatif lestari bagi aplikasi pertanian jangka pendek. Ciri ini memberikan kelebihan dari segi biodegradasi kerana membolehkan air meresap secara beransur-ansur dan mempercepatkan proses pereputan dalam tanah. Selain itu, kulit telur yang kaya dengan kalsium karbonat berfungsi sebagai agen penguat dan mempercepatkan proses degradasi apabila terdedah kepada persekitaran tanah melalui tindakan mikroorganisma dan proses kimia semula jadi. Hal ini membolehkan biobeg terurai secara efisien tanpa meninggalkan sisa berbahaya, sekali gus mengurangkan pencemaran alam sekitar.

4. KESIMPULAN

Biobeg Saricium berpotensi sebagai alternatif mesra alam kepada plastik sintetik disebabkan kadar biodegradasi yang baik dan sifatnya yang menyokong kesuburan tanah. Dari segi aplikasi, biobeg ini sesuai digunakan di peringkat nurseri atau penanaman jangka pendek. Namun, penggunaannya bagi tanaman jangka panjang atau skala besar memerlukan penambahbaikan dari segi komposisi bahan dan teknik pemprosesan. Biobeg Saricium berpotensi tinggi di pasaran kerana mesra alam dan sesuai untuk pelbagai kegunaan. Ini membolehkannya bersaing dengan plastik konvensional, sambil memenuhi permintaan pengguna yang prihatin terhadap alam sekitar.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia (ASPutra) atas kebenaran penggunaan makmal Biologi bagi menjayakan projek ini. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga ditujukan kepada Pn. Shariena @ Amirah Razali atas bimbingan, tunjuk ajar, dan sokongan sepanjang pelaksanaan eksperimen ini. Segala bantuan dan kerjasama yang diberikan amat kami hargai dalam memastikan kelancaran serta kejayaan projek ini.

RUJUKAN

Giestas. (2025). Homemade Bioplastic: Eggshell Bowl [Video]. Youtube.

Women Tech Council (2020). How to Make Bioplastic [Video]. Youtube.

Haq, F., Kiran, M., Khan, I. A., Mehmood, S., Mehmood, S., Aziz, T., & Haroon, M. (2025). Exploring the Pathways to Sustainability: A Comprehensive Review of Biodegradable Plastics in the Circular Economy. *Materials Today Sustainability*, 29. https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2024.101067

Then, Y. Y., Ibrahim, N. A., Zainuddin, N., Ariffin, H., & Wan Yunus, W. M. Z. (2014). Enhancement of Tensile Strength of Oil Palm Mesocarp Fiber/Poly (butylene succinate) Biocomposite via Superheated Steam-Alkali Treatment of Oil Palm Mesocarp Fiber. *Scientific Research Journal, 11*(2), 19–32. https://doi.org/10.24191/srj.v11i2.5421

Singh, H. (2024). Advancements in biodegradable materials: impacts on soil and water quality. *Stallion Journal for Multidisciplinary Associated Research Studies, 3*(5). 1–7. https://doi.org/10.55544/sjmars.3.5.1

Penapis Air Sinki Dapur Dengan Integrasi Sistem Irigasi Iot

Zulhikmi Zali, Vinothan Muthu, Ahmad Haziq Zamran, Muhammad Al-hallaj Roslan

Politeknik Ungku Omar, Jalan Raja Musa Mahadi, 31400 Ipoh, Perak, Malaysia.

hikmi@puo.edu.my

ABSTRAK

Projek ini memperkenalkan sistem penapisan sisa air kelabu (greywater) daripada sinki dapur yang diintegrasikan dengan sistem pengairan pintar berasaskan Internet of Things (IoT). Masalah utama yang dikenal pasti adalah pembaziran sumber air paip terawat disebabkan oleh penggunaan air secara berasingan dalam sistem pengairan serta risiko pencemaran tanah dan kerosakan akar pokok akibat pembuangan sisa lemak, minyak, dan gris (FOG) secara terus ke dalam tanah. Metodologi projek melibatkan kajian penggunaan air di dalam rumah seperti kondominium dan rumah teres. Hal ini dapat mengetahui masalah yang dihadapi oleh penghuni berdasarkan data yang diperolehi. Berdasarkan maklumat yang diperolehi oleh kami melalui soal selidik, rata-rata penghuni menghadapi bil air yang tinggi akibat penggunaan secara berlebihan disebabkan mereka mempunyai tanaman di rumah mereka. Berdasarkan data ini, kami mencapai satu penyelesaian dengan membuat inovasi yang menghubungkan pengairan di dalam rumah dengan tanaman pokok. Dengan menggunakan mekanisma penapis air 4-peringkat yang menggunakan bahan organik dapat mengurangkan kos dan lebih mesra alam. Antaranya ialah Serpihan kayu sebagai perangkap minyak, pasir halus menapis habuk yang kecil dan arang kayu sebagai penghapus bau. Sistem ini dikawal oleh mikropengawal ESP32 yang membolehkan automasi pengairan tanaman cili berdasarkan pemantauan data masa nyata melalui aplikasi Blynk IOT. Hasil kajian menunjukkan sistem ini mampu mengitar semula air domestik dengan berkesan serta memberi manfaat kepada penghuni rumah dengan mengurangkan penggunaan air terawat. Kos pembangunan bermula daripada RM260 berbanding sistem komersial yang kompleks dan mahal. Kesimpulannya, inovasi ini bukan sahaja menawarkan penyelesaian lestari bagi pengurusan air, malah menyokong pertanian bandar dan matlamat pembangunan mampan berdasarkan SDG.

Kata Kunci: penapisan sisa air, IoT, tanaman cili

1. PENGENALAN

Skop pembentangan kami ialah isu pengurusan sisa air. Sisa air dapur atau *greywater* sering dibuang terus ke dalam sistem kumbahan. Ia merupakan satu pembaziran sumber air yang ketara yang sering dilakukan oleh manusia pada masa kini. Objektif kertas kerja ini adalah untuk membentangkan sistem penapisan sisa.air kelabu secara efektif menggunakan satu kaedah penapisan sisa melalui 4-peringkat dan mengautomasikan kepada pengairan tanaman melalui teknologi IoT. Masalah yang dihadapi ialah isu pembuangan sisa yang dihasilkan oleh sisa air kelabu dan ancaman sisa dapur iaitu minyak dan gris kepada liang akar tanaman. Bedasarkan kajian literatur yang lepas, lbino, C., & Torres, J. (2022). Waste management: A study on generating organic fertilizer from oil and grease trap systems

using bulking agents (wood-chips), bahan seperti serpihan kayu dapat memerangkap gris dan minyak. Inovasi ini menyasarkan pengurangan pembaziran air di rumah serta pencegahan pencemaran alam sekitar. Dengan hasil dapatan kajian, kami menghasilkan satu produk yang menggabungkan dua sistem iaitu penapisan dan pengairan. Produk ini dapat menukarkan air sisa daripada air basuhan tangan kepada sumber air untuk tanaman, Kajian lapangan yang telah dijalankan keatas sampel tanaman pemantauan benih pokok cili selama 60 hari melalui system ini telah menunjukkan progres tanaman cili sehingga berputik buah dengan lebih teratur dan cepat. Air dari tapisan tersebut dibawa kepada tangki pengumpulan kemudian di alirkan oleh sistem irigasi IOT agar memudahkan kepada pengguna untuk dibuat pemantauan.

2. METODOLOGI

Dari hasil dapatan survey dan soal selidik kepada ketua keluarga rumah. Hasil dari analisis dapatan data tersebut menunjukkan dengan jelas bahawa kebanyakkan rumah mengalami isu penggunaan air yang berlebihan melalui bil air yang tinggi. Berdasarkan kepada analisis ini, kami melihat bahawa kebanyakan penggunaan air datang dari penggunaan sinki yang amat kerap oleh majoriti penghuni di rumah. Oleh itu, kami menghasilkan produk pengujian ini untuk menyelesaikan masalah bil yang tinggi dan pembaziran air yang dihadapi oleh penghuni-penghuni tersebut. Kami mengambil masa 2 minggu bagi meneliti kajian literatur yang telah diterbitkan. Menurut Ibrar, I., Altaee, A., Zhou, J. L., Naji, O., & Khanafer, D. (2024). Challenges and potentials of primary physical filtration processes in the treatment of wastewater, Mousa, H. A., & Al-Qodah, Z. (2023). Recent advances in cloth media filtration for domestic wastewater treatment: A review on fouling mitigation and performance, Albino, C., & Torres, J. (2022). Waste management: A study on generating organic fertilizer from oil and grease trap systems using bulking agents (wood-chips) dan Efficiency of activated carbon adsorption and surface functional groups in removing volatile organic compounds and reducing COD in waste water. Berdasarkan kajian literatur ini kami telah berjaya menghasilkan sebuah penapis air yang hanya memerlukan kos pembangunan yang rendah dan juga mesra alam. Penghasilan produk penapisan air ini selaras dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDGs) yang bertujuan untuk memastikan perbelanjaan pengguna isi rumah dapat dijimatkan dan menjana ekonomi isi rumah melalui penanaman sayuran di kawasan rumah.

2.1 Soal selidik

Soal selidik yang di edarkan kepada setiap ketua keluarga bagi 30 buah rumah yang berdekatan dengan sebuah Institusi. Hasil Analisa data menunjukkan bahawa 23 buah rumah yang mencatatkan bil air yang tinggi dan ia berpunca daripada penggunaan air yang berlebihan. Kami mula merangka penyelesaian ini pada 12/2/2026 dengan mencari penyelesaian melalui kajian literatur. Kami juga mendapati bahawa kebanyakan rumah tersebut mempunyai tanaman dan kebanyakan tanaman itu adalah pokok cili. Kami berpendapat bahawa penggunaan air kitar semula kepada tanaman di Kawasan rumah boleh dijadikan penyelesaian masalah ini. Kami juga mengambil kira akan kekerapan penggunaan sinki dan jenis-jenis bahan buangan melaui sinki di rumah.

2.2 Penapis air

Kami membina sebuah penapis air yang bercirikan organic yang mesra alam. Ia terdiri daripada Serpihan kayu yang dijadikan perangkap gris dan minyak C., & Torres, J. (2022), pasir halus sebagai penapis mikroorganisma kecil Mwabi, J. K., Mamba, B. B., & Momba, M. N. B.(2023), Penapis kain sebagai perangkap sisa yang besar, Ibrar, I., Altaee, A., Zhou, J. L., Naji, O., & Khanafer, D. (2024) dan arang sebagai penghapus bau P., et al. (2023).

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Prestasi Kualiti Penapisan Air Sisa (Filtration Performance)

Dapatan ujian kualiti air menunjukkan sistem penapisan 4 peringkat ini berjaya mengurangkan sisa fizikal dan sisa minyak secara ketara apabila air yang ditapis dibandingkan dengan air sisa asal.

Penggunaan cip kayu keras (*hardwood chips*) bertindak cemerlang sebagai lapisan penjerapan bio (*bio-adsorption*) untuk memerangkap titisan minyak mikroskopik (FOG) melalui prinsip tarikan oleofilik.

Sistem ini juga berjaya menstabilkan tahap pH air pada bacaan optimum untuk kegunaan pertanian, iaitu di antara 6.0 hingga 7.0.

3.2 Keberkesanan Automasi Integrasi IoT

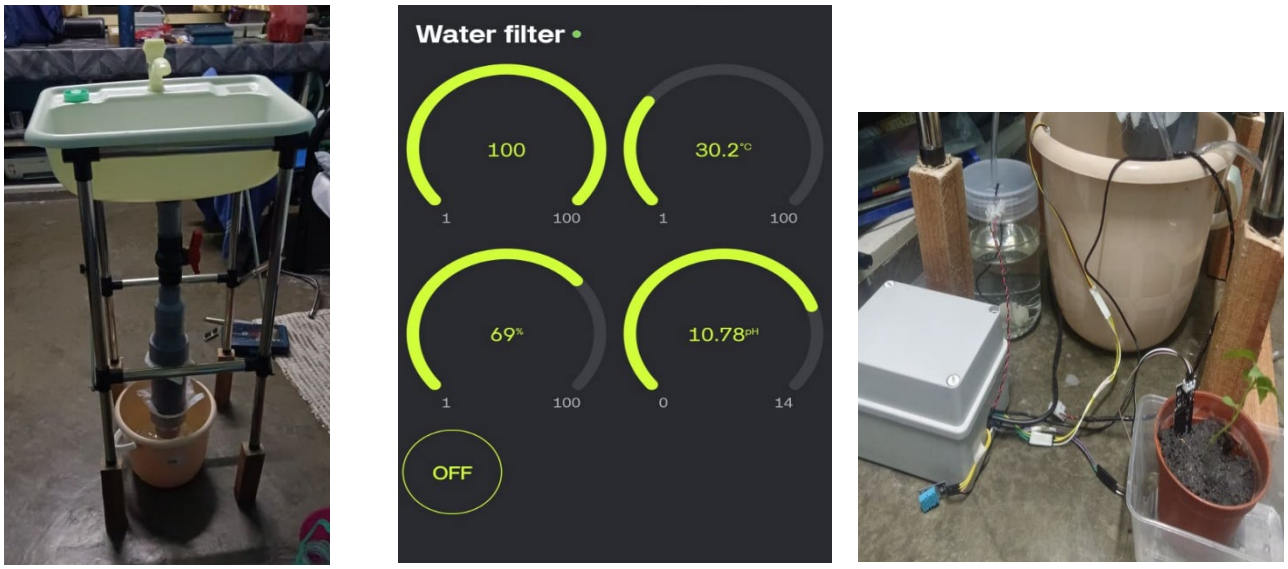
Data masa nyata mengenai kelembapan dan paras pH dapat dipantau secara konsisten melalui papan pemuka aplikasi mudah alih.

Sistem pengairan pintar yang dikawal oleh mikropengawal ESP32 beroperasi dengan lancar mengikut kitaran gelung tertutup (*closed-loop feedback*).

Pengepaman air hanya aktif secara automatik apabila penderia kelembapan tanah merekodkan bacaan di bawah nilai ambang (*threshold*) yang ditetapkan, iaitu sekitar 30% hingga 40%.

Pengairan terhenti dengan sendiri sebaik sahaja penderia mengesan kelembapan tanah sudah mencukupi, sekaligus mengelakkan masalah lebihan beban pada pam air.

Projek Penapis Air Sinki Dapur dengan Integrasi Sistem Irigasi IoT ini membuktikan bahawa air sisa kelabu domestik berpotensi besar untuk ditebus guna secara selamat. Gabungan rawatan mekanikal, biologi, dan kimia—khususnya penambahan inovasi media organik seperti cip kayu—telah berjaya menyelesaikan punca utama kegagalan penggunaan air dapur untuk tanaman, iaitu mendapan lemak dan minyak (FOG). Selain itu, penyepaduan automasi IoT menyelesaikan isu penyiraman manual yang kurang tepat, menjadikannya satu solusi pintar yang menyokong matlamat Ekonomi Kitaran (*Circular Economy*) serta sekuriti makanan di kawasan bandar.



Rajah 1. Penapis 4 lapisan, Blynk dan sistem irigasi IoT

4. KESIMPULAN

Inovasi penapisan sisa air kelabu berasaskan IoT ini berjaya mencapai objektif kitar semula air sinki menjadi sumber yang selamat untuk tanaman. Ia membuktikan aplikasi praktikal kemahiran teknikal dan kesedaran terhadap tanggungjawab memelihara alam sekitar. Potensi komersial projek ini amat luas memandangkan kosnya yang rendah dan keberkesanannya dalam menyokong sekuriti makanan melalui pertanian bandar.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Politeknik Ungku Omar dan pihak yang terlibat atas sokongan dalam menjayakan projek ini.

RUJUKAN

El-Harbawi, Mohanad, et al. (2010). Design of a portable dual purposes water filter system. Journal of Engineering Science and Technology 5(2), 165-175.

Kansara, Karan, et al. (2015). Sensor based automated irrigation system with IOT: A technical review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 6(6), 5331-5333.

Katukiza, A. Y., et al. (2014). Grey water treatment in urban slums by a filtration system: Optimisation of the filtration medium.*Journal of environmental management* 146 (2014),131-141.

Kumar, Amit, and Peter C. Flynn. (2006). Uptake of fluids by boreal wood chips: Implications for bioenergy. *Fuel Processing Technology* 87(7),605-608.

EcoGel BioBoost: Manik Baja Bio Hidrogel Pintar Berasaskan Mikroalga dan Teh Kompos

Siti Nor Ani Azaman, Ahmad Akmal Roslly, Syauqina Hamiza Sharin, Ifza Sophia Raffi Zuhaily, Zukhairah Zakaria

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia,
43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Microalgae Biota Technology and Innovation Group (ALBIC), Department of Biology, Faculty of Science, Universiti Putra Malaysia

*s_norani@upm.edu.my

ABSTRAK

Penggunaan baja kimia secara meluas dalam sektor pertanian telah meningkatkan hasil tanaman, namun penggunaan berlebihan boleh menjejaskan kesuburan tanah, mencemarkan alam sekitar serta mengganggu keseimbangan ekosistem. Sehubungan itu, pembangunan baja alternatif yang lebih lestari dan mesra alam adalah amat diperlukan. Kajian ini memperkenalkan EcoGel BioBoost, iaitu manik baja bio hidrogel berasaskan alginat yang direka sebagai sistem pelepasan nutrien secara perlahan dan terkawal melalui penggabungan teh kompos dan mikroalga. Kajian ini dijalankan bagi menentukan formulasi optimum EcoGel BioBoost melalui analisis kinetik pelepasan nutrien tanpa kehadiran tanaman serta penilaian pertumbuhan tanaman berdasarkan kandungan klorofil (SPAD), kandungan nitrogen dan kelembapan tanah. Beberapa formulasi telah diuji, termasuk mikroalga, kompos dan gabungan kedua-duanya. Keputusan menunjukkan bahawa formulasi komposit (kompos + mikroalga) memberikan pelepasan nutrien yang lebih stabil dan berpanjangan, di samping mencatatkan peningkatan kelembapan tanah sehingga 55% berbanding kawalan. Dari segi pertumbuhan tanaman, formulasi optimum ini turut menunjukkan peningkatan kandungan klorofil (SPAD) dan nitrogen, mencerminkan kecekapan penyerapan nutrien yang lebih tinggi. Kesimpulannya, EcoGel BioBoost berpotensi sebagai baja bio hidrogel pintar yang mampu meningkatkan kecekapan penggunaan nutrien dan kelembapan tanah. Inovasi ini berpotensi menyokong pembangunan pertanian lestari sebagai alternatif kepada baja kimia konvensional.

Kata kunci: Baja bio hidrogel, kompos, mikrolaga, pelepasan nutrien perlahan, pertanian lestari.

1. PENGENALAN

Penggunaan baja kimia secara meluas dalam sektor pertanian telah meningkatkan hasil tanaman melalui pembekalan nutrien penting seperti nitrogen (N), fosforus (P) dan kalium (K). Namun demikian, penggunaan yang berlebihan boleh menyebabkan kehilangan nutrien melalui larut resap dan larian permukaan, sekali gus menjejaskan kesuburan tanah

dan kualiti alam sekitar (Mandal et al., 2025). Keadaan ini mendorong kepada keperluan pembangunan sistem pembajaan yang lebih cekap dan lestari.

Penggunaan bahan organik seperti kompos dilaporkan mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktiviti mikroorganisma, manakala mikroalga pula berpotensi sebagai biofertilizer melalui penghasilan bahan bioaktif serta peningkatan ketersediaan nutrien kepada
tanaman (Gonçalves et al., 2023). Walau bagaimanapun, penggunaan baja organik secara langsung sering berdepan dengan cabaran pelepasan nutrien yang tidak terkawal. Oleh itu, sistem hidrogel telah diteroka sebagai platform pelepasan nutrien secara perlahan yang mampu meningkatkan pengekalan air dan kecekapan penggunaan nutrien (Song et al., 2024).

Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menentukan formulasi optimum EcoGel BioBoost, iaitu baja bio hidrogel berasaskan gabungan teh kompos dan mikroalga. Kajian ini melibatkan analisis kinetik pelepasan nutrien serta penilaian pertumbuhan tanaman berdasarkan parameter klorofil (SPAD), nitrogen dan kelembapan tanah. Hasil kajian menunjukkan bahawa formulasi komposit (kompos + mikroalga) memberikan prestasi terbaik dari segi kestabilan pelepasan nutrien, peningkatan kelembapan tanah serta kecekapan penyerapan nutrien oleh tanaman.

2. METODOLOGI

Kajian ini dijalankan bagi menentukan formulasi optimum EcoGel BioBoost sebagai sistem baja bio hidrogel berasaskan alginat melalui perbandingan antara formulasi tunggal, formulasi gabungan dan kawalan. Rangka kerja kajian melibatkan tiga fasa utama; penghasilan manik hydrogel, analisis kinetik pelepasan nutrien dan ujian pertumbuhan tanaman.

2.1 Penghasilan manik hidrogel

Manik hidrogel disediakan menggunakan matriks alginat dengan penggabungan sumber nutrien organik dan bioaktif. Formulasi berbeza dibangunkan dan disediakan secara berasingan bagi tujuan perbandingan, sebelum diaplikasikan secara tunggal atau gabungan dalam sistem tanaman.

2.2 Analisis kinetik pelepasan nutrien

Ujian pelepasan nutrien dijalankan tanpa kehadiran tanaman bagi menilai corak pelepasan nutrien daripada setiap formulasi secara perbandingan.

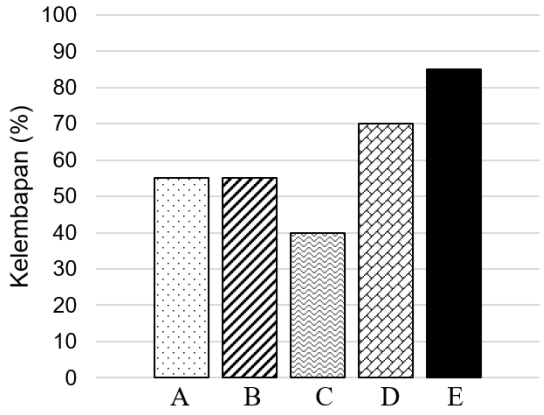
2.3 Ujian pertumbuhan tanaman

Eksperimen dijalankan menggunakan tanaman model iaitu bawang, saderi dan ketumbar. Rawatan merangkumi kawalan, formulasi tunggal dan formulasi gabungan. Parameter utama yang dianalisis ialah kelembapan medium tanaman, kandungan klorofil (SPAD) dan kandungan nitrogen.

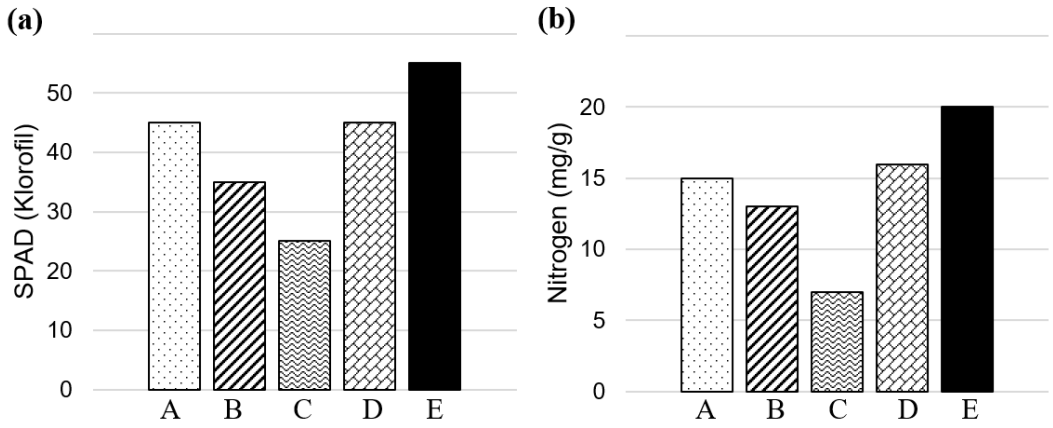
3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Keputusan kajian menunjukkan bahawa formulasi komposit EcoGel BioBoost (kompos + mikroalga) memberikan prestasi terbaik berbanding formulasi tunggal dan kawalan. Berdasarkan **Rajah 1**, formulasi EcoGel BioBoost mencatatkan nilai kelembapan tertinggi (±85%) berbanding kawalan air dan baja komersial (±55%), menunjukkan peningkatan sehingga kira-kira 55%. Ini membuktikan keupayaan hidrogel dalam menyerap dan mengekalkan air, sekali gus menyediakan persekitaran akar yang lebih stabil untuk pertumbuhan tanaman. Dapatan ini selari dengan kajian terdahulu yang melaporkan bahawa hidrogel mampu meningkatkan kapasiti pegangan air tanah dan mengurangkan kehilangan air (Ahmed, 2015; Song et al., 2024).
Seterusnya, seperti ditunjukkan dalam **Rajah 2(a),** nilai klorofil (SPAD) adalah tertinggi bagi formulasi EcoGel BioBoost (±55) berbanding rawatan lain. Peningkatan ini menunjukkan aktiviti fotosintesis yang lebih tinggi dan kesihatan tanaman yang lebih baik. Corak yang sama turut diperhatikan dalam kandungan nitrogen (**Rajah 2(b)**), di mana formulasi EcoGel BioBoost mencatatkan nilai tertinggi (±20 mg/g), menunjukkan kecekapan penyerapan nutrien yang lebih tinggi.

Gabungan kedua-dua komponen ini berkemungkinan menghasilkan kesan sinergistik, di mana kompos membekalkan nutrien dan mikroorganisma bermanfaat, manakala mikroalga menyumbang kepada penghasilan bahan bioaktif yang merangsang pertumbuhan tanaman (Gonçalves et al., 2023; Sarhan et al., 2024).



Rajah 1: Perbandingan kelembapan tanah antara rawatan. A. Kawalan Negatif (Air), B. Kawalan positif (Baja komersial), C. Mikroalga, D. Kompos, E. Kompos-mikroalga.



Rajah 2(a): Perbandingan kandungan klorofil (SPAD) antara rawatan, dan **(b):** Perbandingan kandungan nitrogen antara rawatan. A. Kawalan Negatif (Air), B. Kawalan positif (Baja komersial), C. Mikroalga, D. Kompos, E. Kompos-mikroalga.

Secara keseluruhannya, formulasi komposit (kompos + mikroalga) menunjukkan prestasi yang lebih konsisten dan unggul berbanding formulasi tunggal dalam meningkatkan kelembapan tanah serta parameter fisiologi tanaman, sekali gus mencerminkan kelebihan pendekatan gabungan dalam sistem baja bio hidrogel.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, kajian ini berjaya menunjukkan bahawa formulasi komposit EcoGel BioBoost (kompos + mikroalga) merupakan formulasi optimum yang memberikan prestasi terbaik berbanding rawatan lain. Formulasi ini mampu meningkatkan kelembapan tanah, kandungan klorofil (SPAD) dan nitrogen, sekali gus meningkatkan kecekapan penyerapan nutrien oleh tanaman. Keupayaan hidrogel dalam mengekalkan air serta melepaskan nutrien secara terkawal menjadikannya satu sistem baja bio hidrogel yang efektif. Secara keseluruhannya, EcoGel BioBoost berpotensi tinggi sebagai alternatif baja lestari yang mampu menyokong sistem pertanian moden yang lebih cekap, mesra alam dan berdaya tahan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Makmal Biologi, Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia (ASPutra) atas kemudahan penyelidikan yang disediakan. Kajian ini dibiayai oleh Geran Fundamental Research Grant Scheme (FRGS) (Vot 5540663). Penulis juga merakamkan penghargaan kepada Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia atas sokongan yang diberikan.

RUJUKAN

Ahmed, E. M. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research, 6*(2), 105–121. https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006

Gonçalves, A. L., Pires, J. C. M., & Simões, M. (2023). Microalgae as sustainable biofertilizers in agriculture. *Sustainability, 15*(16), 12413. https://doi.org/10.3390/su151612413

Mandal, S., Roy, S., & Das, P. (2025). Sustainable slow-release fertilizers for smart agriculture: A review. *Journal of Cleaner Production*. *(In press)*

Sarhan, A. R., Hassan, M. M., & El-Sayed, A. B. (2024). Effects of microalgae and compost on plant growth and nutrient uptake. *Agricultural Sciences, 15*(1), 45–58

Song, X., Zhang, Y., & Li, J. (2024). Hydrogel-based controlled release fertilizers for sustainable agriculture. *Polymers, 16*(3), 259. https://doi.org/10.3390/polym16030259

Biometric and Smart Identification Reader (B.A.S.I.R.): Combating Proxy Attendance via Multiprocessing Dual-Factor Authentication

Muhammad Azman Sutandaiman @ Zaihami[1], Muhammad Akid Zikri Ahmad Zaki[1], Muhammad Danish Maswira[1], Adam Darwish Daswira[1], Darwish Isyraf Mohamad Helmy[1], Nuramin Fitri Bin Aminuddin[1,2,3]

[1]Centre for Foundation Studies (CFS), International Islamic University Malaysia (IIUM), Malaysia

[2]Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Malaysia

[3]Board of Engineers Malaysia (BEM), Malaysia

*azman.sutandaiman@live.iium.edu.my

ABSTRACT

The increasing reliance on single-factor attendance systems, such as Quick Response (QR) codes and Radio Frequency Identification (RFID), has enabled widespread proxy attendance in higher education institutions. This issue is supported by a survey of 250 respondents conducted at the Centre for Foundation Studies (CFS), International Islamic University Malaysia (IIUM) and Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), where 94% of respondents reported witnessing QR code sharing and 84% of lecturers suspected proxy attendance without verifiable proof. This work aims to develop an attendance system that eliminates proxy manipulation while maintaining real-time performance in high-volume academic environments. The proposed solution, Biometric And Smart Identification Reader (B.A.S.I.R.), integrates RFID-based identification with facial verification and liveness detection. The system utilizes DeepFace (Facenet512) for 1:1 facial matching and MediaPipe for Eye Aspect Ratio (EAR)-based blink detection to ensure user authenticity. To address latency issues commonly associated with biometric systems, multiprocessing is implemented to distribute computational tasks across multiple Central Processing Unit (CPU) cores, enabling continuous operation at 30 frames per second (fps). Experimental evaluation through a fraud simulation test demonstrates that B.A.S.I.R. reduces proxy success rates to 8.2%, compared to 89.5% for QR codes and 36.4% for standalone RFID systems. Authentication latency is reduced from over 5.0 seconds to 1.4 seconds per user, supporting high-throughput operation without queueing delays. In conclusion, B.A.S.I.R. achieves a 91.8% integrity rate while maintaining real-time performance and demonstrates strong commercial potential for secure attendance management.

Keywords: Dual-Factor Authentication, Facial Recognition, Multiprocessing, Proxy Attendance

1. INTRODUCTION

Attendance tracking is an essential component of academic administration, particularly in large classroom settings where manual verification is often impractical (Patel, 2025). As a result, institutions commonly adopt digital systems such as QR codes and RFID due to their efficiency and ease of implementation (Patel, 2025). However, these systems rely on single-factor authentication (Qureshi et al., 2025), where only the presence of a token is verified rather than the identity of the individual. This limitation allows proxy attendance to occur, where attendance is recorded by someone other than the actual student. A survey of 250 respondents conducted at the Centre for Foundation Studies (CFS), International Islamic University Malaysia (IIUM) and Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) indicates that this practice is widely observed among students, as shown in Figure 1. In addition, lecturers reported difficulty in verifying suspected cases due to the limitations of existing systems. These findings suggest that current approaches do not adequately support attendance integrity.

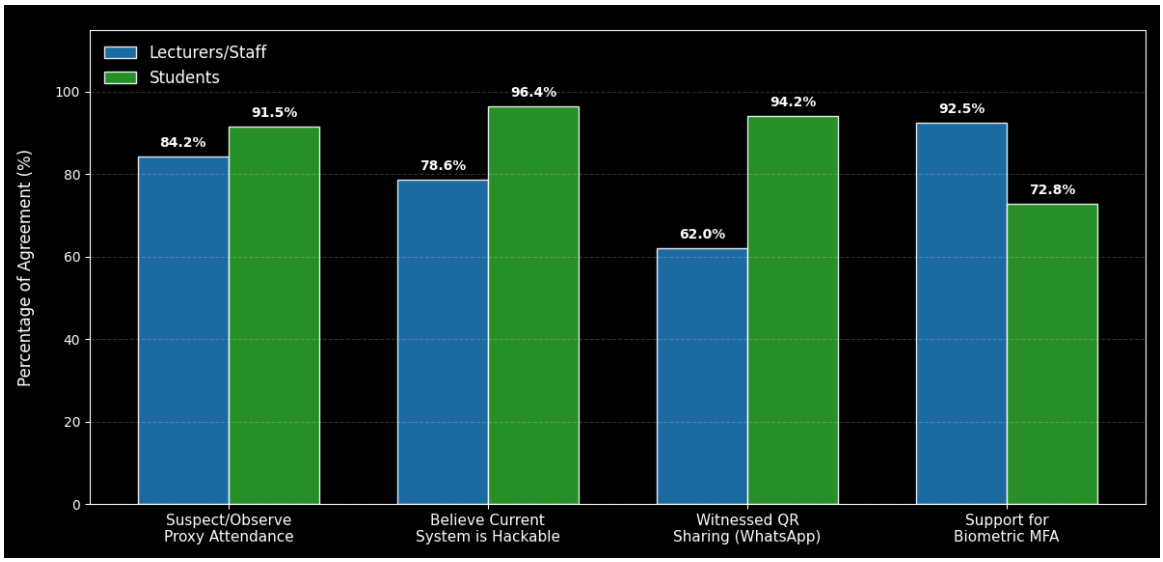


Figure 1. Data Source of B.A.S.IR: Sample: n=250 respondents (CFS IIUM Gambang and UTHM Parit Raja).

Biometric technologies provide a more reliable alternative by verifying physical identity (Rjab et al., 2026). However, their use in classroom environments is often limited by processing delays, which can affect system usability when handling large numbers of users. To address this challenge, this work proposes the B.A.S.I.R., a dual-factor authentication system that integrates RFID-based identification with facial verification and liveness detection. By incorporating multiprocessing techniques, the system is designed to maintain continuous real-time performance while performing computationally intensive tasks. The objective is to improve attendance integrity without compromising efficiency in high-volume settings.

2. METHODOLOGY

The B.A.S.I.R system is developed as a biometric-based attendance verification framework designed to enhance integrity in academic attendance tracking. The system integrates hardware and software components to perform multi-factor authentication using RFID, facial recognition, and liveness detection.

2.1 System Architecture

The system utilizes an ESP32 microcontroller integrated with an RC522 RFID reader and a webcam module. These hardware components are responsible for initial user identification and

real-time image capture. The embedded system is connected to a Python-based backend framework that processes biometric authentication using computer vision and deep learning techniques. OpenCV is used for video stream handling and image preprocessing.

2.2 Dual-Factor Authentication Process

The authentication mechanism follows a two-step verification approach:

i. RFID Identification
Each user is assigned a unique RFID tag. When scanned using the RC522 reader, the system retrieves the user's identity from a centralized database. This step ensures fast and preliminary identification of the user.

ii. Facial Verification
After RFID validation, the webcam captures the user's facial image. A 1:1 facial recognition process is performed using DeepFace with the Facenet512 model. The system compares the live facial embedding with the stored template to verify identity based on similarity scoring. Only users who successfully pass both RFID and facial verification are allowed to proceed to the next stage.

2.3 Liveness Detection

To prevent spoofing attacks such as photo or video replay, liveness detection is implemented using MediaPipe. The system applies EAR analysis to detect natural eye blinking patterns. A valid live user must demonstrate dynamic facial behaviour within a defined threshold, ensuring that only real-time human presence is authenticated.

2.4 Real-Time Processing and Optimization

To achieve smooth real-time performance, the system employs multiprocessing techniques in Python. Computationally intensive tasks such as face detection, embedding extraction, and liveness evaluation are distributed across multiple CPU cores. This parallel processing architecture allows the system to maintain approximately 30 fps, ensuring minimal delay during authentication. OpenCV manages continuous frame capture, while buffering

mechanisms are implemented to avoid frame drop and latency issues during peak processing load.

2.5 Backend Integration and Data Logging

Once authentication is successful, the ESP32 transmits verified user data, including RFID ID and timestamp, to a Python-based backend server via API communication. The system records attendance data into a centralized database in real time. Each record includes the user identity-based RFID, facial recognition result, liveness detection status and timestamp of attendance. This structured logging ensures transparency, traceability, and audit readiness.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The findings and discussions are described in detail in this section.

3.1 System Vulnerability and Fraud Success Rates

To evaluate system security, a fraud simulation test was conducted across 400 attempts. The results indicate that traditional methods are highly susceptible to bypass, with Static QR Codes showing the highest fraud success rate at 89.5%. Manual signing and RFID-only systems followed with success rates of 48.2% and 36.4%, respectively. In contrast, the B.A.S.I.R. MFA system significantly reduced the fraud success rate to only 8.2%, demonstrating its effectiveness in preventing proxy logins.

3.2 Anti-Spoofing Effectiveness and Processing Optimization

The system proved highly resilient against static attacks, showing a 0.0% success rate for printed photos and 2.0% for digital photos. More sophisticated attacks, such as video playback and digital masks, yielded success rates of 8.0% and 10.0%, respectively. Efficiency was also benchmarked using serial versus multiprocessing optimization. By isolating heavy Facenet512 calculations to secondary CPU cores, the B.A.S.I.R. system reduced peak processing time from 2.8 seconds to 0.6 seconds per student. This optimization ensures the system remains scalable for high-traffic institutional use while maintaining rigorous biometric verification.

4. CONCLUSION

The B.A.S.I.R. system successfully integrates RFID, facial recognition, and liveness detection to provide a secure and reliable attendance verification solution. The multi-factor approach significantly reduces proxy attendance and spoofing risks while maintaining real-time performance through multiprocessing and optimized image processing. For future work, improvements such as cloud integration for large-scale deployment, and mobile support are recommended to enhance robustness and scalability.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors express their sincere appreciation to the CFS, IIUM for providing funding and facilities for this research. Appreciation is also extended to UTHM for their collaboration and support during data collection.

REFERENCES

Patel, P. (2025). Revolutionizing academic management: A digital approach to location-based QR attendance system and mobile application integration for lecture and laboratory oversight. *International Conference on Data Management, Analytics & Innovation*. Springer Nature Singapore.

Qureshi, I., Kale, V., & Tharewal, S. (2025). Enhancing multifactor authentication with machine learning: A comprehensive framework for robust user verification. Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-738-0_52

Rjab, I., & Sliman, L. (2026). Survey on biometric authentication for decentralized identity management: Trends, challenges, and future directions. *Future Internet, 18*(3), 122-126.

BioBubbles: Teknologi Pencuci Lestari Berasaskan Kulit Buah

Auni Damia Mohd Syufaat, Fathiyyah Athirah Faizah Rizal, Nurfaiqah Sharulanuar, Abdullah Yusuf Bin Shahrul Nizam, Suhaili Husain, Nur Diyana Syamim Hasnol

Pusat Asasi Universiti Islam Antarabangsa (UIAM), 26300, Gambang, Pahang Darul Makmur, Malaysia

*auni.damia@student.iium.edu.my

ABSTRAK

Formulasi BioBubbles menunjukkan satu inovasi pembersihan yang mampan dan mesra alam dengan menukarkan sisa organik kepada produk yang bernilai. Kajian ini bertujuan untuk meningkatkan prestasi penapaian dan fungsi pembersihan dengan mengintegrasikan bahan tambahan berfungsi seperti air beras, kulit telur dan agar. Kajian ini menggunakan penyelidikan terdahulu yang menggunakan nisbah 3:10:1 bagi kulit buah: air: gula perang. Sebanyak dua belas botol telah digunakan dalam eksperimen ini. Setiap botol mempunyai gabungan asas air, gula perang, yis diaktifkan dan kulit buah yang terdiri daripada oren, nanas, serta campuran oren dan nanas. Bagi setiap kombinasi, botol-botol tersebut ditambah air beras yang ditapai membantu mempercepat dan meningkatkan proses penapaian, kulit telur yang dihancurkan memberikan sifat geseran (abrasif) untuk meningkatkan keberkesanan penyentalan, manakala agar ditambah untuk meningkatkan masa sentuhan permukaan formulasi BioBubbles dengan permukaan yang dibersihkan. Kecekapan penapaian dipantau melalui pemerhatian penghasilan gas, perubahan bau, dan nilai pH larutan. Pada tiga hari pertama, penutup botol dibuka dua kali sehari bagi melepaskan gas yang terkumpul, diikuti dengan sekali sehari untuk baki tempoh penapaian selama dua minggu. Formulasi Biobubbles membuktikan bahawa durasi penapaian dapat dipercepatkan, kombinasi penapaian kulit nanas serta 16.7 g kulit telur menunjukkan prestasi pembersihan yang lebih baik berbanding enzim asas yang hanya menggunakan kulit buah.

Kata kunci: Biobubbles, kulit buah, penapaian, air beras, kulit telur

1. PENGENALAN

Menilai ke atas isu kulit buah berlebihan yang sering memenuhi tapak pelupusan sampah, dan kekurangan agen pembersih yang mesra alam di pasaran, solusi yang proaktif dan berimpak tinggi perlu diterbitkan. Kulit buah yang dibuang dan mereput akan menghasilkan gas rumah hijau yang berbahaya seperti gas metana dan karbon dioksida. Gas rumah hijau ini akan menyumbang kepada kesan negatif pemanasan global. Selain itu, kebanyakan agen pembersih di pasaran diperbuat daripada bahan kimia. Proses pembuatan agen pembersih berasaskan kimia ini akan memberi kesan negatif kepada alam sekitar pada dua peringkat. Peringkat pertama adalah semasa proses pembuatan di mana sisa kimia sampingan seperti gas sebatian organik mudah meruap dan sebatian teroksida. Peringkat kedua adalah semasa proses pembersihan, di mana bahan-bahan kimia akan menarik kotoran dalam misel, yang akan mencemarkan serta mengotorkan perairan dengan bahan

kimia yang toksik, dan kotoran yang ditarik oleh misel. Merujuk kepada permasalahan ini, BioBubbles merupakan solusi bersepadu kerana formulasinya menunjukkan satu inovasi pembersihan yang mampan dan mesra alam. Ia menukarkan sisa organik, iaitu kulit buah nanas atau oren menjadi agen pembersih semulajadi yang selamat untuk sentuhan kulit dan perairan, serta mempunyai kesan pembersihan yang efektif.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Formulasi

Formulasi asas kajian disediakan berdasarkan nisbah 3:10:1 (kulit buah: air: gula perang) yang dilaporkan sebagai optimum untuk aktiviti mikroorganisma dalam penghasilan bioenzim (Gumilar et al., 2023). Bahan utama terdiri daripada kulit buah (oren, nanas dan campuran kedua-duanya), gula perang, air mineral dan yis. Air mineral digunakan bagi meminimumkan kontaminasi daripada bahan terlarut, manakala yis diaktifkan menggunakan air suam (<40°C) untuk mengekalkan kestabilan dan mengoptimumkan kadar metabolisma enzim. Semua bahan dicampurkan mengikut nisbah yang ditetapkan dan dimasukkan ke dalam sembilan botol reagen (3 botol mengandungi kulit oren, 3 botol kulit nanas, dan 3 botol campuran kedua-duanya). Akhir sekali, air basuhan beras yang mengandungi nutrisi yang menyokong pertumbuhan mikroorganisma ditambah untuk mempercepatkan proses penapaian (Sompong et al., 2011; Ray & Bhunia, 2013).

Semua sampel menjalani proses penapaian selama dua minggu pada suhu bilik. Sepanjang tiga hari pertama, botol dibuka dua kali sehari bagi melepaskan gas karbon dioksida yang terhasil daripada respirasi mikroorganisma untuk mengelakkan tekanan berlebihan di dalam botol. Seterusnya, pelepasan gas dilakukan sekali sehari sehingga tamat penapaian bagi mengekalkan kestabilan sistem mikrobiologi. Nilai pH diukur untuk menentukan ciri keasidan awal formulasi. Selepas 14 hari bioenzim akan terhasil. Seterusnya, 10.0 g kulit telur yang telah dihancurkan ditambah ke dalam tiga botol yang mengandungi kulit oren, kulit nanas, dan campuran kulit. Kulit telur dengan jisim yang berbeza iaitu 12.5 g dan 16.7 g ditambah ke dalam botol yang lain-lain untuk melihat perbezaan nilai pH. Pada masa yang sama, agar juga dimasukkan bagi meningkatkan kelikatan larutan dan memanjangkan masa sentuhan bioenzim dengan kotoran pada permukaan sasaran.

Kecekapan penapaian dinilai berdasarkan tiga parameter utama, iaitu penghasilan gas, perubahan bau dan nilai pH. Penghasilan gas digunakan sebagai indikator aktiviti metabolik mikroorganisma sepanjang proses penapaian. Perubahan bau pula berfungsi sebagai penunjuk kualitatif terhadap keadaan penapaian, di mana bau masam menunjukkan pembentukan asid organik, bau alkohol menandakan aktiviti yis, manakala bau busuk atau menyengat menandakan ketidakseimbangan sistem.

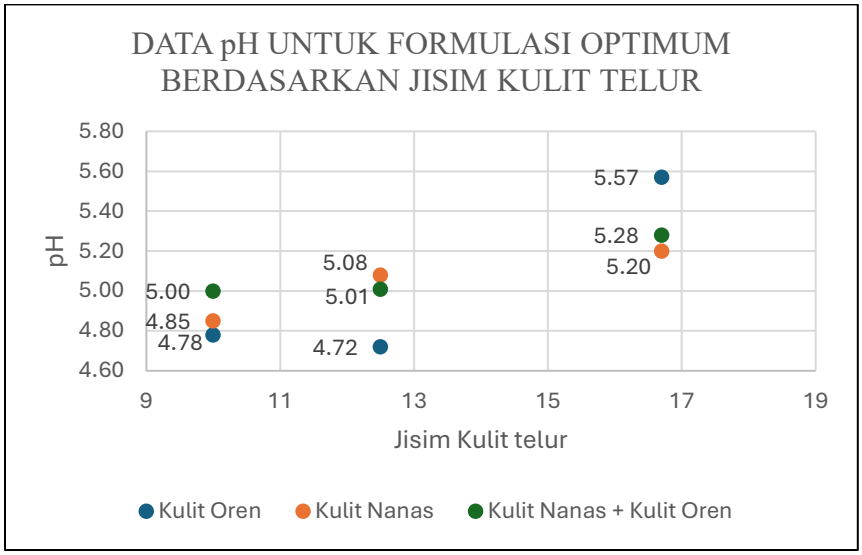
Nilai pH sebagai penanda tahap keasidan formulasi hasil penapaian.Pengukuran pH dijalankan secara tiga peringkat, iaitu sebelum dan selepas proses penapaian serta setelah penambahan bahan tambahan bagi menilai perubahan sifat kimia larutan. Perbandingan dibuat antara nilai pH yang dicatatkan. Parameter-parameter ini dipilih kerana ia merupakan indikator standard dalam kajian bioenzim dan penapaian.

2.2 Penilaian Kecekapan Pembersihan

Keberkesanan formulasi Biobubbles sebagai agen pembersih dinilai melalui ujian sentalan menggunakan permukaan batu yang mempunyai kesan kotoran degil.

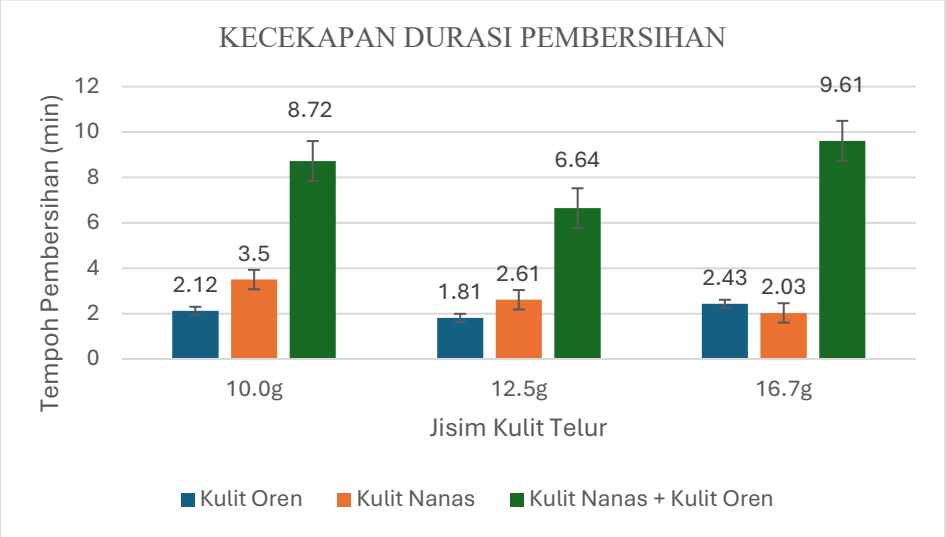
3. DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Analisa kajian



Rajah 1. pH formulasi optimum berdasarkan jisim kulit telur.

Rajah 1 menunjukkan bahawa penambahan kulit telur membantu menstabilkan pH, terutamanya dalam formulasi kulit nanas yang mengekalkan julat pH 5.0–5.3. Kestabilan ini penting untuk menyokong aktiviti bioenzim *bromelain*, iaitu enzim proteolitik yang berfungsi paling baik dalam persekitaran berasid lemah hingga neutral (Ketnawa et al., 2012; Pavan et al., 2012). Sebaliknya, formulasi kulit oren yang mempunyai pH lebih rendah (< 5.0) berpotensi menjejaskan struktur dan keberkesanan bioenzim. Kalsium karbonat ($CaCO_3$) daripada kulit telur berperanan sebagai agen penimbal semula jadi yang membantu mengekalkan kestabilan pH, sekali gus memastikan keadaan yang lebih sesuai untuk aktiviti bioenzim (Stadelman, 2000; Onwubu et al., 2017). Keadaan ini selari dengan prinsip bahawa aktiviti enzim sangat dipengaruhi oleh kestabilan pH (Maurer, 2010).



Rajah 2. Kecekapan durasi pembersihan

Rajah 2 menunjukkan bahawa formulasi kulit oren memberikan masa pembersihan lebih singkat, berkemungkinan disebabkan oleh tindakan asid organik seperti asid sitrik yang mempercepatkan pelarutan kotoran (Ciriminna et al., 2017). Namun, formulasi kulit nanas menunjukkan prestasi pembersihan yang lebih konsisten kerana nilai pH yang stabil membolehkan bioenzim berfungsi dengan baik. Bionzim ini bertindak menguraikan kotoran kepada molekul yang lebih kecil, menjadikan kotoran lebih mudah ditanggalkan dari permukaan.

3.2 Keberkesanan Pembersihan Menggunakan Formulasi Biobubbles



Rajah 3. Sebelum dan selepas penggunaan Biobubbles

4. KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahawa kestabilan pH merupakan faktor utama dalam menentukan keberkesanan sistem pembersihan berasaskan bioenzim. Formulasi penapaian kulit nanas dengan penambahan kulit telur menunjukkan prestasi yang lebih konsisten di mana kecekapan pembersihan meningkat sebanyak 40 % dan pH yang stabil. Oleh itu, formulasi kulit nanas dengan 16.7 g kulit telur dikenal pasti sebagai formulasi optimum.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Asasi UIAM khususnya Jabatan Kimia atas kemudahan dan sokongan, serta kepada mentor di atas bimbingan yang diberikan.

RUJUKAN

Ciriminna, R., Fidalgo, A., Meneguzzo, F., Ilharco, L. M., & Pagliaro, M. (2017). Citrus waste as a source of valuable chemicals. *Chemical Reviews*, 117(12), 8157–8182.

Damayanti, A., Winaningsih, I., Bahlwan, Z. A. S., Widyastuti, C. R., Auralita, K. P., Enjelita, A., & Alfareza, X. (2024). A critical review on tropical fruits peels as eco-enzyme: A case of Indonesian exotic fruits.

Gumilar, G. G., Kadarohman, A., & Nahadi. (2023). Ecoenzyme production, characteristics, and applications: A review. Jurnal Kartika Kimia, 6(1), 45–59.

Ketnawa, S., Chaiwut, P., & Rawdkuen, S. (2012). Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3), 385–391.

Maurer, K. H. (2010). Detergent proteases. *Current Opinion in Biotechnology*, 21(3), 330–338.

Onwubu, S. C., Vahed, A., Singh, S., & Kanny, K. M. (2017). Reducing dentine hypersensitivity using calcium carbonate derived from eggshells. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 15(4), e304–e309.

Pavan, R., Jain, S., Shraddha, & Kumar, A. (2012). Properties and therapeutic application of bromelain: A review. *Biotechnology Research International*, 2012, 1–6.

Ray, B., & Bhunia, A. (2013). *Fundamental Food Microbiology* (5th ed.). CRC Press.

Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martin, G., & Berghofer, E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chemistry*, 124(1), 132–140.

Stadelman, W. J. (2000). *Egg science and technology*. CRC Press.

Sirait, A. F., Azzura, Z. A., Matondang, M. R., Simanjuntak, T. C., & Ichwan, M. (2023). EZY to spray (eco-enzyme for tobacco spray): Utilization of eco-enzyme as an agent to eliminate cigarette smoke odor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1188(1),

Vama, L., & Cherekar, M. N. (2020). Production, extraction and uses of eco-enzyme using citrus fruit waste: Wealth from waste. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences, 22(2), 346–351.

Mengintegrasikan Sisa Polistirena dan Biomas Sitrus Sebagai Solusi Pelekat Lestari

Muhammad Nadzmi Harith Rosli, Muhammad Naqib Irfan Md.Mazland, Muhammad Zuhairi Mohamed Zukilan, Sharim Kamaluddin Nurdin, Darwisy Dzulqarnain Rashlimazizi, Haslinawati Mohd Mustapha\

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia

*haslinawati@usim.edu.my

ABSTRAK

Krisis pencemaran polistirena merupakan isu ekologi global yang kritikal disebabkan oleh sifatnya yang non-biodegradasi dan kos kitar semula mekanikal yang tinggi. Pada masa yang sama, lambakan sisa kulit limau daripada industri makanan menjana biomas yang kaya dengan sebatian limonena namun sering dibazirkan. Kajian ini memperkenalkan *NEO Glue* (*Novel Eco-Friendly Organic*), sebuah inovasi pelekat mampan yang dihasilkan melalui kitar semula fizikal polistirena menggunakan limonena sebagai pelarut hijau semulajadi. Objektif kajian adalah untuk menghasilkan formulasi pelekat bebas toksik yang selamat, kos rendah, dan menyokong agenda kelestarian melalui SDG 9 dan SDG 12. Metodologi kajian melibatkan pengumpulan sisa polistirena, ekstraksi limonena daripada kulit limau, dan proses pelarutan berdasarkan prinsip "like dissolves like" bagi mencapai kelikatan optimum. Hasil kajian menunjukkan bahawa *NEO Glue* mempunyai daya lekatan yang kompetitif pada permukaan kayu dan kertas, aroma sitrus yang menyenangkan, dan bebas daripada sebatian organik meruap (VOC) berbahaya. Kesimpulannya, *NEO Glue* menawarkan solusi ekonomi kitaran yang praktikal dengan menukarkan sisa plastik dan biomas kepada produk komersial bernilai tinggi, sekaligus mempromosikan tanggungjawab terhadap alam sekitar selari dengan tuntutan Naqli dan Aqli.

Keywords: Polistirena, Limonena, Kitar Semula, Kimia Hijau

1. PENDAHULUAN

Penggunaan polistirena dalam industri pembungkusan telah meningkat secara drastik disebabkan oleh sifat fizikalnya yang ringan dan efektif sebagai penebat haba. Walau bagaimanapun, polistirena menyumbang secara signifikan kepada beban tapak pelupusan sampah kerana ia mengambil masa beratus-ratus tahun untuk terurai dan mempunyai kadar kitar semula yang sangat rendah. Sisa polistirena yang tidak terurus sering pecah menjadi mikroplastik yang mengancam ekosistem marin dan kesihatan manusia (García et al., 2009). Selain itu, pelekat industri sedia ada di pasaran kebanyakannya menggunakan pelarut sintetik seperti toluena atau xilena yang membebaskan sebatian organik meruap (VOC) yang bertoksik (Sonne et al., 2022).

NEO Glue dirancang sebagai solusi inovatif untuk menangani krisis berkembar ini. Dengan memanfaatkan limonena, sebuah terpena *non-polar* yang terdapat dalam kulit limau (Grozdanić et al., 2025), sisa polistirena boleh dilarutkan dan ditransformasikan menjadi

pelekat organik yang selamat. Projek ini menjajarkan dua Matlamat Pembangunan Mampan iaitu SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur) dan SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran yang Bertanggungjawab). Melalui integrasi ilmu Naqli dan Aqli, *NEO Glue* bukan sahaja menawarkan penyelesaian saintifik, malah menterjemah amanah memelihara alam sekitar yang ditekankan dalam Surah Al-A'raf 7:56 kepada satu produk yang berfungsi.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Bahan Mentah

Sisa polistirena dikumpul daripada sisa pembungkusan domestik. Polistirena dibersihkan daripada kotoran dan dipotong kecil bagi meningkatkan luas permukaan untuk tindak balas pelarutan. Sisa kulit limau (*Citrus aurantium*) diperoleh daripada pengusaha jus tempatan.

2.2 Ekstraksi dan Penyediaan Pelarut

Minyak pati yang mengandungi limonena diekstrak daripada kulit limau. Bagi tujuan prototaip kos rendah, pelarut limonena gred teknikal atau minyak pati sitrus yang tersedia secara komersial juga boleh digunakan untuk memastikan konsistensi kualiti.

2.3 Proses Formulasi Pelekat

Mengikut prinsip "like dissolves like," kepingan polistirena dimasukkan ke dalam bekas kaca yang mengandungi 25 ml pelarut limonena. Campuran diaduk secara perlahan pada suhu bilik sehingga mencapai kelikatan yang menyerupai gam industri. Nisbah jisim polistirena kepada isi padu pelarut dioptimumkan bagi mencapai kekuatan lekatan yang terbaik.

2.4 Ujian Prestasi dan Keselamatan

Kekuatan lekatan diuji pada substrat kayu dan kertas menggunakan ujian tegangan manual. Masa pengeringan dan aroma produk direkodkan untuk perbandingan dengan pelekat sintetik sedia ada.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Eksperimen menunjukkan bahawa limonena bertindak sebagai pelarut yang sangat efektif untuk polistirena tanpa menyebabkan degradasi rantai polimer. Interaksi molekul antara kumpulan fenil pada polistirena dan struktur kitlik limonena membolehkan pembentukan larutan yang homogen.

Jadual 1. Perbandingan *NEO Glue* dan Gam Komersial

Ciri-ciri	*NEO Glue*	Gam Komersial
Bahan Asas	Kulit Limau + Sisa polistirena	Bahan Api Fosil + Pelarut Toksik
Aroma	Sitrus Segar	Kimia Menyengat
Impak Alam Sekitar	Kitar Semula 100%	Mencemarkan
Kos Penghasilan	Rendah (Bahan Sisa)	Tinggi

Hasil analisis menunjukkan bahawa *NEO Glue* mempunyai daya lekatan yang setara dengan pelekat berasaskan sintetik, namun dengan kelebihan tambahan iaitu aroma yang menyenangkan dan keselamatan penggunaan yang tinggi bagi kanak-kanak sekolah. Selain itu, disebabkan limonena mempunyai kadar penyejatan yang lebih rendah berbanding aseton (Pagliaro et al., 2023), pelekat ini memberikan lebih masa untuk pelarasan kedudukan cantuman sebelum ia mengeras sepenuhnya. Dari perspektif ekonomi, kos penghasilan yang rendah memberikan potensi keuntungan yang tinggi dalam pasaran produk hijau.

4. KESIMPULAN

NEO Glue membuktikan bahawa sisa polistirena boleh ditukar menjadi produk bernilai tinggi melalui aplikasi kimia hijau yang kreatif. Inovasi ini berjaya mengintegrasikan sains molekul, kelestarian alam, dan tanggungjawab sosial dalam satu kerangka yang holistik. Dengan menyokong SDG 9 dan 12, projek ini menawarkan model ekonomi kitaran yang mampu mengurangkan jejak karbon industri pelekat. Cadangan masa hadapan termasuklah pengoptimuman formulasi menggunakan agen pengeras semulajadi dan perluasan skala pengeluaran bagi memenuhi pasaran domestik dan antarabangsa.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Pusat Tamhidi USIM atas penyediaan fasiliti makmal dan sokongan teknikal.

RUJUKAN

María Teresa García, Gracia, I., Duque, G., Antonio de Lucas, & Juan Francisco Rodríguez. (2009). Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. *Waste Management*, *29*(6), 1814–1818..

Grozdanić, N., Kijevčanin, M., & Radović, I. (2025). Terpene-Based Biofuel Additives (Citral, Limonene, and Linalool) with Chloroform: Experimental and Modeling Study of Volumetric and Transport Properties. *Processes*, *13*(4), 974.

Pagliaro, M., Fabiano-Tixier, A., & Ciriminna, R. (2023). Limonene as a natural product extraction solvent. *Green Chemistry*, *25*(16), 6108–6119.

Sonne, C., Xia, C., Dadvand, P., Targino, A. C., & Lam, S. S. (2022). Indoor volatile and semi-volatile organic toxic compounds: Need for global action. *Journal of Building Engineering*, *62*, 105344.

Smart Bag Weight Detection (SBWD)

Ahmad Fakar Mohd Yasin, Rashidah Lip, Ishkandar Shahrul Amri, Siti Nur Syuhaidah Mokhtar

Program Asasi Teknologi Kejuruteraan, Jabatan Matematik Sains dan Komputer, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti, Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia. Pagoh, Johor, Malaysia

*rashidah@ptsn.edu.my

ABSTRAK

Masalah beg sekolah yang terlalu berat dalam kalangan pelajar sekolah rendah dan menengah merupakan isu kesihatan yang semakin membimbangkan kerana boleh menyebabkan sakit belakang, ketegangan otot serta gangguan postur badan. Kajian di Malaysia menunjukkan bahawa 74.1% pelajar membawa beg melebihi had selamat iaitu 10% hingga 15% daripada berat badan, manakala 36.8% mengalami sakit belakang. Walau bagaimanapun, pemantauan berat beg masih dilakukan secara manual dan tidak konsisten. Sehubungan itu, projek ini membangunkan Smart Bag Weight Detection (SBWD), iaitu beg pintar yang mampu mengesan berat secara masa nyata serta memberi amaran automatik apabila melebihi had selamat. Sistem ini menggunakan sensor load cell yang diintegrasikan dengan mikropengawal ESP32, paparan OLED serta buzzer sebagai mekanisme maklum balas. Selain itu, SBWD menggunakan tenaga solar sebagai sumber kuasa alternatif bagi menyokong kelestarian. Dapatan menunjukkan bahawa sistem ini mampu mengesan berat dengan tepat dan memberikan maklum balas segera kepada pengguna. Inovasi ini bukan sahaja meningkatkan kesedaran kesihatan pelajar, malah berpotensi untuk dikomersialkan sebagai produk teknologi pendidikan yang praktikal dan lestari.

Kata kunci: Smart Bag Weight Detection, IoT, Kesihatan pelajar, Tenaga Solar, Inovasi.

1. PENGENALAN

Masalah beg sekolah yang terlalu berat merupakan isu kesihatan yang semakin membimbangkan dalam kalangan pelajar sekolah rendah dan menengah. Beban beg yang berlebihan boleh menyebabkan sakit belakang, ketegangan otot serta perubahan postur badan dalam jangka panjang (Shuhaimi & Abdul Rahman, 2020). Selain itu, penggunaan beg yang melebihi had selamat juga boleh memberi kesan terhadap sistem muskuloskeletal pelajar serta menjejaskan keselesaan dan kesihatan harian mereka (Nasrull et al., 2024). Statistik kajian di Malaysia menunjukkan bahawa 74.1% pelajar membawa beg sekolah yang melebihi had selamat yang disarankan, manakala 36.8% mengalami sakit belakang, diikuti sakit leher sebanyak 27% dan sakit bahu sebanyak 17.3% (Shuhaimi & Abdul Rahman, 2020). Situasi ini menunjukkan bahawa masalah beg berat dalam kalangan pelajar merupakan isu serius yang memerlukan penyelesaian inovatif dan lebih efektif.

Kaedah pemantauan berat beg sedia ada adalah kurang praktikal kerana bergantung kepada anggaran atau penimbangan manual yang tidak konsisten. Oleh itu, penggunaan teknologi pintar seperti Internet of Things (IoT) dapat membantu menyediakan sistem pemantauan secara masa nyata yang lebih efisien dan mesra pengguna (Kurniawan et al., 2023). Teknologi IoT membolehkan data diproses dan dipaparkan secara automatik serta membantu meningkatkan

keberkesanan sistem pemantauan pintar (Rahman et al., 2023). Penggunaan sensor digital dan mikropengawal seperti ESP32 juga meningkatkan ketepatan bacaan serta kecekapan sistem elektronik moden. Selain itu, penggunaan tenaga solar dalam produk inovasi turut menyokong pembangunan teknologi hijau dan kelestarian alam sekitar (World Health Organization [WHO], 2023). Teknologi solar juga dilihat lebih ekonomik dan sesuai diaplikasikan dalam pembangunan produk mudah alih pintar (Solar Reviews, 2023).

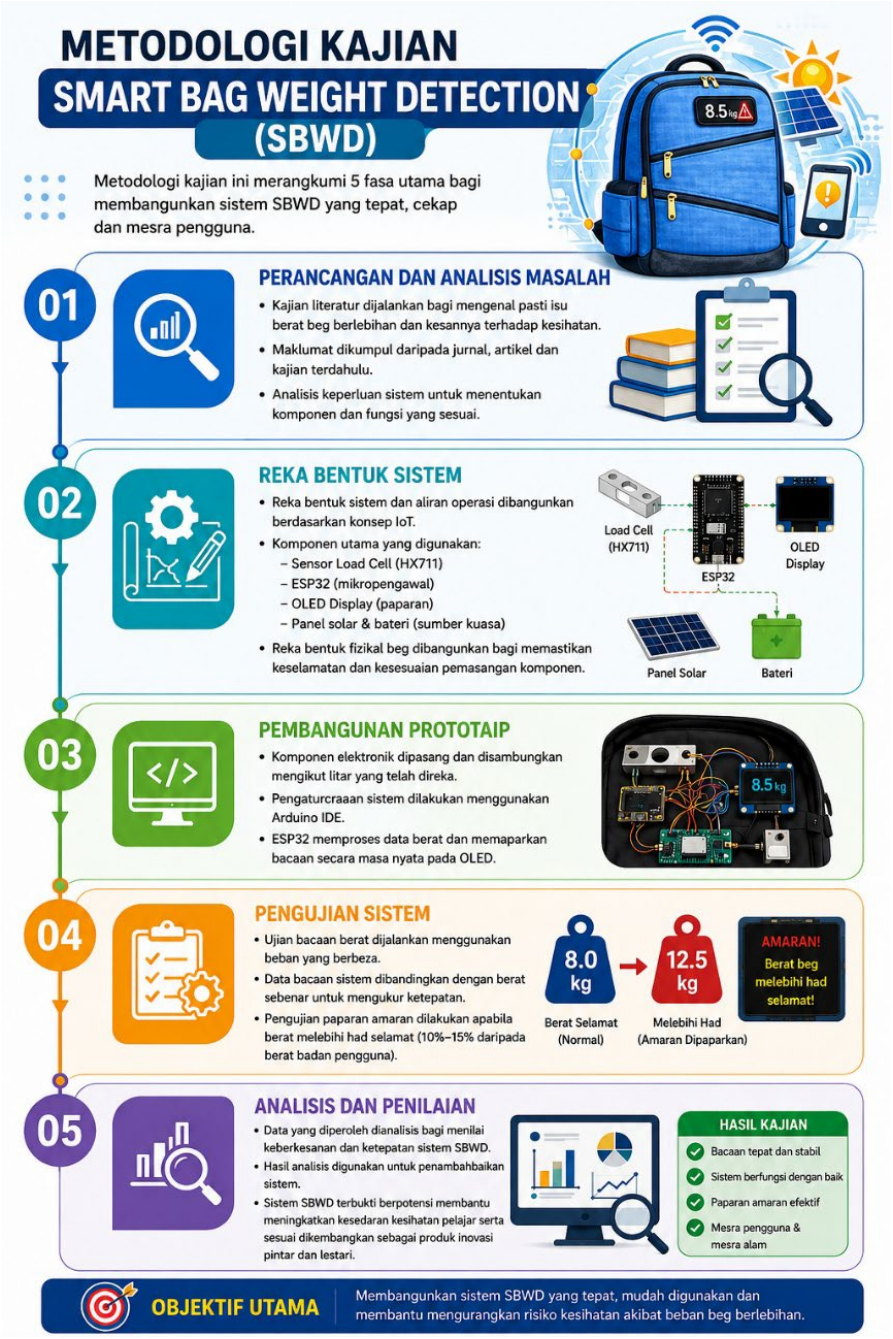
Sehubungan itu, projek Smart Bag Weight Detection (SBWD) dibangunkan sebagai satu inovasi beg pintar yang mampu mengesan dan memantau berat beg secara masa nyata menggunakan sensor load cell dan mikropengawal ESP32. Sistem ini memaparkan bacaan berat melalui OLED display dan memberikan paparan amaran sekiranya berat beg melebihi had selamat. Penggunaan modul OLED membolehkan paparan data yang lebih jelas dan mudah dibaca oleh pengguna (OLED Display Guide, 2023). Sensor load cell HX711 pula digunakan bagi memastikan ketepatan pengukuran berat yang lebih stabil dan sensitif (HX711 Avia Semiconductor, 2022). Selain itu, penggunaan teknologi wearable dan sistem pemantauan pintar dilihat mampu membantu meningkatkan kesedaran pengguna terhadap kesihatan harian mereka (Zhang et al., 2023). SBWD juga menggunakan panel solar dan bateri sebagai sumber kuasa alternatif bagi memastikan sistem dapat beroperasi secara berterusan dan lebih mesra alam. Projek ini bukan sahaja membantu meningkatkan kesedaran kesihatan pelajar, malah mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai produk inovasi dalam bidang pendidikan dan teknologi pintar (Zulkipli & Hamzah, 2022).

2. METODOLOGI

Metodologi projek ini melibatkan pembangunan sistem beg pintar yang mengintegrasikan beberapa komponen utama. Sensor load cell digunakan untuk mengesan berat beban dalam beg secara tepat, manakala data daripada sensor diproses menggunakan mikropengawal ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kawalan sistem. Maklumat berat kemudiannya dipaparkan melalui paparan OLED bagi membolehkan pengguna melihat bacaan secara masa nyata dan lebih mudah difahami (OLED Display Guide, 2023). Sistem ini juga dilengkapi dengan paparan amaran sekiranya berat beg melebihi had selamat yang ditetapkan. Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem pemantauan pintar dilihat mampu meningkatkan keberkesanan pengurusan data dan ketepatan pemantauan secara automatik (Kurniawan et al., 2023).

Selain itu, SBWD menggunakan panel solar sebagai sumber tenaga alternatif yang disokong oleh bateri bagi memastikan operasi sistem secara berterusan dan lebih lestari. Penggunaan tenaga solar membantu mengurangkan kebergantungan kepada tenaga konvensional serta menyokong pembangunan teknologi hijau dan mesra alam (Solar

Reviews, 2023). Pemilihan metodologi ini adalah bersesuaian kerana ia menggabungkan ketepatan pengukuran, kemudahan penggunaan serta elemen kelestarian. Metodologi kajian bagi projek Smart Bag Weight Detection (SBWD) melibatkan beberapa fasa utama iaitu perancangan projek, reka bentuk sistem, pembangunan prototaip, pengujian sistem dan analisis dapatan. Pendekatan ini digunakan bagi memastikan sistem yang dibangunkan dapat berfungsi dengan baik serta memenuhi objektif projek (Zulkipli & Hamzah, 2022).



Rajah 2.1 : Metodologi Pembangunan Produk Smart Bag Weight Detection

2.1 Fasa Perancangan dan Analisis Masalah

Pada peringkat awal, kajian literatur dijalankan bagi mengenal pasti isu berkaitan berat beg sekolah yang berlebihan dalam kalangan pelajar. Maklumat berkaitan kesan kesihatan seperti sakit belakang, masalah postur dan had berat selamat dikumpulkan melalui jurnal, artikel dan kajian terdahulu (Nasrull et al., 2024). Selain itu, analisis keperluan sistem dilakukan bagi menentukan komponen dan fungsi yang sesuai untuk projek SBWD. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa penggunaan sistem pemantauan pintar dapat membantu meningkatkan kesedaran pengguna terhadap aspek kesihatan harian (Rahman et al., 2023).

2.2. Fasa Reka Bentuk Sistem

Dalam fasa ini, reka bentuk sistem dan aliran operasi produk dibangunkan. Sistem SBWD direka menggunakan konsep Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan beberapa komponen utama seperti:

- Sensor Load Cell (HX711) untuk mengesan berat
- ESP32 sebagai mikropengawal utama
- OLED Display untuk paparan bacaan berat
- Panel solar dan bateri sebagai sumber kuasa

Reka bentuk fizikal beg turut dibangunkan bagi memastikan semua komponen dapat dipasang dengan selamat dan kemas.

2.3. Fasa Pembangunan Prototaip

Setelah reka bentuk sistem lengkap, proses pembangunan prototaip dijalankan. Semua komponen elektronik dipasang dan disambungkan mengikut litar yang telah direka. Pengaturcaraan sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE bagi membolehkan ESP32 memproses data berat dan memaparkan bacaan secara masa nyata pada OLED display (Arduino, 2023). Penggunaan teknologi wearable dan sistem pemantauan digital membantu meningkatkan keberkesanan sistem dalam aplikasi kesihatan pelajar (Zhang et al., 2023).

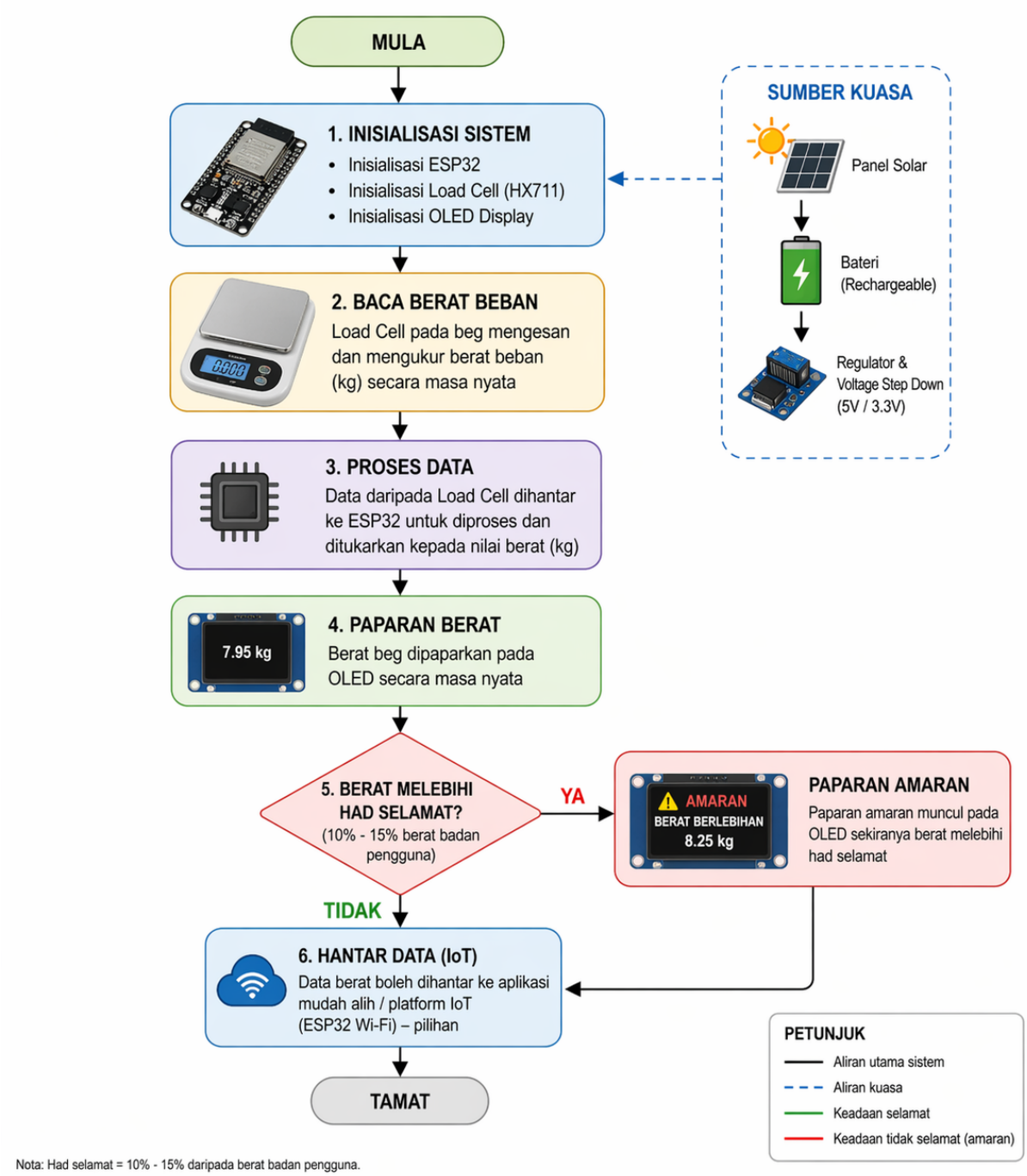
2.4. Fasa Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan bagi memastikan sistem berfungsi dengan baik dan tepat. Beberapa ujian bacaan berat dijalankan menggunakan beban yang berbeza. Data bacaan daripada sistem dibandingkan dengan berat sebenar untuk menentukan tahap ketepatan sistem. Selain itu, pengujian paparan amaran turut dijalankan apabila berat melebihi had selamat. Pendekatan ini penting bagi memastikan sistem dapat memberikan bacaan yang stabil dan konsisten semasa digunakan (Rahman et al., 2023).

2.5. Fasa Analisis dan Penilaian

Data yang diperoleh dianalisis bagi menilai keberkesanan sistem SBWD. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengesan berat secara tepat dan memaparkan amaran secara masa nyata. Analisis ini membuktikan bahawa SBWD berpotensi membantu meningkatkan kesedaran kesihatan pelajar serta sesuai dikembangkan sebagai produk inovasi pintar dan

lestari (World Health Organization [WHO], 2023). Selain itu, penggunaan teknologi IoT dan tenaga solar dalam produk ini juga menyokong pembangunan inovasi pendidikan yang lebih moden dan mampan (Zulkipli & Hamzah, 2022).



Rajah 2.2 : Carta alir system Smart Bag Weight Detection

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan projek menunjukkan bahawa sistem SBWD berjaya berfungsi dengan baik dalam mengesan berat beg secara masa nyata. Sensor load cell memberikan bacaan yang stabil dan tepat, manakala sistem amaran berfungsi secara automatik apabila berat melebihi had selamat. Penggunaan paparan OLED memudahkan pengguna memantau berat beg dengan jelas, manakala integrasi tenaga solar memastikan sistem lebih lestari dan efisien. Selain itu, sistem ini mampu meningkatkan kesedaran pelajar terhadap kepentingan penjagaan kesihatan dan postur badan.

Dari sudut perbincangan, penggunaan teknologi IoT dalam projek ini memberikan nilai tambah yang signifikan kerana ia membolehkan pemantauan berterusan dan berpotensi untuk diintegrasikan dengan aplikasi mudah alih pada masa hadapan. Projek ini juga selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) iaitu SDG 3 (Kesihatan dan Kesejahteraan), SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur) serta SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab).



Rajah 3.1 :Matlamat Penmbangunan Mampan (SDg yang terlibat dalam produk ini

3.1 Produk Smart Bag Weight Detection (SBWD)

Smart Bag Weight Detection (SBWD) merupakan sebuah inovasi beg pintar yang dibangunkan bagi membantu memantau berat beg pelajar secara masa nyata menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Produk ini direka untuk mengatasi masalah beg sekolah yang terlalu berat yang boleh menyebabkan sakit belakang, ketegangan otot dan masalah postur dalam kalangan pelajar.

SBWD menggunakan sensor load cell untuk mengesan berat beban di dalam beg dan data tersebut diproses menggunakan mikropengawal ESP32 seperti Rajah 1. Bacaan berat akan dipaparkan secara langsung melalui paparan OLED bagi memudahkan pengguna memantau berat beg mereka. Sistem ini juga mempunyai paparan amaran sekiranya berat beg melebihi had selamat iaitu 10% hingga 15% daripada berat badan pengguna.

Selain itu, SBWD menggunakan panel solar dan bateri sebagai sumber kuasa alternatif yang lebih mesra alam dan menyokong teknologi hijau. Produk ini bukan sahaja membantu

meningkatkan kesedaran kesihatan pelajar, malah mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai inovasi pintar dalam bidang pendidikan dan kesihatan.



Rajah 3.2 : Reka bentuk produk dan sistem Smart bag Weight Detection

3.2 Potensi Komersial

Smart Bag Weight Detection (SBWD) mempunyai potensi komersial yang tinggi kerana produk ini menggabungkan elemen kesihatan, teknologi pintar dan kelestarian dalam satu inovasi praktikal. Sasaran utama produk ini ialah pelajar sekolah, institusi pendidikan dan ibu bapa yang prihatin terhadap kesihatan anak-anak. Selain itu, SBWD juga berpotensi digunakan secara lebih meluas dalam sektor pendidikan, industri dan teknologi pintar.

Keunikan penggunaan teknologi Internet of Things (IoT), paparan masa nyata dan tenaga solar menjadikan produk ini lebih inovatif dan mesra pengguna berbanding beg biasa di pasaran. Sistem paparan amaran juga membantu meningkatkan kesedaran pengguna terhadap had berat selamat bagi mengurangkan risiko sakit belakang dan masalah postur. SBWD berpotensi dipasarkan sebagai produk inovasi pendidikan dan kesihatan melalui kerjasama dengan sekolah, syarikat teknologi serta platform e-dagang. Produk ini juga mempunyai peluang untuk dikembangkan dengan integrasi aplikasi mudah alih dan analisis data pengguna pada masa hadapan.



Rajah 3.3 : Potensi dan komersial

3.3 Impak dan Kelestarian Produk

Smart Bag Weight Detection (SBWD) memberi impak positif terhadap kesihatan pelajar dengan membantu memantau berat beg secara masa nyata bagi mengurangkan risiko sakit belakang dan masalah postur. Penggunaan tenaga solar sebagai sumber kuasa alternatif turut
menyokong teknologi hijau dan pembangunan produk yang lebih lestari serta mesra alam.



Rajah 3.4 : Impak dan kelestarian produk

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, projek Smart Bag Weight Detection (SBWD) berjaya dibangunkan sebagai satu inovasi yang menggabungkan teknologi sensor, IoT dan tenaga solar bagi membantu memantau berat beg pelajar secara masa nyata. Projek ini berupaya mengurangkan risiko masalah kesihatan serta meningkatkan kesedaran pengguna terhadap penjagaan postur badan. Selain itu, SBWD mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai produk inovasi dalam bidang teknologi pendidikan dan kesihatan. Penambahbaikan pada masa hadapan boleh melibatkan integrasi aplikasi mudah alih dan analisis data bagi meningkatkan keberkesanan sistem.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN), Jabatan Matematik, Sains dan Komputer (JMSK), Program Asasi Teknologi Kejuruteraan serta semua pihak yang telah memberikan sokongan dan bimbingan dalam menjayakan pembangunan dan pelaksanaan produk ini.

RUJUKAN

Arduino. (2023). Arduino IDE documentation. https://www.arduino.cc/en/software

Kurniawan, A., Putra, R., & Hidayat, M. (2023). Internet of Things-based monitoring system for smart school applications. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 14(2), 112–119. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140215

Nasrull, M. N., Ibrahim, A. R., & Hamid, N. A. (2024). Investigation of musculoskeletal symptoms among students carrying school bags. Research Progress in Mechanical and Manufacturing Engineering, 5(2), 41–48.

OLED Display Guide. (2023). SSD1306 OLED display module documentation. https://lastminuteengineers.com/oled-display-arduino-tutorial/

Rahman, M. A., Yusof, N., & Ahmad, A. (2023). Smart monitoring system for student health and posture awareness using IoT technology. Journal of Engineering and Digital Technology, 5(1), 22–30.

Solar Reviews. (2023). Introduction to solar-powered systems. https://www.solarreviews.com

World Health Organization. (2023). Musculoskeletal health guidelines. https://www.who.int

Zhang, Y., Liu, H., & Chen, X. (2023). Smart wearable monitoring systems for student healthcare applications. Sensors, 23(11), 5120–5132. https://doi.org/10.3390/s23115120

Zulkipli, N. H., & Hamzah, M. I. (2022). Development of sustainable IoT-based educational products for student wellbeing. Journal of Sustainable Technology and Education, 4(1), 55–63.

Track My Student Computer Lab (TMSCL): Pendigitalan Sistem Perekodan Pengguna Makmal Komputer Menggunakan Google Appsheet

Nur Iqmal Shafieq Kamal Ariffin, Arfan Hariz Fara Ermawan, Muhammad Razuan Abdul Razak

Jabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Ungku Omar, Malaysia

*aarfanhz@gmail.com

ABSTRAK

Makmal komputer merupakan kemudahan kritikal dalam institusi pendidikan bagi menyokong pembelajaran berasaskan teknologi. Walau bagaimanapun, sistem perekodan manual menggunakan buku log sedia ada menghadapi pelbagai isu seperti data tidak lengkap, sukar dianalisis, dan risiko kehilangan rekod. Justeru, kajian ini dijalankan bertujuan untuk membangunkan "Track My Student Computer Lab" (TMSCL), sebuah sistem digital berasaskan Google AppSheet yang menggunakan imbasan kod QR untuk merekod penggunaan makmal. Metodologi pembangunan sistem ini melibatkan Kitar Hayat Pembangunan Sistem (SDLC) yang merangkumi fasa analisis keperluan, reka bentuk pangkalan data menggunakan Google Sheets, pembangunan aplikasi, dan pengujian di makmal. Dapatan kajian menunjukkan bahawa 60% pengguna bersetuju penyelesaian sistem ini “Sangat Berkesan” dan 35% "Berkesan". TMSCL berjaya mengurangkan beban kerja manual, memastikan data lebih tersusun, serta meningkatkan keselamatan aset makmal melalui kebolehjejakan (*traceability)* pengguna yang lebih tepat. Kesimpulannya, TMSCL menawarkan penyelesaian mesra alam dan efisien yang berpotensi tinggi untuk dikomersialkan di pelbagai institusi pendidikan bagi menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) ke-4 dan ke-9.

Kata kunci: pendigitalan, Google AppSheet, kod QR, makmal komputer, SDG

1. PENGENALAN

Makmal komputer adalah tunjang utama dalam ekosistem pendidikan moden. Di Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA (UiTM), penggunaan makmal yang tinggi memerlukan sistem pemantauan yang jitu. Pada masa ini, kebanyakan makmal masih bergantung kepada buku log manual. Kaedah ini bukan sahaja ketinggalan zaman, malah menyukarkan pihak pengurusan untuk menjejak pengguna sekiranya berlaku kerosakan perkakasan atau kehilangan aset.

Objektif utama projek TMSCL adalah untuk mendigitalkan sistem perekodan pengguna bagi meningkatkan kecekapan dan keselamatan. Selain itu, sistem ini bertujuan mengautomasikan penjanaan laporan penggunaan yang sebelum ini mengambil masa yang lama untuk disediakan secara manual. Inovasi ini sejajar dengan cabaran PITRAM 2026 dalam mencari penyelesaian tempatan bagi mencapai SDG Global, khususnya dalam aspek Pendidikan Berkualiti serta Industri, Inovasi, dan Infrastruktur.

2. METODOLOGI

Pembangunan TMSCL ini adalah mengikut Kitar Hayat Pembangunan Sistem (SDLC) yang terdiri daripada empat fasa utama:

1. **Fasa 1: Analisis Keperluan** - Mengenalpasti masalah utama buku log manual dan menetapkan skop pengguna (pelajar dan pentadbir makmal).
2. **Fasa 2: Reka Bentuk** - Membina struktur pangkalan data dalam Google Sheets yang merangkumi maklumat pelajar, nombor PC, tarikh, dan masa.
3. **Fasa 3: Pembangunan** - Membina logik aplikasi menggunakan platform Google AppSheet dan mengintegrasikannya dengan penjana kod QR bagi setiap terminal komputer.
4. **Fasa 4: Pengujian** - Melakukan ujian rintis di makmal komputer untuk mengenalpasti pepijat (*debugging*) dan mendapatkan maklum balas pengguna.

2.1 Aliran Kerja Sistem

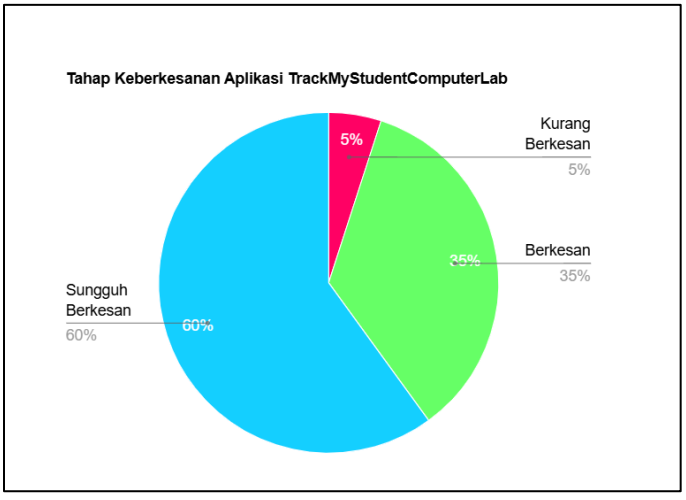
Pengguna hanya perlu membuka aplikasi, menekan butang “Daftar Penggunaan”, dan mengimbas kod QR yang ditampal pada meja komputer. Data akan dihantar secara masa nyata ke pangkalan data awan.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Analisis keberkesanan sistem dilakukan melalui tinjauan terhadap pengguna di makmal komputer. Hasil menunjukkan impak positif yang signifikan terhadap pengurusan makmal.

3.1 Nilai dan Imej

Sistem ini berjaya menghapuskan isu tulisan tangan yang sukar dibaca dan kehilangan data. Kelebihan utama yang dikenalpasti termasuklah pemantauan pantas, pengurangan kesilapan manusia, dan ketersediaan data secara automatik.



Rajah 1. Tahap Keberkesanan Sistem TMSCL

3.2 Jadual

Sistem ini juga membolehkan pentadbir melihat sejarah penggunaan dengan lebih sistematik seperti yang ditunjukkan dalam struktur data berikut:

Jadual 1. Contoh Struktur Rekod Penggunaan Digital

No PC	Nama Pengguna	No Matriks	Masa Penggunaan
PC18	Luqman Hakim bin Hamizi	01FTV25F1067	04/09/2026 10:36
PC16	Arfan Hariz bin Fara Ermawan	01FTV25F1090	4/23/2026 10:02

4. KESIMPULAN

Projek TMSCL membuktikan bahawa integrasi teknologi ringkas seperti Google AppSheet dan kod QR mampu membawa perubahan besar kepada pengurusan fasiliti pendidikan. Sistem ini bukan sahaja cepat dan efisien, malah menyokong inisiatif tanpa kertas yang mesra alam. Potensi pengkomersialan TMSCL adalah sangat luas, di mana ia boleh diadaptasi oleh mana-mana institusi yang memerlukan sistem log masuk digital yang kos efektif. Cadangan masa depan termasuklah integrasi sistem pengesanan lokasi (GPS) dan analitik data raya untuk meramal keperluan penyelenggaraan perkakasan.

PENGHARGAAN

Saya ingin menzahirkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Dr. Muhammad Razuan Abdul Razak selaku penyelia projek atas bimbingan, nasihat, dan sokongan teknikal yang tidak berbelah bahagi sepanjang pembangunan inovasi ini. Penghargaan tulus juga ditujukan kepada Jabatan Matematik Sains Komputer, Politeknik Ungku Omar atas kerjasama, sokongan fasiliti, serta ruang yang diberikan untuk melaksanakan projek ini. Di samping itu, ucapan terima kasih yang tidak terhingga didedikasikan buat ibu bapa tercinta yang sentiasa memberikan sokongan moral, doa, dan motivasi yang menjadi tunjang kekuatan saya dalam menyempurnakan tugasan ini. Tidak dilupakan juga rakan seperjuangan saya yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek TMSCL ini bagi menyahut cabaran PITRAM 2026.

RUJUKAN

Ahmad, A., & Ali, B. (2021). Penggunaan teknologi kod QR dalam pengurusan kehadiran pelajar. *Jurnal Teknologi Maklumat dan Pendidikan*, *12*(3), 45-56.

Ismail, M. R., & Hassan, N. (2022). Keberkesanan sistem pengurusan makmal berkomputer di institusi pengajian tinggi. *Jurnal Kejuruteraan dan Sains Komputer*, *15*(1), 78-89.

Lee, C. H., & Wong, K. Y. (2021). Transitioning from paper-based to digital logbooks: Improving data integrity and facility security. *Journal of Facility Management Technology*, *9*(4), 201-215.

Othman, S., & Rahman, M. A. (2020). Cabaran pendigitalan pengurusan rekod di politeknik Malaysia. *Jurnal Pengurusan Pendidikan TVET*, *5*(2), 23-34.

Smith, J. (2023). Rapid application development using no-code platforms: A case study of Google AppSheet. *International Journal of Information Systems*, *8*(2), 112-125.

OLEOTRAP: Oil Filter for Drains

Damia Irdiena Mohd Hafizi, Safiyya Amira Mohd Shukrimi, Wan Anis Syamlin Wan Nadzim, Sofia Izdihar Mohd Salleh, Nurul Ameera Mohamed Farid, Nur Nadiah Abdul Rashid

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, Gambang Campus, 26300 Gambang, Malaysia

*nadiahrashid@iium.edu.my

ABSTRACT

Various initiatives, including recycling centres and public awareness campaigns, have been introduced to lessen the discharge of oil into national sewage systems. However, persistent Fat, Oil, and Grease (FOG) accumulation continues to cause long-term drain clogging, particularly at the household level. This innovation aims to develop a practical, low-cost filtration mechanism that captures oil at the source before it enters drainage systems. The product features a two-stage filtration design comprising a stainless-steel mesh layer for coarse particle retention and an oil adsorption keratin-based fibrous layer. Waste cat fur and human hair were collected, washed, dried, and needle-felted into round porous felted discs, which were then enclosed within a mesh and into a flow-stabilising base with vertical channels for water drainage. Experimental testing using oil-water mixtures demonstrated that both materials effectively adsorbed visible oil while allowing water flow. Quantitative analysis revealed that at a density of 0.08 g/cm³, cat fur achieved a high adsorption of 63 mL at 80 mL oil input, outperforming human hair by approximately 25%. Furthermore, density variation showed that lower-density cat fur (0.05 g/cm³) displayed the highest adsorption ability (79 mL), while higher densities reduced performance by 20%. For human hair, adsorption increased with increasing density. These findings reveal the importance of structural porosity in optimising adsorption performance. Overall, the developed mechanism shows strong potential as a sustainable, low-cost household solution for FOG management, with promising scalability and commercial applicability in domestic and small-scale food preparation settings, fulfilling SDG 12 and SDG 14.

Keywords: keratin-based fibres, oil filtration, FOG

1. INTRODUCTION

The mismanagement of used cooking oil from households, street vendors, and small-scale food establishments remains a significant and growing environmental challenge. Commonly, used cooking oil and liquid wastes are discharged directly into kitchen sinks without prior treatment. This allows fats, oils, and grease (FOG) to enter drainage systems, where they gradually accumulate along pipe walls. Over time, this cumulative deposition leads to severe blockages, sewer overflows, and infrastructure damage, resulting in increased maintenance costs and operational inefficiencies for municipal wastewater systems (Omidvar et al., 2023). Aside from the damage mentioned, the environmental impact of FOG pollution is equally critical. When oil-contaminated wastewater flows into

rivers and marine ecosystems, it creates surface films that blocks oxygen transfer, interrupts aquatic life, and worsens water quality (Ahmed et al., 2026). This leads to long-term ecological imbalance and disturbs biodiversity. The existed centralized grease traps and oil recovery systems, such solutions are often costly and space-intensive to be adopted to households and small-scale food operators. Consequently, there is a need for an affordable and user-friendly solution that can effectively reduce oil pollution before it reaches the sewer system.

The OLEOTRAP system offers a compact and modular oil filtration solution designed specifically for small scale drain applications. A key innovation of OLEOTRAP lies in its use of waste-derived natural materials, human hair and cat fur, as the filtration layers. These materials are high in keratin, feature hydrophobic layers, and display highly porous microstructures, enabling them to adsorb oil while naturally repelling water (Sathinathan & Kiew, 2021). OLEOTRAP is designed to provide a practical, low-cost, and environmentally sustainable solution that empowers individuals and small businesses to contribute in reducing pollutions. By addressing the issue at the source of contamination, the system promotes better wastewater management practices and supports the protection of aquatic ecosystems.

2. METHODOLOGY

The study employed an experimental approach to evaluate the oil adsorption performance of human hair and cat fur. Waste hair and fur were collected and thoroughly cleaned to remove impurities. The materials were then dried overnight and processed using a needle-felting technique to form compact round felted discs of varying densities. Each felted disc was prepared with a uniform diameter of 7 cm and a thickness of 1.5 cm, then, weighed to determine its density. For the oil adsorption testing, the filtration setup was tested with mixtures of oil and water at a fixed ratio (1:4), simulating typical kitchen wastewater conditions. The prepared felted discs were placed within a two-stage modular prototype filter housing, where the stainless-steel coarse filter mesh was set as stage 1 and felted discs was fit as stage 2. In the testing, the oil-water mixture was passed through the developed system under gravity. To assess the oil adsorption performance, multiple trials were conducted for each felted disc type and density. The amount of oil adsorbed was measured after each run, allowing for comparison across different material compositions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results demonstrate that both human hair and cat fur show strong oil adsorption abilities, confirming their suitability as natural filtration materials. The oil adsorption performance of the felted discs displays clear differences between cat fur and human hair at a density of 0.08 g/cm^3 (Figure 1).

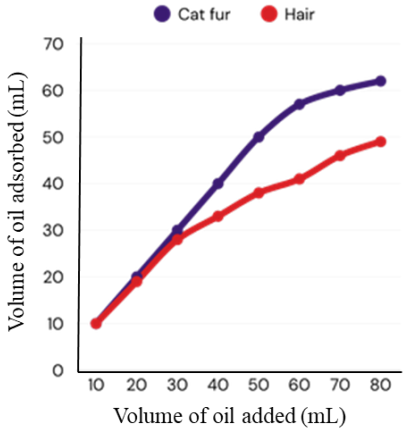


Figure 1. Oil Adsorption Ability between Cat Fur and Human Hair with Density of 0.08 g/cm^3.

Both materials show an initial linear increase in oil uptake as the oil volume increased. The oil adsorption performance of the cat fur felted discs significantly and consistently outperforms the human hair felted discs. At 50 mL of oil added, cat fur discs adsorbed nearly 50 mL compared to 38 mL for human hair discs, presenting human hair discs to be 24% less effective than cat fur discs. This trend continues at higher volumes, with cat fur reaching 62 mL at 80 mL of oil added, whereas human hair plateaus at around 50 mL. The higher adsorption ability of cat fur discs may be due to its finer structure and higher surface area. This enhances oil absorption within the felted matrix.

Additionally, the study revealed that the disc density affects its effectiveness. Higher-density discs improved oil absorption due to increased contact surface area, somehow, this may reduce the flow rate if the materials are overly compressed. Hence, an optimal balance between permeability and adsorption capacity is important for actual usage. The effect of material density on oil adsorption capacity is plotted in Figure 2.

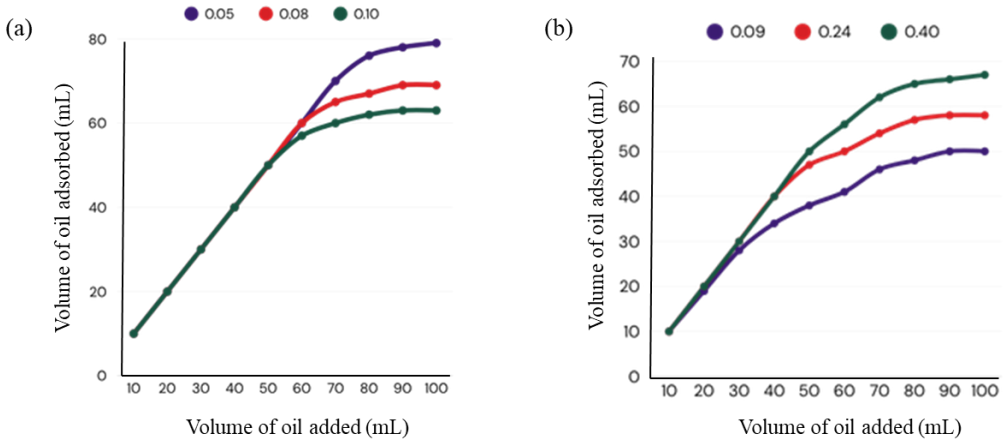


Figure 2. Oil Adsorption ability with Different Densities (g/cm^3) for (a) Cat Fur and (b) Human Hair Felted Discs.

For cat fur (Figure 2a), increasing density from 0.05 to 0.10 g/cm³ decreases the oil adsorption performance at higher oil volumes. At 100 mL of oil added, the 0.05 g/cm³

sample was able to adsorb 79 mL, compared to 70 mL (0.08 g/cm³) and 62 mL (0.10 g/cm³), showing a reduction of nearly 20% as the disc's density increases. Similar for human hair discs (Figure 2b), the highest disc's density (0.40 g/cm³) exhibits the highest oil adsorption, outperforming 0.24 g/cm³ and 0.09 g/cm³ by approximately 13% and 35%, respectively. These suggest that optimal density plays a significant role in balancing pore structure and capillary action, which influence the oil adsorption efficiency. Overall, the results emphasise the potential of these felted discs, particularly those derived from cat fur, as effective, low-cost household oil filtration materials. Ultimately, the integration of a stainless-steel mesh to filter coarser residues with this felted discs layer improves the whole filtration system and validates the design choice of a two-stage modular system in OLEOTRAP.

4. CONCLUSION

OLEOTRAP demonstrate a practical, low-cost, and environmentally sustainable solution for managing kitchen oil waste at the source. By preventing FOG from passing to the drainage systems, the system helps lessen sewer blockages, lower maintenance costs, and minimise pollution. Its detachable design allows for easy cleaning and replacement. Furthermore, the simplicity of the design ensures accessibility, requiring minimal technical expertise for implementation.

In conclusion, OLEOTRAP effectively demonstrates the usage of natural and low-cost materials, addressing real-world environmental challenges. The system has strong potential for widespread usage in urban and semi-urban communities where improper oil disposal issue needs to be solved. This innovation fulfils SDG 12, which promotes sustainable production patterns and waste reduction, and SDG 14, which aims to conserve marine resources by preventing nutrient and chemical pollution from entering the oceans. Lastly, future work may focus on long-term durability testing, optimisation of filter mechanisms, and integration with current drainage systems.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our gratitude to the Research and Innovation Unit (RIU) of Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia for extending the opportunity and fund for us to participate in PITRAM2026, as well as providing laboratory facilities to ease the innovation work.

REFERENCES

Ahmed, N., Straub, A. & Ali, M. (2026). Fats, oil, and grease (FOG) in wastewater: sources, mechanisms, control, and removal strategies. *International Journal of Environmental Science and Technology, 23*, 161. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06977-2

Omidvar, M., Malayeri, M.R., Farshchi Tabrizi, F., Doroodmand M. (2023). Investigation of used cooking oil on the formation of FOG deposits in sewer line clogging. *Environmental Science and Pollution Research, 30*, 18325-18339. https://doi.org/10.1007/s11356-022-23480-0

Sathinathan, P., & Kiew, P. L. (2021). Regression analysis for the adsorption of oil using human hair as natural adsorbent. *International Journal of Biomass and Renewables*, *10*(1), 16-29.

Neptune's Needle

Ahmad Afzan Zulraidi, Hazlini Mohmad Ameran, Muhammad Hadi Kamel Muhammad Hasrun, Muhammad Nazran Mohd Nor, Nur Afifah Hadirah Harzaha, Nur Durrah Iman Che Ibrahim

Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA, Selangor Branch, Dengkil Campus, 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

*hazlini@uitm.edu.my

ABSTRACT

Neptune's Needle is not merely an ordinary water monitoring device; it is a breakthrough innovation. Inspired by the sailfish's sleek design, it improves water-quality tracking, making it more efficient and rapid for scientists and environmental groups. The truth is, as water contamination and global warming increase rapidly, traditional monitoring methods cannot keep pace. Excessive manual sampling, countless hard-to-reach places, and the data consistently arrives late. The device fixes all those issues. It features a mobile robotic platform loaded with sensors for pH, turbidity, and temperature. This device navigates rivers, lakes, and coastal areas on its own, moving efficiently and constantly collecting data. It reaches places people are unable or advised not to go and sends live information immediately to anyone who needs it. That means faster decisions and better protection for our water. The device already makes monitoring easier, safer, and way more comprehensive. It eliminates time-consuming steps and drastically reduces costs. By delivering continuous, high-resolution data, it helps everyone stay ahead of aquatic pollution and react before problems get out of hand. In short, it's more than a clever creation, which is a crucial resource for research labs, environmental agencies, NGOs, and fish farms, providing reliable, up-to-the-minute information for smarter, sustainable water management.

Keywords: biomimicry, autonomy, sensing, sustainability, monitoring.

1. INTRODUCTION

Water pollution, climate change, and human impact are imposing a growing strain on water quality. That affects both the environment and our health. Traditional monitoring methods still depend on people taking samples by hand, which is time-consuming, labour-intensive, has limited reach, and occasionally endangers workers, particularly in challenging or hazardous locations. Obtaining precise, immediate data on water quality remains a big challenge for scientists and environmental groups. There is a necessity for a more intelligent, continuous method to track changes in water quality. Better sensors and autonomous technologies indeed open up new possibilities, but many current solutions are expensive, complicated, and difficult to transport.

That is where Neptune's Needle comes in. This new system combines biomimicry, autonomous navigation, and live water-quality sensing, completely influenced by how a

sailfish moves through water. It's built to gather data efficiently, without anyone having to step in. The objective is to assist researchers and NGOs in obtaining reliable, up-to-date information to monitor the environment and manage water resources more sustainably.

1.1 Scope of the Project

This project addresses the design of Neptune's Needle, an autonomous system that monitors basic water quality parameters, including pH, temperature, and turbidity. It is designed for rivers, lakes, and coastal areas. The device moves on its own, collects real-time data, and sends it straight to scientists or environmental groups who need to track water conditions. The main goals are to integrate sensors, make the system mobile, and boost data collection, especially in hard-to-reach or dangerous areas. For clarification, Neptune's Needle is focused on monitoring and data collection. Still, it is not equipped to handle water treatment or designed for extensive industrial operations, and it does not support long-term field testing.

1.2 Problem Statement

- Current water quality monitoring methods are time-consuming and rely on manual sampling, which limits data accuracy and coverage.
- It is difficult and sometimes unsafe for scientists and NGOs to access remote or polluted water areas.
- Water quality data is often limited due to the lack of continuous and real-time monitoring systems.

1.3 Objectives

- To design and develop an autonomous system capable of monitoring water quality in real time.
- To integrate sensors for measuring key parameters such as pH, temperature, and turbidity.
- To provide accurate and continuous data to support environmental monitoring by scientists and NGO

2. METHODOLOGY

The project is conducted in six stages: requirements, design, implementation, testing, deployment, and maintenance.

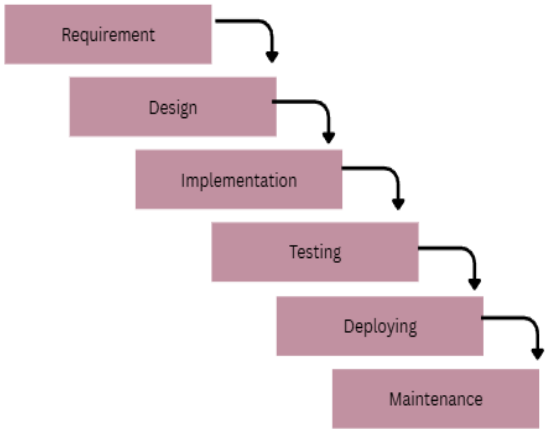


Figure 1. Neptune's Needle Methodology

a. Requirement Analysis

- Traditional water quality monitoring is slow, manual, and inconsistent. Difficult and dangerous for humans to access remote or hazardous water areas. A lack of real-time data leads to delays in decision-making.
- Develop an autonomous water monitoring biomimicry boat for rivers, lakes, and coastal areas. Provide real-time data collection and transmission with high accuracy of water parameters. Improve safety, efficiency, and speed of water quality analysis. Support smart water management and environmental protection.
- Budget (RM 423.02), harsh aquatic environments, and power supply limitations. Dependence on sensor accuracy and calibration.

b. System Design

- **Hardware Design**: ESP32 microcontroller, Turbidity sensor, Temperature Sensor, pH meter sensor, motor, radio receiver, and HC-06 Bluetooth Module.
- **Software Design**: Arduino IDE programming, Serial Bluetooth Terminal
- **Workflow Design**:

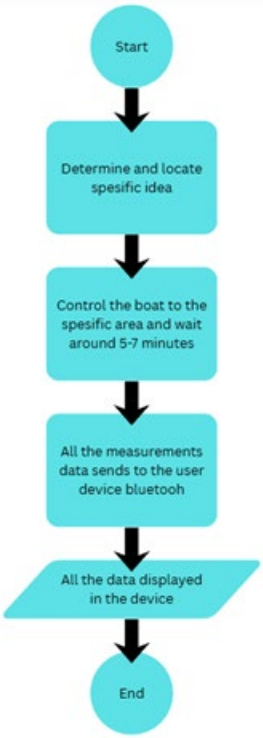


Figure 2. Neptune's Needle Flowchart

c. Implementation

Assemble hardware components and wire connections:

- Integrate pH, Turbidity, and Waterproof DS18B20 Temperature sensors.
- Implement a 4.7kΩ pull-up resistor circuit for digital temperature data transmission.
- Configure Bluetooth (HC-05/06) for wireless data logging.

Develop firmware in Arduino IDE for:

- **Multi-Sensor Data Acquisition:** Sampling analog signals from pH and turbidity modules and digital signals from the OneWire bus.
- **Data Filtering:** Implementing a 10-sample averaging buffer for stable turbidity voltage readings.
- **Serial Communication:** Configuring HardwareSerial (Serial2) to transmit real-time data strings to a mobile interface.
- **ESP32 DEVKIT V1 Platform:** Optimizing code for 32-bit dual-core processing.

Mobile Interface Configuration:

Pairing with Serial Bluetooth Terminal for real-time monitoring and data visualization on mobile devices.

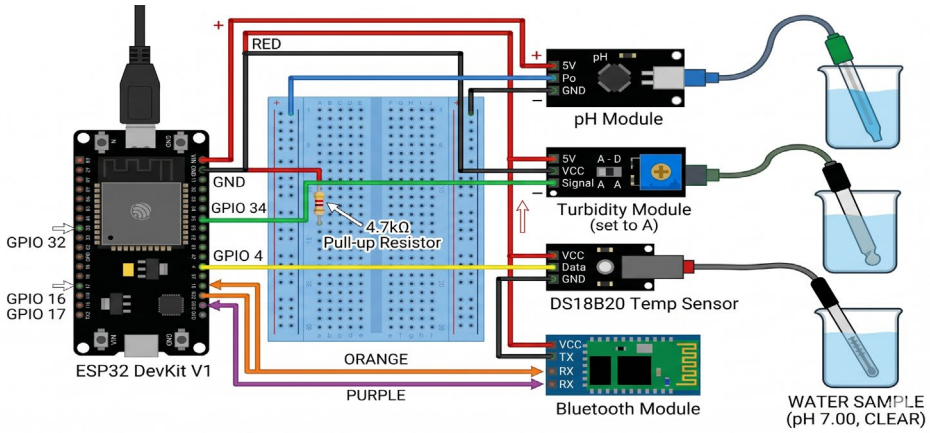


Figure 3. Hardware Assembling

Integration & Testing

Test system in real-time aquatic conditions:

- Monitor sensor stability and response times when submerged in various water samples.
- Verify the physical integrity of waterproof seals on the temperature probe.

Validate:

- **Sensor Calibration:** Compare analog voltage readings against known pH and turbidity benchmarks.
- **Data Accuracy:** Ensure the 4.7Ω resistor provides a stable digital temperature signal without "No Sensor" drops.
- **Bluetooth Connectivity:** Confirm reliable data transmission to the mobile app within a 10-meter range.

Simulate Environmental Variations:

- Introduce varying levels of sediment to confirm the turbidity sensor's analog sensitivity.
- Monitor the thermal response curve of the DS18B20 probe to verify rapid temperature detection.

Deployment

- Field Deployment in Targeted Aquatic Environments
- Stakeholder Onboarding and System Integration
- Real-Time Monitoring and Alert Configuration

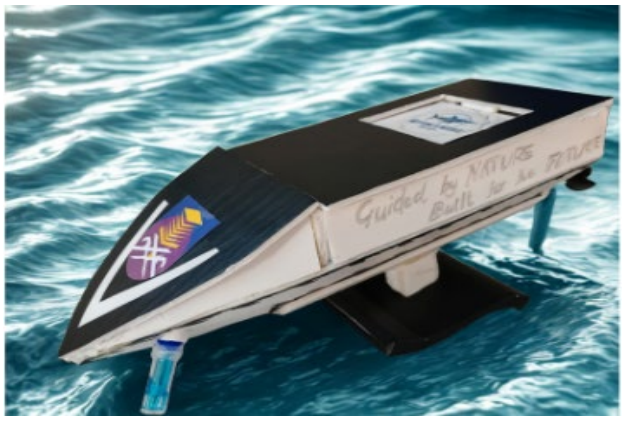


Figure 4. Final Product

Maintenance

- Monitor system performance and logs.
- Replace faulty hardware components if needed.
- Plan enhancements: Dissolved oxygen sensor addition,

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Finding

The design of Neptune's Needle draws direct inspiration from the natural hydrodynamics of the manatee and the sailfish, blending fluid efficiency with stability. While it is out there, its suite of smart sensors constantly tracks critical metrics like pH, turbidity, and temperature, feeding that info back instantly through a real-time IoT and cloud system. Because it is built for entirely uncrewed operations, the entire process is handled via remote monitoring, effectively removing the need for a human presence on the water while keeping data flowing 24/7.

4. CONCLUSION

In conclusion, Neptune's Needle offers smart, autonomous boats for water-quality monitoring, measuring pH, turbidity, and temperature in real time. This system reduces manual labour, enhances safety, and speeds up data collection for both research and industrial use. By leveraging continuous operations and IoT technology, the project is set to become a vital tool for more efficient water resource sustainability.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to the supervisor, Madam Hazlini Mohmad Ameran, for her continuous guidance, valuable insights, and unwavering support throughout the development of this project. Her expertise and encouragement have been instrumental in ensuring the success of this work. The authors also acknowledge the commitment and cooperation of the project team members, Ahmad Afzan bin Zulraidi, whose dedication and teamwork contributed significantly to the completion of Neptune's Needle system.

REFERENCES

Buonocore, E., Grande, U., Franzese, P. P., & Russo, G. F. (2021). Trends and evolution in the concept of marine ecosystem services: An overview. *Water*, *13*(15), 2060. https://doi.org/10.3390/w13152060

Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Emmett Duffy, J., Barry, J. P., Chan, F., & English, C. A. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, *4*, 11-37. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-041911-111611

Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., Pachas-Caycho, M., Chapa-Gonza, S., Mori-Zabarburú, R. C., & Guerrero-Abad, J. C. (2025). Internet of Things (IoT) sensors for water quality monitoring in aquaculture systems: A systematic review and bibliometric analysis. *Aquaculture*, *590*, 741023. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741023

Ibrahim, M., Amran, S. N. A., & Zulkharnain, A. (2018). The study of drag reduction on ships was inspired by simplified shark skin imitation. *Applied Bionics and Biomechanics, 2018*, 1–9. https://doi.org/10.1155/2018/49967f4

Iordache, M.-D., Viallefont-Robinet, F., Strackx, G., Landuyt, L., Moelans, R., Nuyts, D., Vandeperre, J., & Knaeps, E. (2025). Feasibility of oil spill detection in port environments based on UV imagery. *Sensors*, *25*(6), 1927. https://doi.org/10.3390/s25061927

Luo, Y., Feng, J., & Wang, Q. (2016). Preparation, anti-biofouling, and drag-reduction properties of a biomimetic shark skin surface. *Biology Open, 5*(4), 389–395. https://doi.org/10.1242/bio.016253

Pavlidou, A., Hoteit, I., Martins, A., & Varkitzi, I. (2026). Recent advances in water quality monitoring. *Remote Sensing*, *18*(5), 820. https://doi.org/10.3390/rs18050820

Rocha, J., Yletyinen, J., Biggs, R., Blenckner, T., & Peterson, G. (2015). Marine regime shifts: drivers and impacts on ecosystem services. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1659), 20130273. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0273

Turner, J., & Kim, J. H. (2021). Hydroacoustic and hydrodynamic investigation of bio-inspired leading-edge tubercles on marine-ducted thrusters. *Scientific Reports, 11*, 18274. https://doi.org/10.1038/s41598-021-97745-w

Wabnitz, C. C. C., Lam, V. W. Y., Reygondeau, G., Teh, L. C. L., Al-Abdulrazzak, D., & Khalfallah, M., (2018). Climate change impacts on marine biodiversity, fisheries and society in the Arabian Gulf. *PLOS ONE*, *13*(5), e0194537. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194537

ISKANDAR: Inovasi Patung Multisensori Bagi Terapi Emosi Autism

[1]Haziq Akhtar Muhamad Jefar, [1]Muhammad Haziq Mokhtar, [1]Al-Hadfina Aina Hani Muhammad Hafiz, [2]Siti Nur Fatinah Binti Muhamad Azudin, [1]Nur Asyikin Ahmad Nazri, *[1]Faiezah Abdullah

[1]Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Selangor, Malaysia

[2]Faculty of Human Development, Universiti Perguruan Sultan Idris, Tanjung Malim, 35900 Perak, Malaysia

*faiezah2892@uitm.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan membangunkan satu inovasi bahan bantu mengajar berbentuk patung interaktif bagi membantu kanak-kanak dengan Gangguan Spektrum Autisme (ASD) mengenal pasti dan memahami emosi asas. Inovasi ini dikenali sebagai ISKANDAR, iaitu sebuah patung yang direka dengan ciri muka boleh dipusing dan elemen visual ekspresi emosi seperti gembira, sedih, dan marah. Kajian ini telah dilaksanakan di sekolah Program Pendidikan Khas Integrasi (PPKI) dengan fokus kepada peningkatan penglibatan murid serta kemahiran padanan emosi. Kaedah kajian melibatkan pemerhatian, sesi intervensi berstruktur, serta penilaian respons murid terhadap penggunaan ISKANDAR berbanding kaedah tradisional seperti kad imbas emosi. Dapatan awal menunjukkan peningkatan dalam perhatian murid, kebolehan mengenal pasti emosi dengan lebih tepat, serta penglibatan aktif semasa sesi pembelajaran. Guru juga memberikan maklum balas positif terhadap penggunaan alat ini kerana ia lebih interaktif dan mesra pengguna. Secara keseluruhannya, ISKANDAR berpotensi menjadi alat terapi dan pedagogi alternatif yang efektif dalam membantu perkembangan sosial-emosi kanak-kanak ASD melalui pendekatan visual, auditori dan sentuhan.

Kata kunci: ISKANDAR, Autism, Patung Terapi, PPKI, kad imbas

1. PENGENALAN

Kanak-kanak dengan Gangguan Spektrum Autisme (ASD) menunjukkan ciri perkembangan yang berbeza berbanding kanak-kanak normal khususnya dalam aspek komunikasi sosial, tingkah laku dan pemprosesan emosi. Mereka sering mengalami kesukaran untuk memahami ekspresi wajah, mentafsir emosi orang lain, serta mengekspresikan perasaan sendiri dengan cara yang sesuai (Tuna, 2023; Garcia-Garcia *et al*., 2022). Selain itu, kanak-kanak ASD juga menghadapi cabaran dalam memahami konsep abstrak seperti pembelajaran matematik (Mustafa *et al.*, 2024), termasuk emosi yang tidak dapat dilihat secara fizikal. Kaedah tradisional seperti penggunaan kad imbas kadangkala kurang berkesan kerana sifatnya yang statik dan kurang menarik minat murid.

Sehubungan itu, pembangunan bahan bantu mengajar yang lebih inovatif amat diperlukan bagi meningkatkan kefahaman emosi dalam kalangan murid ASD.

ISKANDAR dibangunkan sebagai satu alternatif kepada kaedah konvensional dengan menggabungkan elemen visual, auditori dan sensori. Patung ini membolehkan murid memutar atau menukar ekspresi muka bagi memudahkan mereka mengenal pasti emosi asas seperti gembira, sedih, marah dan takut. Inovasi ini juga selari dengan keperluan pendidikan khas yang menekankan pembelajaran berasaskan pengalaman dan sensori.

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan reka bentuk inovasi pendidikan bagi membangunkan dan menilai fungsi patung ISKANDAR sebagai alat bantu mengajar emosi kepada kanak-kanak dengan ASD. ISKANDAR direka sebagai patung interaktif yang mempunyai muka boleh dipusing bagi mewakili ekspresi emosi asas seperti gembira, sedih, dan marah. Setiap ekspresi dilengkapi dengan ciri visual yang jelas seperti bentuk mata, lengkungan mulut dan warna muka bagi memudahkan pengecaman emosi secara visual.

Penggunaan ISKANDAR dalam pembelajaran emosi dijalankan melalui tiga kaedah utama. Pertama, kaedah demonstrasi di mana guru menunjukkan ekspresi emosi pada patung dan menyebut nama emosi tersebut secara berulang untuk pengukuhan memori visual dan verbal.

Kedua, kaedah interaksi langsung di mana murid diminta memutar atau menukar wajah patung ISKANDAR mengikut emosi yang disebut oleh guru atau berdasarkan situasi yang diberikan.

Ketiga, kaedah auditori di mana guru memainkan bunyi audio dari tablet bagi menyamakan ekspresi muka dan perkataan emosi bagi menjelaskan kepada kanak-kanak.

Selain itu, ISKANDAR juga berfungsi sebagai medium pembelajaran berasaskan sensori sentuhan kerana murid ASD dapat menyentuh, memutar dan melihat perubahan ekspresi secara fizikal. Permukaan patung ISKANDAR yang lembut tidak memberi kerengsaan kepada kanak-kanak yang sensitive kepada sentuhan. Pemerhatian terhadap respons murid seperti ketepatan pemilihan emosi, masa tindak balas, dan penglibatan semasa aktiviti digunakan sebagai indikator keberkesanan penggunaan ISKANDAR dalam memahami emosi.



Rajah 1. Patung ISKANDAR yang boleh dipusingkan kepala bagi memberi ekspresi gembira, sedih dan marah



Rajah 2. Aplikasi sentuhan dengan memutarkan kepala ISKANDAR dan aplikasi auditori (audio emosi) dan visual (tablet)

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Kajian rintis yang dijalankan di kelas Program Pendidikan Khas Integrasi (PPKI) di Negeri Sembilan menunjukkan bahawa penggunaan ISKANDAR memberi kesan positif terhadap penglibatan dan pembelajaran emosi dalam kalangan murid ASD. Dalam sesi intervensi, guru memainkan audio emosi (“happy”, “sad”, “angry”) melalui aplikasi, manakala murid dikehendaki memadankan bunyi tersebut dengan ekspresi muka pada patung ISKANDAR dengan menekan pada pilihan yang betul. Aktiviti ini mendorong penglibatan aktif serta meningkatkan fokus murid sepanjang sesi pembelajaran. Hasil pemerhatian menunjukkan

peningkatan dalam keupayaan murid mengenal dan memadankan emosi dengan lebih tepat.

Temubual bersama ahli terapi turut menyokong dapatan ini, di mana mereka menyatakan bahawa pendekatan gabungan visual (ekspresi muka patung) (Fridenson-Hayo et al., 2016) dan auditori (audio emosi) adalah efektif untuk kanak-kanak autisme yang mempunyai gaya pembelajaran berbeza. Selain itu, reka bentuk patung yang ringkas, boleh diputar, dan mesra deria membantu mengurangkan tekanan serta meningkatkan keselesaan sentuhan murid semasa aktiviti. Kajian oleh Khowaja dan Salim (2023) mendapati bahawa penggunaan elemen visual seperti ekspresi wajah yang jelas, digabungkan dengan sokongan auditori, dapat meningkatkan keupayaan pengecaman emosi serta penglibatan murid ASD dalam aktiviti pembelajaran.

Secara keseluruhannya, ISKANDAR menunjukkan potensi sebagai alat intervensi yang praktikal dan berkesan dalam menyokong perkembangan kemahiran emosi dan komunikasi bagi kanak-kanak ASD.

3. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, patung ISKANDAR merupakan satu inovasi yang berpotensi tinggi dalam bidang pendidikan khas, khususnya dalam membantu kanak-kanak ASD memahami konsep emosi. Pendekatan visual, auditori dan sensori yang digunakan terbukti lebih efektif berbanding kaedah tradisional. Oleh itu, pembangunan dan penambahbaikan alat seperti patung ISKANDAR wajar diteruskan bagi memperkukuh lagi keberkesanan intervensi pendidikan emosi dalam kalangan murid berkeperluan khas.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada, ahli terapi dari UiTM, ibu bapa anak-anak Istimewa dan para guru daripada Program Pendidikan Khas Integrasi (PPKI) di Negeri Sembilan atas pandangan, maklum balas serta penglibatan mereka yang amat bermakna dalam kajian rintis ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA (UiTM) atas sokongan dari segi sumber, dorongan serta penyediaan platform bagi menjayakan projek inovasi ini. Penghargaan khas turut diberikan kepada para pelajar atas komitmen serta kreativiti mereka dalam merealisasikan pembangunan patung ISKANDAR.

RUJUKAN

Fridenson-Hayo, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Bolte, S., Baron-Cohen, S. & Golan, O. (2016). Basic and complex emotion recognition in children with autism: cross-cultural findings. *Molecular Autism* **7**, 52. https://doi.org/10.1186/s13229-016-0113-9

Garcia-Garcia, J.M., Penichet, V.M.R., Lozano, M.D. & Fernando, A. (2022). Using emotion recognition technologies to teach children with autism spectrum disorder how to identify and express emotions. *Univ Access Inf Soc* 21, 809–825.

https://doi.org/10.1007/s10209-021-00818-y

Khowaja, K. & Salim, S.S. (2015). Heuristics to Evaluate Interactive Systems for Children with Autism Spectrum Disorder (ASD). *PLOS ONE* 10(8), 1 – 27. e0136977. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136977

Mustafa, S., Baharullah & Maming, K. (2024). Optimizing Mathematics Learning for Children with Autism Using Flashcard Approach. *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, *22*(2), 4180 – 4191. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00309

Tuna, A. (2023). Recognising and Expressing Emotions: Difficulties of Children with Autism Spectrum Disorder in Learning a Foreign Language and How to Resolve Them. *Center For Educational Policy Studies Journal*, 13(4), 205 - 232 https://doi.org/10.26529/cepsj.1382

Moleculink 360° Learning Kit: Transformasi Pembelajaran Ikatan Kimia Melalui Pendekatan Interaktif Dan Digital

[1]Muhammad Haziq Mokhtar, [1]Haziq Akhtar Muhamad Jefar, [1]Al-Hadfina Aina Hani Muhammad Hafiz, [2]Muhammad Aqiff Aiman Zulkifli, [3]Nur Aini Syafira Akmal, [1]Nur Asyikin Ahmad Nazri, [1]Faiezah Abdullah

[1]Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Selangor, Malaysia
[2]Faculty of Medicine, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Sungai Buloh, 47000 Selangor, Malaysia
[3]Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sarawak, 94300 Sarawak, Malaysia

*faiezah2892@uitm.edu.my

ABSTRAK

Ikatan kimia merupakan antara topik paling mencabar dalam kimia pra-universiti kerana melibatkan konsep abstrak seperti struktur Lewis, Teori Penolakan Pasangan Elektron Petala Valens (VSEPR), hibridisasi dan geometri molekul yang memerlukan kebolehan visualisasi spatial yang tinggi. Pendekatan pengajaran tradisional didapati kurang berkesan dalam membantu pelajar membina kefahaman mendalam terhadap konsep ini. Oleh itu, kajian ini membangunkan *MolecuLink 360° Learning Kit*, iaitu inovasi berasaskan permainan yang mengintegrasikan elemen fizikal, digital dan visual. Kit ini menggabungkan kad permainan, model molekul 3D serta integrasi kod QR untuk akses jawapan dan visualisasi interaktif. Pelajar bermain permainan ini dengan memilih *Target Card*, melukis struktur Lewis, dan mengumpul *Playable Cards* yang mewakili ikatan, pasangan elektron dan geometri molekul yang betul. Kad tindakan digunakan untuk meningkatkan interaksi dan persaingan, manakala jawapan disemak melalui imbasan kod QR yang membawa kepada paparan digital dan visualisasi 3D molekul. Kajian rintis melibatkan 30 orang pelajar bagi membandingkan kaedah pembelajaran tradisional dengan *MolecuLink 360° Learning Kit* menunjukkan tiada pelajar berada pada tahap rendah (0%), manakala hampir 80% mencapai tahap 'Baik' dan 'Cemerlang' terhadap setiap aspek soalan yang diajukan. Dapatan ini membuktikan keberkesanan signifikan inovasi dalam meningkatkan pemahaman, visualisasi dan minat pelajar. Inovasi ini juga berpotensi tinggi untuk dikomersialkan dalam bidang pendidikan STEM.

Kata kunci: ikatan kimia, VSEPR, pembelajaran berasaskan permainan, visualisasi 3D, inovasi pendidikan

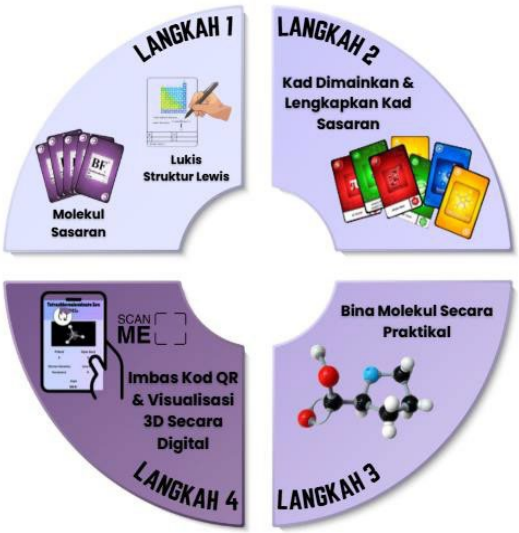
1. PENGENALAN

Topik ikatan kimia merupakan asas penting dalam kurikulum kimia, namun sering dikenal pasti sebagai antara topik yang sukar difahami oleh pelajar (Sari et al, 2020). Kesukaran kerana sifatnya yang abstrak serta keperluan untuk memvisualisasikan struktur molekul dalam tiga dimensi Habiddin, Farizka & Shuid, 2023). Kajian terdahulu menunjukkan

bahawa pelajar menghadapi kesukaran dalam menghubungkan struktur Lewis dengan geometri molekul di bawah teori VSEPR. Sehubungan itu, pendekatan pembelajaran berasaskan permainan diperkenalkan sebagai alternatif inovatif untuk meningkatkan penglibatan dan pemahaman pelajar. Berdasarkan kajian-kajian dalam pendidikan kimia, terdapat beberapa pendekatan alternatif di luar kaedah pengajaran tradisional dalam kelas yang telah digunakan untuk membantu pelajar memahami topik ikatan kimia dengan lebih berkesan. Antaranya ialah penggunaan simulasi digital dan makmal maya seperti PhET Interactive Simulations (Rahmawati et al., 2022) yang membolehkan pelajar memvisualisasikan pembentukan ikatan, perkongsian elektron dan bentuk molekul secara dinamik dalam persekitaran 3D. Di samping itu, penggunaan model molekul fizikal (ball-and-stick model) serta kit manipulatif turut membantu meningkatkan kemahiran visualisasi spatial pelajar terhadap struktur tiga dimensi molekul (Abdinejad et al., 2021). MolecuLink 360° Learning Kit dibangunkan bagi menyediakan pengalaman pembelajaran yang holistik melalui integrasi aktiviti hands-on, visualisasi 3D dan sokongan digital.

2. METODOLOGI

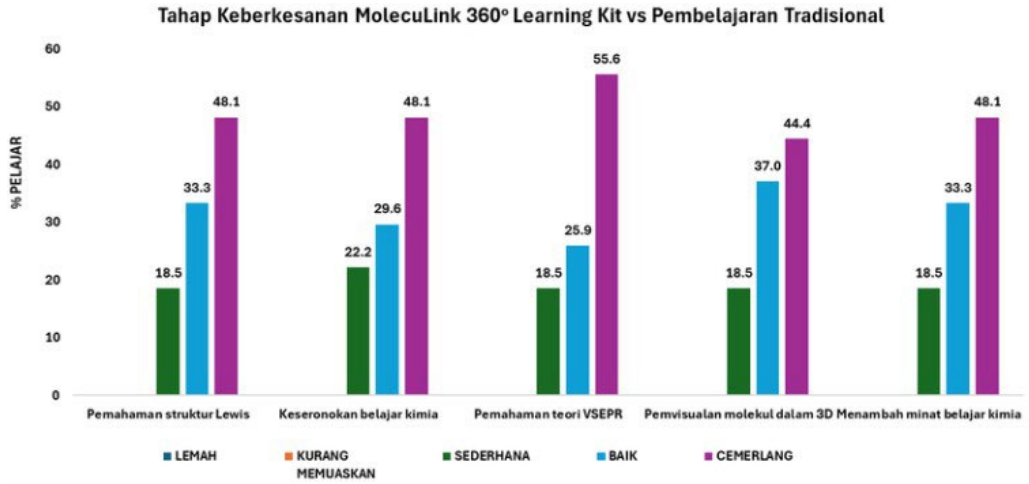
Rajah 1 menunjukkan langkah permainan MolecuLink 360° Learning Kit. Dalam Langkah 1, pelajar memilih molekul secara rawak dan melukis struktur Lewis pada Kad Kosong, sekali gus mengaktifkan pengetahuan asas tentang elektron valens, ikatan kimia dan susunan atom secara visual. Seterusnya, dalam Langkah 2, pelajar bermain kad untuk melengkapkan molekul sasaran, di mana elemen gamifikasi membantu meningkatkan pembelajaran aktif, pemikiran kritikal dan pengukuhan konsep. Dalam Langkah 3, pelajar membina model molekul 3D menggunakan ball-and-stick, bagi menghubungkan representasi 2D kepada geometri molekul sebenar serta memahami bentuk dan sudut ikatan dengan lebih jelas. Akhir sekali, dalam Langkah 4, pelajar mengimbas QR kod untuk menyemak jawapan dan melihat visualisasi 3D, yang berfungsi sebagai pengesahan kendiri serta meningkatkan kefahaman melalui maklum balas segera dan pembelajaran interaktif.



Rajah 1. Langkah-langkah Permainan MolecuLink 360° Learning Kit

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian rintis yang melibatkan 30 orang pelajar menunjukkan impak yang sangat positif terhadap penggunaan MolecuLink 360° Learning Kit, dengan tiada pelajar berada pada tahap rendah (Lemah dan Kurang Memuaskan = 0%) dan hampir 80% hingga 82% pelajar mencapai tahap tinggi iaitu 'Baik' dan 'Cemerlang' merentasi semua aspek penilaian. Bagi Item 1 (Pemahaman Struktur Lewis), sebanyak 81.4% pelajar berada pada tahap tinggi (Baik 33.3%, Cemerlang 48.1%), manakala Item 2 (Minat dan Penglibatan Pelajar) mencatatkan 77.7% tahap tinggi (Baik 29.6%, Cemerlang 48.1%). Item 3 (Pemahaman Teori VSEPR) menunjukkan pencapaian tertinggi dengan 81.5% (Baik 25.9%, Cemerlang 55.6%), diikuti Item 4 (Visualisasi
Molekul 3D) sebanyak 81.4% (Baik 37%, Cemerlang 44.4%), dan Item 5 (Kefahaman Geometri Molekul) sebanyak 81.4% (Baik 33.3%, Cemerlang 48.1%). Secara keseluruhan, keputusan ini membuktikan bahawa pendekatan pembelajaran berasaskan permainan yang digabungkan dengan visualisasi fizikal melalui model 3D serta sokongan digital melalui QR kod telah berjaya meningkatkan kefahaman konsep secara signifikan, khususnya dalam topik struktur Lewis dan teori VSEPR. Selain itu, elemen interaktif dalam *MolecuLink 360°* turut meningkatkan penglibatan dan motivasi pelajar, sekali gus menyokong pembelajaran aktif (active learning) dan pembelajaran kendiri (self-directed learning) serta mengukuhkan keyakinan pelajar melalui semakan konsep secara kendiri dan visualisasi digital yang tepat.



Rajah 2. Peratusan Tahap Pencapaian Pelajar Selepas Penggunaan MolecuLink 360° Learning Kit

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, MolecuLink 360° Learning Kit terbukti sebagai satu inovasi yang berkesan dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep ikatan kimia yang abstrak. Gabungan elemen permainan, visualisasi 3D dan integrasi digital telah berjaya mewujudkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, menyeronokkan dan bermakna. Dari segi potensi masa hadapan, inovasi ini boleh diperluaskan kepada pembangunan versi digital penuh atau digabungkan dengan elemen pembelajaran

berasaskan puzzle bagi meningkatkan lagi tahap penglibatan dan pemikiran aras tinggi pelajar. Selain itu, MolecuLink 360° Learning Kit mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai alat bantu mengajar dalam bidang pendidikan STEM di peringkat sekolah dan institusi pengajian tinggi.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada semua pelajar yang telah terlibat dalam kajian rintis MolecuLink 360° Learning Kit atas kerjasama, komitmen dan keterlibatan aktif sepanjang pelaksanaan kajian ini. Penghargaan juga ditujukan kepada pihak Pusat Asasi, UiTM Dengkil atas sokongan yang diberikan termasuk bantuan dari segi penyelarasan program serta membiayai yuran penyertaan inovasi ini. Tidak dilupakan juga kepada semua pihak yang telah memberikan sokongan secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan inovasi ini, sama ada dari segi idea, pelaksanaan mahupun penambahbaikan. Tanpa sokongan dan kerjasama semua pihak, kajian ini tidak akan dapat dilaksanakan dengan berkesan..

RUJUKAN

Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student perceptions using augmented reality and 3D visualization technologies in chemistry education. *Journal of Science Education and Technology, 30*, 87–96. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2

Habiddin, H., Farizka, L., & Shuid, A. N. B. (2023). Chemistry Students' Understanding of Lewis Structure, VSEPR Theory, Molecular Geometry, and Symmetry: A Cross-Sectional Study. *Jurnal Tadris Kimia*, 8(1), 1–9. https://doi.org/10.15575/jtk.v8i1.24410

Rahmawati, Y., Zulhipri, Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using PhET interactive simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326. https://doi.org/10.3926/jotse.1597

Sari, N., Sidauruk, S., Meiliawati, R & Sari, P. (2020). Kesulitan mahasiswa Kelas X MIA SMA negeri Kota Palangka Raya tahun ajaran 2018/2019 dalam memahami konsep ikatan kimia dengan menggunakan instrumen two-tier multiple choice. *Gamaproionukleus*, 1(2), 135 – 148

Animal Shed Monitoring System

Hanna Wafiqah Azri Hamim, Durrani Batrisya Ismaul Fahmi, Shakthivel Varman, Tan Wei Yi

Centre of Foundation Studies for Agricultural Science of Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia, Jalan Asam Jawa, 43400 Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

*as250061@student.upm.edu.my

ABSTRACT

Livestock kept in enclosed sheds are sensitive to shed temperature and humidity, as these environmental factors affect their health and development. Thus, an environmental monitoring system can be designed to monitor the internal environment of an animal shed. This innovation aims to improve animal welfare by integrating technology into farming practice. In this project, we have successfully designed a smart monitoring system named AnimalGuard that can function to measure temperature and humidity inside a shed. The methods applied are the use of IoT (Internet of Things), Arduino, sensors and a low-code programming language to create a system that collects and collates data from the monitoring system for farmers' direct viewing. The concepts applied are heat transfer, light-dependent resistance and thermodynamics. To gather preliminary data, we visited a local chicken farm to record temperature and light intensity in the shed and observe chicken behaviour before designing the prototype. The prototype was later tested using a hairdryer to simulate temperature increases. It successfully detected temperature changes when heat was applied and triggered automated alerts via Telegram. The AnimalGuard system provides a cost-effective, accessible monitoring solution for smallholders in Malaysia and tropical countries, with the market being smart farming in rural areas. Hence, the livestock monitoring kit is aimed to be priced under RM200 and sold via e-commerce or agricultural departments.

Keywords: livestock, monitoring, environment, sensors, IoT (Internet of Things)

1. INTRODUCTION

Livestock farming is a major source of income for smallholders in Malaysia. However, many smallholder farmers still rely on manual checks of shed conditions, which is time-consuming and inefficient. They cannot access existing environmental monitoring systems due to high costs.

Therefore, the objectives of this project are:

1. To create a system that monitors shed temperature and light intensity using sensors.
2. To design an affordable and easy-to-use smart monitoring system for smallholders.
3. To demonstrate the application of basic physics (heat transfer, thermodynamics, light-dependent resistance) and electronics in agriculture.

Research shows that sub-optimal housing conditions, including poor air quality and thermal stress, compromise animal health and welfare (Banhazi et al., 2008). Researchers have developed user-friendly and low-cost environmental monitoring systems for livestock buildings (Banhazi, 2009; Clements et al., 2011). The Internet of Things (IoT) has enabled real-time data collection and remote alerts for animal tracking and environmental monitoring (Saini, 2024; Sohraby et al., 2007). This project builds on these foundations by developing an affordable, IoT-based monitoring solution tailored specifically for smallholders.

The methods included a preliminary farm visit to collect baseline temperature and light data, observation of chicken behaviour, followed by the creation and testing of the prototype using a hairdryer to simulate heat increases.

The main results show that the system successfully detects temperature changes above a preset threshold (32 °C) and sends alert messages via Telegram. The prototype responds within 15 seconds and logs data into graphs.

2. METHODOLOGY

2.1 Research Design

The system will be attached to the inner wall of the livestock shed. The sensors will detect air humidity and temperature. Arduino will process the sensor signals. Data will be sent to Node RED, organised into graphs and tables. Information will be kept in Node-RED and accessible to the farmer on demand. If the temperature exceeds the threshold, Arduino will then process code and send alert messages to farmers via Telegram Bot.

2.2 Sampling Procedure

A purposive sampling method was used for this project, as the main goal was to observe and understand the environmental conditions of a typical small-scale livestock farm. This method was chosen because it allowed us to select a specific site to conduct sampling and tests. In this case, a small neighbourhood chicken farm.

The participant in this study was a local chicken farmer who voluntarily agreed to allow observations of his farm. The farmer was selected because his setup represented common conditions in small-scale livestock farming, which often rely on natural ventilation and minimal automation. The chicken shed provided an accessible environment in terms of temperature fluctuation, humidity, and light exposure, making it suitable for preliminary testing and observation.

2.3 Materials or Instruments

In this project, the components and platforms used are Arduino UNO (microcontroller), DHT11 (temperature sensor), breadboard, jumper wires, resistors, power supply, Telegram (messaging app) and Node RED.

2.4 Procedure

We visited a smallholder's chicken farm in Sitiawan to record temperature and light intensity readings at different times of the day (morning, afternoon and night) for a span of three days. The Arduino with DHT11 (temperature sensor) and LDR (light sensor) modules were temporarily installed inside the chicken shed to collect data for a short observation period.

During the site visit, notes were taken on the chickens' physical behaviour and environmental factors such as ventilation, sunlight exposure, and humidity. Sensor readings were recorded every few minutes and compared to the comfort range for livestock. These readings helped identify when environmental conditions became unsuitable, providing reference points for programming the AnimalGuard system's threshold values.

However, a few experimental manipulations were carried out:

1. Adjusting shed temperature: A stand fan was used to slightly decrease the temperature of the shed. The purpose was to test how accurately the temperature sensor detects a change in temperature.
2. Controlling light exposure: We dimmed and brightened randomised areas in the shed to test how LDR reacts to different lighting conditions.
3. Alert-response simulation: We artificially triggered alert conditions. For example, warming the temperature sensor with a heat lamp to observe whether the system responds correctly.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Animal Behaviour based on Temperature and Light Intensity throughout the Day

Time of the Day	Average Temperature (°C)	Average Light Intensity (lx)	Animal Behaviour
8:00 a.m.	26.3	820	Calm, resting
12:00 p.m.	34.7	260	Restless, moved to shade
2:00 p.m.	35.7	210	Signs of heat stress
7:00 p.m.	28.1	700	Calm, resting

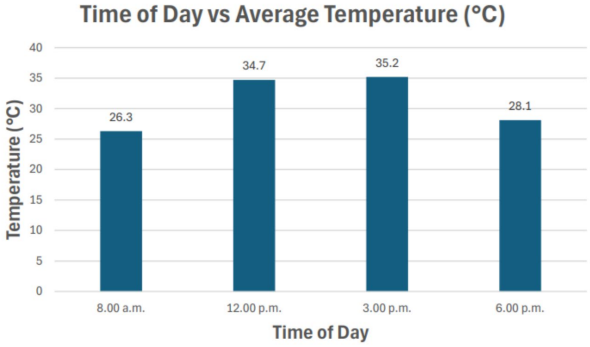


Figure 1. Bar Chart of Average Temperature depending on Time of Day

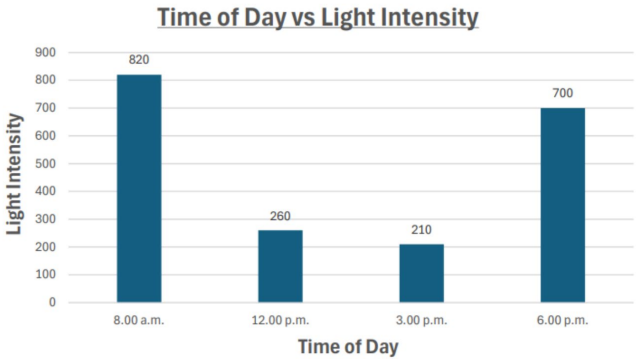


Figure 2. Bar Chart of Average Light Intensity depending on Time of Day

Analytical methods were applied to interpret the observed relationship between temperature and light. Observations of animal behaviour were also compared with sensor data to identify signs of heat stress during high-temperature periods. These analyses were used to determine suitable threshold values for activating the AnimalGuard alert system.

The readings show that at noon and in the afternoon, the temperature rose above 34°C, leading to visible discomfort among the chickens. This suggests a maximum comfort threshold of below 32°C for the alert system. The measurements of light intensity were ambiguous, depending on the time of day and location of the sensor. This served as a baseline for a system to alert farmers. Overall, the data collected has served as a foundation for the mechanism of our system.

4. CONCLUSION

In conclusion, the findings show that AnimalGuard can achieve the objectives of monitoring temperature and humidity, sending real-time alerts when the threshold (32 °C) is exceeded, and logging data on Telegram for farmer review. The prototype responds within 15 seconds and uses components costing under RM200. It has the commercial potential to be sold via e-commerce platforms or through agricultural departments. The target market is smallholders in Malaysia and other tropical countries, with a focus on smart farming in rural areas. With this low-cost system, the animal welfare of livestock can be improved.

Future recommendations are:

1. Adding a humidity sensor for more accurate heat stress assessment.
2. Testing the system in a real shed for at least one month.
3. Integrating an automated cooling fan or misting system as a feedback mechanism.
4. Developing a mobile app for better data visualisation.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to extend their greatest thanks to their lecturers, Ms Noor Wahidah and Miss Ermelia Rohayu, who advised them on the methodology. The authors would also

wish to thank Mr Selvaratnam for allowing access to his chicken farm for preliminary data collection and providing the necessary information for this project.

REFERENCES

Banhazi, T. M. (2009). User-friendly air quality monitoring system. *Applied Engineering in Agriculture, 25*(2), 281-290. https://doi.org/10.13031/2013.26331

Banhazi, T. M., Seedorf, J., Rutley, D. L. & Pitchford, W. S. (2008). Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian piggeries - Part I: Study justification and design. *Journal of Agricultural Safety and Health, 14*(1), 5-20. https://doi.org/10.13031/2013.24120

Clements, M. S., Watt, A. C., Debono, A. P., Aziz, S. M., & Banhazi, T. M. (2011). A low-cost portable environmental monitoring system for livestock buildings. *Proceedings of the 2011 Society for Engineering in Agriculture Conference, Diverse Challenges, Innovative Solutions*, 141-158.

Category A: Students (Science & Technology) Online

Pembangunan Sistem Penuaian Air Hujan Dengan Integrasi IoT Dan Solar Bagi Aplikasi Akuaponik

Muhammad Ikhwan Sulaiman, Muhammad Hazim Mohd Hermie, Muhammad Helmie Jama

Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Semambu, 25350 Kuantan, Pahang Darul Makmur, Malaysia

*iikhwan1337@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan sumber penting dalam menyokong kelangsungan Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) sebagai teknologi hijau bagi pengurusan air secara mampan. Namun, kekurangan sumber air alternatif serta kebergantungan tinggi terhadap air terawat dan tenaga elektrik konvensional menjadi cabaran utama dalam sistem akuaponik. Oleh itu, projek ini bertujuan membangunkan sistem SPAH yang diintegrasikan dengan Internet of Things (IoT) dan tenaga solar bagi meningkatkan kecekapan pengurusan air dan tenaga. Metodologi projek melibatkan pembangunan prototaip SPAH bersepadu yang dilengkapi sensor paras air (water level sensor) untuk pemantauan masa nyata, serta penggunaan tenaga solar sebagai sumber tenaga utama bagi operasi pam dan sistem IoT. Pengujian sistem dijalankan selama 10 hari bagi menilai prestasi dan kestabilan operasi. Dapatan kajian menunjukkan sistem berfungsi dengan baik dan stabil, dengan peratus bateri berada dalam julat 60% hingga 100%, serta pengecasan optimum pada hari ke-1, ke-5 dan ke-9. Bacaan pH air kekal antara 6.5 hingga 6.8, iaitu sesuai untuk hidupan akuatik dan tanaman. Paras air juga kekal terkawal dengan penurunan minimum tanpa kehilangan ketara. Kesimpulannya, sistem SPAH ini berupaya mengurangkan kebergantungan terhadap air terawat dan tenaga elektrik, di samping meningkatkan kecekapan operasi akuaponik secara lestari. Projek ini mempunyai potensi pengkomersialan yang tinggi sebagai sistem akuaponik pintar bagi kegunaan domestik, pendidikan dan pertanian bandar.

Kata kunci: Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH), akuaponik pintar, Internet of Things (IoT), tenaga solar, pengurusan air mampan.

1. PENGENALAN

Air merupakan sumber asas kehidupan yang semakin terhad akibat peningkatan populasi dan pembangunan pesat, walaupun Malaysia menerima taburan hujan tahunan yang tinggi. Namun, sebahagian besar air hujan tidak dimanfaatkan secara optimum dan hilang sebagai air larian permukaan. Keadaan ini menunjukkan keperluan kepada satu sistem pengurusan air yang lebih cekap dan mampan. Sehubungan itu, Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) diperkenalkan sebagai satu pendekatan untuk mengumpul dan menggunakan semula air hujan sebagai sumber alternatif yang selamat, percuma dan mesra alam.

Selain itu, sistem akuaponik merupakan satu inovasi pertanian lestari yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik dalam satu kitaran air tertutup. Dalam sistem ini, bahan buangan ikan yang mengandungi ammonia akan ditukarkan kepada nitrat melalui proses nitrifikasi dan seterusnya digunakan sebagai nutrien oleh tanaman. Kajian oleh Rakocy et al. (2006) menunjukkan bahawa sistem ini mampu meningkatkan kecekapan penggunaan air serta mengurangkan keperluan pertukaran air secara kerap. Walau bagaimanapun, kebanyakan sistem akuaponik sedia ada masih bergantung kepada air paip dan tenaga elektrik grid, sekali gus meningkatkan kos operasi serta kurang menyokong konsep kelestarian.

Tambahan pula, ketiadaan sistem pengumpulan air hujan menyebabkan pembaziran sumber semula jadi, manakala penggunaan tenaga elektrik konvensional meningkatkan kos jangka panjang dan mengehadkan aplikasi di kawasan luar grid. Reka bentuk sistem yang statik juga mengurangkan fleksibiliti penggunaan. Oleh itu, integrasi tenaga solar dicadangkan sebagai sumber tenaga alternatif bagi menggantikan kebergantungan kepada grid elektrik (Abdelrahman & Al-Haddad, 2020).

Di samping itu, perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membolehkan pemantauan sistem dilakukan secara masa nyata melalui penggunaan sensor. Pendekatan ini meningkatkan kecekapan pengurusan, kawalan operasi serta memudahkan proses penyelenggaraan berbanding kaedah manual.

Berdasarkan isu yang dikenal pasti, kajian ini bertujuan untuk membangunkan Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) yang diintegrasikan dengan teknologi IoT dan tenaga solar bagi aplikasi akuaponik pintar. Objektif utama projek ini adalah untuk (i) membangunkan sistem SPAH bersepadu, (ii) mengintegrasikan pemantauan masa nyata menggunakan sensor, dan (iii) menilai keberkesanan sistem dalam meningkatkan kecekapan penggunaan air dan tenaga. Secara keseluruhannya, kajian ini menggunakan pendekatan pembangunan prototaip dan pengujian prestasi sistem dalam tempoh tertentu. Hasil awal menunjukkan sistem yang dibangunkan mampu beroperasi secara stabil serta berpotensi menyokong pengurusan air dan tenaga secara lestari.

2. METODOLOGI

Bab ini menerangkan kaedah dan pendekatan yang digunakan dalam pembangunan projek Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) dengan integrasi Internet of Things (IoT) dan tenaga solar bagi aplikasi akuaponik. Metodologi ini merangkumi proses perancangan projek, reka bentuk sistem, pemilihan komponen, pembangunan prototaip serta proses pengujian sistem bagi memastikan projek dapat berfungsi dengan baik.

Kaedah yang digunakan dalam projek ini adalah melalui pembangunan prototaip sistem yang menggabungkan teknologi penuaian air hujan, tenaga solar, serta pemantauan menggunakan sensor IoT.

2.1 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pembangunan projek ini dibahagikan kepada dua kategori utama iaitu komponen elektrik serta komponen mekanikal dan sistem air.

2.1.1 Komponen Elektrik dan Tenaga

Komponen elektrik digunakan bagi memastikan sistem dapat berfungsi dengan menggunakan tenaga solar sebagai sumber tenaga utama. Antara komponen yang digunakan ialah:

- Panel solar / 50W / 42×28 cm
- Solar controller / 10A
- Bateri / 12V
- Pam air DC / 5×5×3.5 cm
- Water level sensor

Panel solar digunakan untuk menukarkan tenaga cahaya matahari kepada tenaga elektrik. Tenaga tersebut kemudiannya disimpan dalam bateri melalui solar charge controller sebelum digunakan untuk menggerakkan pam air serta sistem sensor.

2.1.2 Komponen Mekanikal dan Sistem Air

Komponen mekanikal pula digunakan bagi membina struktur sistem akuaponik serta sistem penuaian air hujan. Antara komponen yang digunakan ialah:

- Tangki penuaian air hujan
- Akuarium ikan
- Bekas tanaman
- Paip PVC dan penyambung paip
- Struktur troli bertingkat

Komponen ini berfungsi sebagai medium bagi menyalurkan air hujan yang dikumpulkan ke dalam sistem akuaponik untuk kegunaan tanaman dan ikan.

2.2 Carta Alir Pembangunan Projek

Proses pembangunan projek ini dijalankan secara berperingkat bagi memastikan setiap proses dilaksanakan dengan sistematik dan teratur.
Carta alir pembangunan projek adalah seperti berikut:



Rajah 1. Carta Alir Pembangunan Projek.

1. Mengenal pasti masalah dan keperluan projek
Pada peringkat ini, masalah utama yang berkaitan dengan penggunaan air dalam sistem akuaponik dikenal pasti. Antaranya ialah kebergantungan kepada sumber air paip dan penggunaan tenaga elektrik konvensional yang boleh meningkatkan kos operasi. Oleh itu, projek ini dicadangkan bagi membangunkan sistem penuaian air hujan yang diintegrasikan dengan tenaga solar dan teknologi IoT.

2. Kajian literatur
Kajian literatur dijalankan bagi mendapatkan maklumat berkaitan teknologi yang digunakan dalam projek seperti Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH), sistem akuaponik, tenaga solar dan Internet of Things (IoT). Maklumat ini diperoleh daripada jurnal penyelidikan, buku akademik serta sumber rujukan lain yang berkaitan.

3. Reka bentuk sistem projek
Pada peringkat ini, reka bentuk sistem projek dibangunkan bagi menentukan susunan komponen utama seperti tangki penuaian air hujan, tangki ikan, bekas tanaman, pam air serta sistem sensor. Reka bentuk ini penting bagi memastikan aliran air dalam sistem dapat berfungsi dengan lancar.

4. Pemilihan bahan dan komponen
Pemilihan bahan dan komponen dilakukan berdasarkan kesesuaian fungsi, kos serta kemudahan pemasangan. Antara komponen utama yang dipilih ialah panel solar, bateri, pam air DC, water level sensor, tangki air serta paip PVC bagi membina sistem.

5. Pembinaan struktur sistem
Pada peringkat ini, struktur sistem dibina menggunakan rak atau troli bertingkat bagi menempatkan tangki air hujan, akuarium ikan dan bekas tanaman. Struktur ini direka bentuk supaya sistem lebih stabil serta mudah dialihkan.

6. Pemasangan sistem solar dan pam air
Panel solar dipasang bagi menukarkan tenaga cahaya matahari kepada tenaga elektrik. Tenaga ini kemudiannya disimpan dalam bateri melalui solar charge controller sebelum digunakan untuk menggerakkan pam air yang menyalurkan air dalam sistem akuaponik.

7. Integrasi sensor IoT
Sensor paras air dipasang pada tangki simpanan air bagi mengesan paras air dalam tangki. Sensor ini membolehkan pemantauan keadaan sistem dilakukan dengan lebih sistematik dan membantu dalam pengurusan operasi sistem.

8. Pengujian sistem
Selepas semua komponen dipasang, sistem akan diuji bagi memastikan setiap bahagian berfungsi dengan baik. Pengujian ini melibatkan pemeriksaan terhadap aliran air, operasi pam air serta fungsi sensor.

9. Penambahbaikan sistem
Sekiranya terdapat sebarang masalah atau kelemahan semasa proses pengujian, penambahbaikan akan dilakukan bagi meningkatkan prestasi sistem. Proses ini penting bagi memastikan sistem dapat beroperasi dengan lebih cekap dan stabil.

10. Penyediaan laporan projek
Pada peringkat akhir, semua maklumat berkaitan pembangunan projek seperti metodologi, keputusan pengujian serta analisis projek akan didokumentasikan dalam bentuk laporan projek.

Carta alir ini membantu memastikan pembangunan projek dilaksanakan secara tersusun dari peringkat perancangan sehingga peringkat pengujian sistem.

2.3 Presedur Pembangunan Sistem

Pembangunan projek ini melibatkan beberapa langkah utama bagi menghasilkan sebuah prototaip sistem yang berfungsi dengan baik.

2.3.1 Pengumpulan Maklumat

Pada peringkat awal, kajian literatur dijalankan bagi mendapatkan maklumat berkaitan sistem penuaian air hujan, teknologi IoT, tenaga solar serta sistem akuaponik. Maklumat ini diperoleh daripada buku akademik, jurnal penyelidikan dan sumber rujukan yang berkaitan.

2.3.2 Reka Bentuk Sistem

Selepas proses pengumpulan maklumat, reka bentuk sistem projek dibangunkan. Reka bentuk ini melibatkan penyusunan komponen utama seperti tangki air hujan, tangki ikan, bekas tanaman, pam air serta sistem sensor.
Reka bentuk ini bertujuan memastikan aliran air dalam sistem dapat berfungsi dengan lancar serta menyokong operasi akuaponik secara berkesan.

2.3.3 Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen dilakukan berdasarkan kesesuaian fungsi, kos serta kemudahan pemasangan. Komponen seperti panel solar, bateri, pam air dan sensor paras air dipilih bagi memastikan sistem dapat beroperasi dengan menggunakan tenaga solar serta membolehkan pemantauan paras air dilakukan.

2.3.4 Pembinaan Struktur Projek

Pada peringkat ini, struktur projek dibina menggunakan rak atau troli bertingkat bagi menempatkan tangki air, akuarium ikan serta bekas tanaman. Struktur ini direka bentuk supaya sistem mudah dialihkan dan lebih fleksibel untuk digunakan.

2.3.5 Pemasangan Sistem

Seterusnya, komponen elektrik seperti panel solar, bateri dan pam air dipasang pada sistem. Panel solar akan menghasilkan tenaga elektrik yang disimpan dalam bateri sebelum digunakan untuk menggerakkan pam air.
Pam air digunakan bagi menyalurkan air dari tangki simpanan ke dalam sistem akuaponik.

2.3.6 Integrasi Sensor IoT

Sensor paras air dipasang pada tangki simpanan bagi mengesan paras air dalam tangki. Sensor ini membolehkan pemantauan paras air dilakukan secara lebih sistematik dan membantu dalam pengurusan operasi sistem.

2.3.7 Pengujian Sistem

Selepas pemasangan selesai, sistem akan diuji bagi memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan bagi memastikan pam air, panel solar dan sensor dapat beroperasi dengan betul.
Sekiranya terdapat sebarang masalah, proses penambahbaikan akan dilakukan sehingga sistem dapat berfungsi dengan stabil.

2.4 Reka Bentuk Sistem

Reka bentuk sistem bagi projek ini melibatkan integrasi beberapa komponen utama iaitu Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH), sistem tenaga solar, teknologi Internet of Things (IoT) serta sistem akuaponik. Air hujan akan dikumpulkan melalui permukaan tadahan seperti

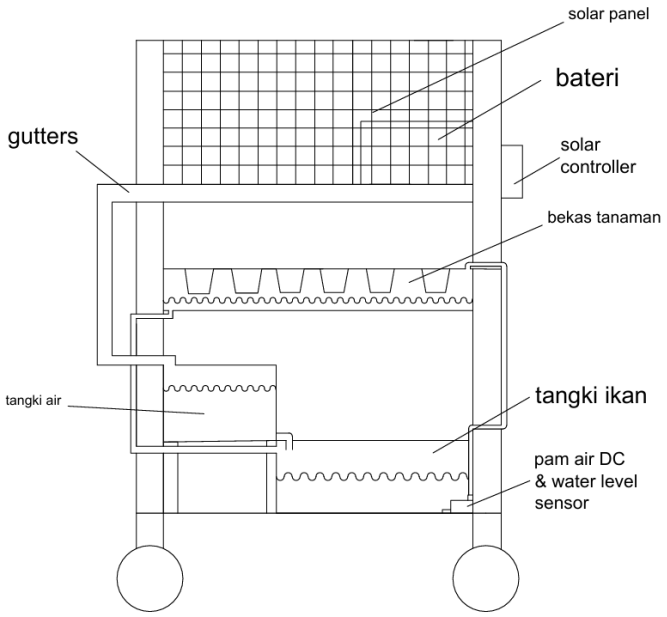
bumbung sebelum dialirkan ke dalam tangki simpanan. Air yang disimpan dalam tangki tersebut kemudiannya akan dipam ke dalam sistem akuaponik menggunakan pam air DC.

Dalam sistem akuaponik, air daripada tangki ikan akan disalurkan ke bekas tanaman bagi membekalkan nutrien kepada tanaman. Air tersebut kemudiannya akan kembali semula ke dalam tangki ikan bagi membentuk kitaran air tertutup. Selain itu, sistem ini menggunakan panel solar sebagai sumber tenaga utama. Tenaga yang dihasilkan oleh panel solar akan disimpan dalam bateri melalui solar charge controller sebelum digunakan untuk menggerakkan pam air dan sistem sensor.

Penggunaan sensor paras air membolehkan pemantauan keadaan tangki air dilakukan secara lebih cekap dan sistematik.

2.5 Lakaran Projek

Lakaran projek menunjukkan susunan komponen utama dalam sistem yang dibangunkan. Antara komponen utama yang terdapat dalam lakaran projek ialah tangki penuaian air hujan, tangki ikan, bekas tanaman, pam air, panel solar serta sistem sensor. Lakaran ini membantu memberikan gambaran awal tentang reka bentuk sistem serta kedudukan setiap komponen sebelum proses pembangunan prototaip dijalankan.



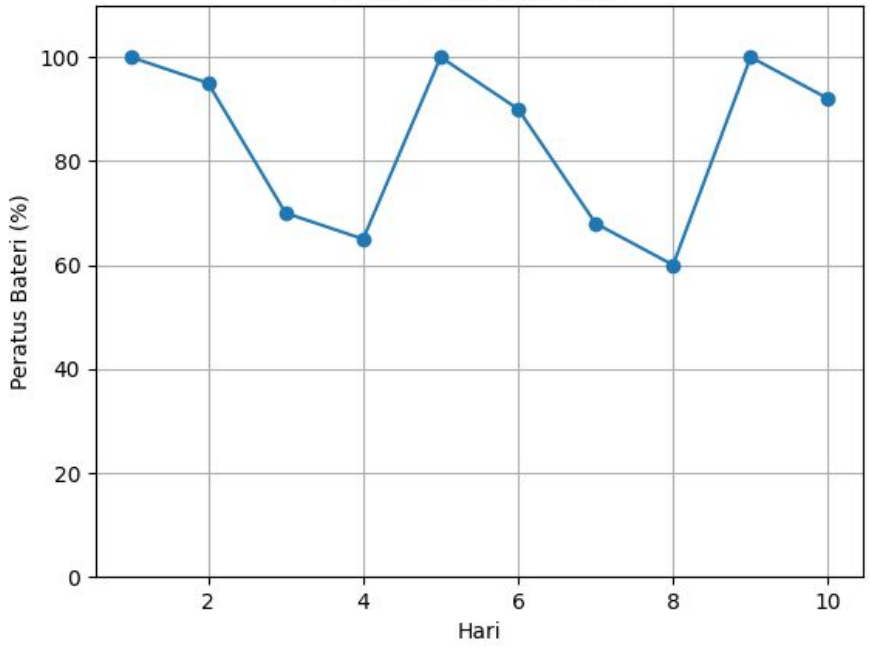
Rajah 2. Lakaran Pembangunan Sistem Penuaian Air Hujan Dengan Integrasi IoT Dan Solar Bagi Aplikasi Akuaponik.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan hasil dapatan daripada pengujian sistem SPAH yang diintegrasikan dengan IoT dan tenaga solar bagi aplikasi akuaponik sepanjang tempoh 10 hari. Parameter utama yang dianalisis ialah peratus bateri, nilai pH air dan paras air.

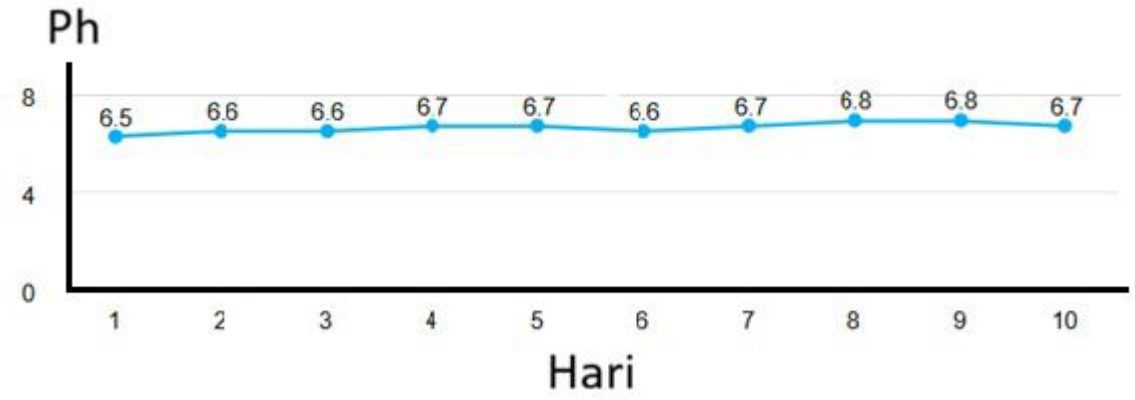
3.1 Nilai dan Imej

Rajah 3 menunjukkan graf peratus bateri terhadap hari. Berdasarkan graf tersebut, peratus bateri berada dalam julat 60% hingga 100% sepanjang tempoh kajian. Nilai maksimum direkodkan pada hari ke-1, ke-5 dan ke-9 (100%), manakala nilai minimum dicatatkan pada hari ke-8 (60%). Corak ini menunjukkan bahawa sistem tenaga solar mampu mengecas bateri dengan baik walaupun berlaku sedikit penurunan pada hari tertentu, kemungkinan disebabkan faktor cuaca seperti kurang cahaya matahari. Secara keseluruhannya, dapatan ini membuktikan bahawa penggunaan tenaga solar adalah stabil dan mencukupi untuk menyokong operasi sistem.

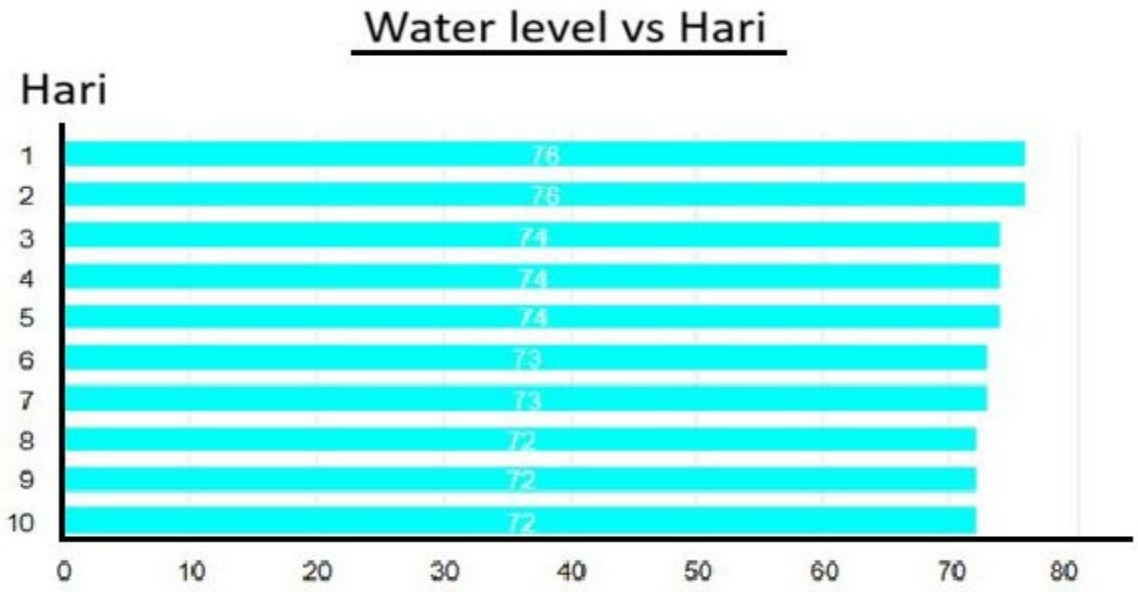


Rajah 3. Graf Peratus Bateri (%) Terhadap Hari.

Rajah 4 menunjukkan graf perubahan nilai pH air sepanjang 10 hari. Bacaan pH didapati berada dalam julat 6.5 hingga 6.8. Julat ini adalah sesuai untuk sistem akuaponik kerana ia menyokong keseimbangan antara keperluan ikan, bakteria nitrifikasi dan tanaman. Nilai pH yang stabil ini menunjukkan bahawa sistem mampu mengekalkan kualiti air tanpa perubahan drastik, sekali gus mengurangkan keperluan penyelenggaraan yang kerap.



Rajah 4. Graf Nilai pH Air Terhadap Hari.



Rajah 5. Graf Paras Air (Water Level) Terhadap Hari.

Rajah 5 menunjukkan perubahan paras air sepanjang tempoh kajian. Paras air mencatatkan penurunan kecil daripada 76 kepada 72. Walau bagaimanapun, perubahan ini masih berada dalam keadaan terkawal dan tidak menunjukkan kehilangan air yang ketara. Penurunan ini berkemungkinan disebabkan oleh proses penyejatan dan penggunaan air oleh tanaman. Dapatan ini menunjukkan bahawa sistem SPAH berjaya mengoptimumkan penggunaan air secara efisien.

3.2 Perbincangan

Secara keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa sistem yang dibangunkan berjaya beroperasi dengan stabil dan berkesan. Integrasi tenaga solar membolehkan sistem berfungsi tanpa kebergantungan penuh kepada tenaga elektrik grid, sekali gus

mengurangkan kos operasi dan meningkatkan kelestarian. Selain itu, penggunaan sensor IoT membolehkan pemantauan parameter penting dilakukan secara masa nyata, meningkatkan kecekapan pengurusan sistem.

Kestabilan nilai pH membuktikan bahawa sistem akuaponik berada dalam keadaan seimbang, manakala paras air yang terkawal menunjukkan keberkesanan penggunaan SPAH sebagai sumber air alternatif. Gabungan ketiga-tiga parameter ini menunjukkan bahawa sistem yang dibangunkan bukan sahaja berfungsi dengan baik, malah menyokong konsep teknologi hijau dan pengurusan sumber secara lestari.

4. KESIMPULAN

Projek Pembangunan Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) dengan integrasi Internet of Things (IoT) dan tenaga solar bagi aplikasi akuaponik berjaya menunjukkan bahawa penggunaan sumber semula jadi seperti air hujan dan tenaga solar mampu mengurangkan kebergantungan terhadap air terawat serta elektrik konvensional secara berkesan. Penemuan utama projek ini membuktikan bahawa sistem yang dibangunkan dapat berfungsi dengan baik melalui pemantauan masa nyata menggunakan sensor paras air, sekali gus meningkatkan kecekapan pengurusan air dan operasi sistem akuaponik.

Selain itu, reka bentuk sistem yang mudah alih dan bertingkat didapati sesuai untuk kawasan terhad seperti pertanian bandar dan institusi pendidikan, menjadikannya lebih fleksibel dan praktikal untuk pelbagai aplikasi. Integrasi teknologi hijau dalam projek ini juga menyokong usaha ke arah pembangunan lestari serta pemeliharaan alam sekitar.

Bagi penambahbaikan masa depan, sistem ini boleh dipertingkatkan dengan penambahan lebih banyak sensor seperti sensor kualiti air (pH dan suhu), automasi penuh menggunakan aplikasi mudah alih, serta sistem penyimpanan tenaga yang lebih efisien. Selain itu, penggunaan analisis data IoT juga boleh membantu dalam membuat ramalan dan pengurusan sumber yang lebih optimum.

Dari segi potensi komersial, sistem ini mempunyai peluang yang tinggi untuk dikembangkan sebagai produk inovasi dalam sektor pertanian moden, khususnya bagi kegunaan rumah, sekolah dan industri kecil. Kos operasi yang rendah, penggunaan tenaga boleh diperbaharui serta konsep mesra alam menjadikan sistem ini berdaya saing dan relevan dengan keperluan semasa dalam teknologi hijau.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia (PITRAM) 2026 atas peluang dan platform yang diberikan untuk membentangkan projek ini. Setinggi-tinggi penghargaan juga diucapkan kepada Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA (UiTM) dan Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah (POLISAS) atas sokongan serta kemudahan yang disediakan sepanjang pelaksanaan kajian ini.

Selain itu, penghargaan turut diberikan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan pembangunan Projek Sistem Penuaian Air Hujan

(SPAH) dengan integrasi Internet of Things (IoT) dan tenaga solar bagi aplikasi akuaponik. Sokongan dan kerjasama yang diberikan amat dihargai dalam memastikan kejayaan projek ini.

RUJUKAN

Abdelrahman, M. A., & Al-Haddad, A. (2020). Design and performance analysis of a solar-powered water pumping system. *Renewable Energy, 146*, 234–245.

Baharudin, N. A., Ahmad, M. K., & Zainal, N. (2021). Smart water level monitoring system using IoT technology. *Journal of Engineering and Technology, 12*(3), 45–52.

Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research, 115*, 195–209.

Ertop, H. (2023). The importance of rainwater harvesting and its usage. *Water, 15*(12), 2194.

Fewkes, A. (2012). *Rainwater harvesting and greywater reuse*. Routledge.

Kalogirou, S. A. (2014). *Solar energy engineering: Processes and systems* (2nd ed.). Academic Press.

Kementerian Pembangunan Kerajaan Tempatan. (2016). *Garis panduan sistem penuaian air hujan (SPAH)*.

Love, D. C., Fry, J. P., Genello, L., Hill, E. S., Frederick, J. A., Li, X., & Semmens, K. (2014). An international survey of aquaponics practitioners. *PLoS ONE, 9*(7).

Masters, G. M. (2013). *Renewable and efficient electric power systems* (2nd ed.). Wiley.

Noorazuan, M. D. (1999). *Sistem penuaian air hujan sebagai sumber bekalan air alternatif di Malaysia*. Universiti Kebangsaan Malaysia.

Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). *Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—Integrating fish and plant culture*. Southern Regional Aquaculture Center.

Rashid, R., & Hamzah, N. (2020). Application of water level sensor in automated water management system. *International Journal of Smart Technology, 8*(2), 21–27.

Pembangunan Pelekat Perubatan Inovatif Berasakan Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle): Projek BeTMeD

Muhammad Asraaf Abdul Hadi, Aisar Wahnan Lukman@Zawawi, Haaripriya Chandramogan, Balamurugaan Parthiben, Hidayati Hamdan, Noor Azilah Kasim

Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, Malaysia

*1250036@alfateh.upnm.edu.my

ABSTRAK

Penggunaan bahan semula jadi dalam perubatan moden semakin mendapat perhatian kerana keberkesanan dan profil keselamatannya.Kajian ini memperkenalkan "BetMed",satu inovasi pelekat perubatan yang memfokuskan kepada penggunaan ekstrak daun sirih (Piper betle) sebagai agen terapeutik utama. Objektif utama kajian ini adalah untuk merumuskan sistem penghantaran ubat tropikal yang menggabungkan ekstrak daun sirih dengan matriks gliserin dan gelatin bagi menghasilkan pelekat yang stabil dan efektif. Metodologi kajian melibatkan pengekstrakan sebatian aktif daripada daun sirih dan penyediaan formulasi pelekat dengan nisbah gliserin dan gelatin yang optimum. Hasil kajian menunjukkan bahawa formulasi ini menghasilkan lapisan pelekat yang fleksibel dan mampu melekat dengan baik pada kulit tanpa menyebabkan kerengsaan. Sifat antimikrob semulamjadi daun sirih menjadikan BetMed satu alternatif yang berpotensi untuk rawatan luka kecil. Kesimpulannya, BetMed menawarkan solusi kos rendah dan inovatif bagi aplikasi perubatan topikal.

Kata kunci: BetMed, daun sirih, pelekat perubatan, inovasi, perubatan topikal.

1. PENGENALAN

Projek ini bertujuan membangunkan pelekat perubatan berasaskan ekstrak daun sirih (Piper betle) sebagai alternatif kepada pembalut sintetik konvensional. Masalah utama dalam penggunaan pelekat komersial adalah risiko tindak balas alergi terhadap pelekat kimia serta kos yang tinggi bagi sesetengah bahan aktif sintetik. Kajian ini memfokuskan kepada penggunaan ekstrak daun sirih yang kaya dengan sifat antimikrob dan anti-inflamasi untuk rawatan luka topikal. Kajian literatur menunjukkan bahawa gelatin dan gliserin adalah matriks yang sesuai untuk aplikasi ini kerana sifatnya yang biokompatibel.

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan eksperimental makmal. Proses dimulakan dengan pengekstrakan bahan aktif daripada daun sirih menggunakan kaedah maserasi. Seterusnya, ekstrak tersebut dicampurkan ke dalam larutan gelatin dan gliserin pada suhu terkawal untuk menghasilkan gel pelekat. Ujian fizikal dilakukan untuk menilai keanjalan dan daya lekat (*adhesion*) pada permukaan simulasi kulit. Kaedah ini dipilih kerana

keberkesanannya dalam menghasilkan struktur pelekat yang stabil dan selamat digunakan pada kulit manusia.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil kajian mendapati bahawa nisbah formulasi yang digunakan memberikan tekstur yang paling stabil (Jadual 1). Pelekat BetMed menunjukkan sifat fizikal yang fleksibel dan tidak melekit secara berlebihan.

Jadual 1. Hasil Dapatan Kandungan Ekstrak Daun Sirih

Sampel	Kandungan Ekstrak Sirih(%)	Keanjalan	Daya Lekatan
F1	10	Tinggi	Sederhana
F2	15	Tinggi	Tinggi
F3	20	Sederhana	Tinggi

Minggu	Warna	Bau	Tekstur	Kestabilan Struktur
1	Hijau Muda	Bau Sirih Lemah	Kenyal dan Fleksibel	Sangat Stabil
2	Hijau Muda	Bau Sirih Lemah	Kenyal dan Fleksibel	Stabil
3	Kekal	Kekal	Kekal	Stabil
4	Kekal	Kekal	Kekal	Stabil

Pemerhatian menunjukkan bahawa penambahan ekstrak daun sirih tidak menjejaskan keupayaan matriks gelatin untuk membentuk lapisan pelindung yang kukuh.

4. KESIMPULAN

BetMed berjaya dihasilkan sebagai pelekat perubatan yang menggabungkan nilai terapeutik daun sirih dengan kemudahan aplikasi topikal. Cadangan masa depan merangkumi ujian klinikal yang lebih meluas serta kajian kestabilan jangka panjang untuk potensi pengkomersialan yang lebih luas serta mampu dibangunkan serta dimajukan untuk keperluan kesihatan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM) atas sokongan fasiliti makmal dan bimbingan yang diberikan sepanjang penyelidikan ini dijalankan.

RUJUKAN

Azahar, N. F., Salama, A., & Husin, A. S. (2020). Antibacterial properties of Piper betle L. leaves extract against skin pathogens. Journal of Tropical Resources and Sustainable Science, 8(1), 45-50.

Gupta, P., & Jain, S. K. (2015). Evaluation of antimicrobial activity of Piper betle leaves. International Journal of Pharma and Bio Sciences, 6(1), 112-118.

Jani, A. M. M., Yazid, H., Habiballah, A. S., Mahmud, A. H., & Losic, D. (2015). Nanoporous Alumina: Fabrication, Structure, Properties and Applications (Vol. 219). Springer.

Niaz, H., & Khan, M. A. (2021). The role of glycerin and gelatin in the development of transdermal patches: A review. International Journal of Pharmaceutics, 592, 120-128.

Ruxton, C. (2016). Tea: Hydration and other health benefits. Primary Health Care, 26(8), 34-42. https://doi.org/10.7748/phc.2016.e1162

Wahyuni, E. T., Diantariani, N. P., Kartini, I., & Kuncaka, A. (2022). Enhancement of the photostability and visible photoactivity of ZnO photocatalyst used for reduction of Cr(VI) ions. Results in Engineering, 13, 100351. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100351

BanaBuddy

Soon Gaik Suan, Beh Xiao Tze, Liau Yuan Yi, Lim Tsia Hui, Maria Zahidah Aliah Zamzuri

Pusat Asasi Pertahanan, Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, Kem Perdana Sungai Besi, 57000 Kuala Lumpur, Malaysia

*soongaiksuan@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan kesedaran terhadap keselamatan produk penjagaan oral kanak-kanak serta kelestarian alam sekitar telah mendorong pencarian alternatif semula jadi kepada ubat gigi konvensional. Namun, kebanyakan ubat gigi kanak-kanak yang terdapat di pasaran masih mengandungi bahan kimia sintetik yang berpotensi mendatangkan risiko sekiranya tertelan. Oleh itu, inovasi yang mengutamakan keselamatan pengguna dan kelestarian sumber amat diperlukan. Kajian ini memperkenalkan BanaBuddy, iaitu ubat gigi kanak-kanak boleh dimakan yang diformulasikan berasaskan kulit pisang sebagai bahan utama. Kulit pisang dipilih kerana kulit pisang merupakan sisa organik yang kaya dengan mineral semula jadi serta mempunyai potensi untuk dimanfaatkan dalam aplikasi penjagaan oral. Proses penghasilan produk melibatkan pemilihan kulit pisang segar, rawatan kebersihan, pengeringan bersuhu rendah, pengisaran halus serta pencampuran dengan bahan gred makanan iaitu serbuk Vitamin C, xilitol, minyak kelapa, soda bikarbonat, kalium sorbat dan kalsium karbonat bagi memastikan kestabilan, keselamatan dan kesesuaian penggunaan. Dapatan kajian menunjukkan bahawa BanaBuddy berfungsi sebagai agen pembersih gigi yang efektif dan selamat sekiranya tertelan. Selain berfungsi sebagai agen pembersih gigi, BanaBuddy turut berperanan sebagai produk pendidikan yang menyokong konsep ekonomi kitaran melalui pendekatan “waste to wealth”. Produk ini selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan, khususnya SDG 3: Kesihatan yang Baik dan Kesejahteraan, SDG 12: Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab serta SDG 15: Kehidupan di Darat. BanaBuddy mempunyai potensi komersial sebagai alternatif lestari kepada ubat gigi kanak-kanak sedia ada. Kesimpulannya, BanaBuddy merupakan inovasi yang menggabungkan keselamatan pengguna, kelestarian alam sekitar dan kreativiti teknologi. Produk ini mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai alternatif lestari kepada ubat gigi kanak-kanak sedia ada.

Kata kunci: BanaBuddy, kulit pisang, ubat gigi boleh dimakan, penjagaan oral kanak-kanak, kelestarian.

1. PENGENALAN

Keselamatan produk penjagaan oral kanak-kanak merupakan isu yang semakin mendapat perhatian, terutamanya kerana kanak-kanak cenderung menelan ubat gigi semasa memberus gigi. Kebanyakan ubat gigi di pasaran mengandungi bahan kimia sintetik seperti

fluorida dalam kuantiti tertentu, bahan perasa tiruan dan agen buih yang boleh memberi kesan negatif jika digunakan secara berlebihan.

Selain itu, peningkatan sisa organik seperti kulit pisang yang tidak dimanfaatkan turut menyumbang kepada masalah pencemaran alam sekitar. Kajian lepas menunjukkan bahawa kulit pisang mengandungi mineral seperti kalsium, kalium dan magnesium yang berpotensi digunakan dalam aplikasi penjagaan oral.

Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan ubat gigi kanak-kanak yang selamat dimakan menggunakan bahan semula jadi, memanfaatkan kulit pisang sebagai bahan utama melalui pendekatan lestari dan menilai keberkesanan produk sebagai agen pembersih gigi.

2. METODOLOGI

2.1. Reka Bentuk Kajian

Kajian ini berbentuk eksperimen makmal yang melibatkan beberapa fasa utama, iaitu pemilihan bahan mentah, pemprosesan bahan, formulasi produk dan penilaian awal produk. Reka bentuk ini dipilih bagi memastikan setiap peringkat pembangunan produk dapat dikawal dan dianalisis dengan sistematik. Pendekatan ini sesuai kerana ia membolehkan penyelidik menguji kesesuaian kulit pisang sebagai bahan asas serta menilai interaksi antara bahan tambahan lain dalam formulasi ubat gigi.

2.2. Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan ialah kulit pisang sebagai sumber semula jadi. Bahan tambahan terdiri daripada serbuk Vitamin C, xilitol, minyak kelapa, soda bikarbonat, kalium sorbat dan kalsium karbonat yang semuanya merupakan bahan gred makanan bagi memastikan keselamatan pengguna.

Peralatan yang digunakan termasuk ketuhar pengering untuk proses pengeringan, pengisar untuk menghasilkan serbuk halus, serta peralatan makmal asas seperti penapis, bekas pencampuran dan spatula.

2.3. Prosedur Penyediaan BanaBuddy

Kulit pisang dibersihkan dengan air bagi menghilangkan kotoran. Seterusnya, kulit pisang direndam dan dikeringkan pada suhu 70 hingga 80 darjah Celsius selama 6 jam untuk mengekalkan kandungan nutrien. Proses pengeringan dilakukan sehingga kelembapan berkurang sepenuhnya. Kulit pisang yang telah kering kemudiannya dikisar sehingga menjadi serbuk halus bagi memudahkan pencampuran dalam formulasi. Serbuk kulit pisang ditapis dan dicampurkan dengan bahan lain iaitu air, serbuk Vitamin C, xilitol, minyak kelapa, soda bikarbonat, kalium sorbat dan kalsium karbonat dalam nisbah tertentu. Campuran ini digaul sehingga mencapai tekstur yang sesuai untuk digunakan sebagai ubat gigi.

Jadual 1. Nisbah Komposisi ubat gigi BanaBuddy

Bahan	Fungsi Utama	Nisbah (%)
Serbuk kulit pisang	Pengikis lembut, Antioksidan	35
Vitamin C	Antioksidan, Kurangkan risiko keradangan	5
Xilitol	Antikaviti, Pemanis semula jadi	8
Minyak Kelapa	Antimikrob, Agen pelembap dan pengikat	12
Soda bikarbonat	Agen pembersih dan peneutral asid	7
Kalium sorbat	Pengawet selamat	3
Kalsium karbonat	Menguatkan gigi, Agen penggilap ringan	20
Air	Medium pencampuran	10
	JUMLAH	100

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Nilai dan Imej

Eksperimen "egg enamel" digunakan sebagai model kerana permukaan kulit telur mempunyai kandungan kalsium karbonat yang menyerupai struktur enamel gigi manusia. Dalam kajian ini, telur direndam dalam larutan kopi untuk menghasilkan kesan kotoran pada permukaan sebelum diuji dengan dua jenis produk, iaitu BanaBuddy dan ubat gigi konvensional.



Rajah 1. Perbandingan Permukaan Egg Enamel Sebelum dan Selepas Rawatan.

Eksperimen menunjukkan bahawa BanaBuddy berjaya menanggalkan kotoran kopi pada permukaan kulit telur dengan berkesan. Permukaan telur selepas penggunaan BanaBuddy kelihatan lebih bersih tanpa perubahan ketara pada struktur asalnya. Sebaliknya, penggunaan ubat gigi konvensional menunjukkan kesan pembersihan yang kuat tetapi terdapat sedikit perubahan pada permukaan kulit telur, yang berkemungkinan disebabkan

oleh sifat abrasif bahan kimia tertentu. Hal ini menunjukkan bahawa BanaBuddy mempunyai kelebihan dari segi kelembutan terhadap enamel.

3.2 Jadual

Jadual 2. Skor Perbandingan Keberkesanan Pembersihan dan Keselamatan Produk

Kriteria	BanaBuddy	Ubat Gigi Konvensional
Keupayaan menanggalkan noda	4/5	5/5
Kelembutan terhadap enamel	5/5	3/5
Keselamatan jika tertelan	5/5	2/5
Bahan utama	Semula jadi	Kimia sintetik
Tahap abrasiviti	Rendah	Sederhana
Anggaran pH	~6.5-7.0	~7.0-9.0

Dapatan menunjukkan bahawa BanaBuddy mempunyai keupayaan pembersihan yang baik walaupun sedikit kurang berbanding ubat gigi konvensional. Namun, kelebihan utama BanaBuddy terletak pada tahap abrasiviti yang lebih rendah, yang mengurangkan risiko hakisan enamel.
Dari segi sains, abrasiviti yang rendah membantu mengekalkan struktur enamel dalam jangka masa panjang. Ini penting kerana enamel tidak boleh diperbaharui secara semula jadi. Ubat gigi konvensional yang mempunyai sifat lebih abrasif mungkin memberikan kesan pembersihan segera, tetapi berpotensi menyebabkan kehausan enamel jika digunakan secara berlebihan.

Selain itu, BanaBuddy menunjukkan nilai pH hampir neutral (~6.5–7), yang lebih selamat untuk rongga mulut kerana tidak terlalu berasid atau beralkali. Keadaan pH yang seimbang membantu mengurangkan risiko kerosakan enamel dan iritasi gusi.

Tambahan pula, penggunaan bahan semula jadi seperti xilitol dan minyak kelapa memberikan kelebihan antibakteria ringan tanpa penggunaan bahan kimia sintetik. Ini menjadikan BanaBuddy lebih sesuai untuk kanak-kanak yang berisiko menelan ubat gigi.

Secara keseluruhannya, walaupun ubat gigi konvensional lebih kuat dari segi pembersihan, BanaBuddy menawarkan keseimbangan yang lebih baik antara keberkesanan, keselamatan dan kelestarian, selaras dengan objektif kajian.

4. KESIMPULAN

Kajian ini berjaya membangunkan BanaBuddy, iaitu ubat gigi kanak-kanak boleh dimakan yang berasaskan kulit pisang dengan gabungan bahan gred makanan. Secara keseluruhan, dapatan kajian menunjukkan bahawa BanaBuddy berupaya berfungsi sebagai agen pembersih gigi yang efektif dan mesra alam pada tahap asas serta lebih selamat berbanding ubat gigi konvensional dari segi risiko jika tertelan.

Melalui ujian “egg enamel”, BanaBuddy didapati mampu menanggalkan kotoran kopi tanpa menyebabkan kerosakan ketara pada permukaan enamel simulasi. Ini menunjukkan

bahawa produk mempunyai tahap abrasiviti yang lebih rendah dan lebih mesra kepada struktur enamel, khususnya untuk penggunaan kanak-kanak. Selain itu, penggunaan bahan semula jadi turut menyokong konsep kelestarian alam sekitar melalui pendekatan "waste to wealth".

Sebagai cadangan penambahbaikan, kajian masa hadapan boleh menumpukan kepada ujian klinikal yang lebih terperinci, termasuk analisis tahap antibakteria, kestabilan jangka panjang produk serta ujian keberkesanan pada kumpulan pengguna sebenar. Penambahbaikan formulasi juga boleh dilakukan untuk meningkatkan keupayaan pembersihan tanpa mengurangkan tahap keselamatan produk.

Dari segi potensi komersial, BanaBuddy mempunyai peluang yang tinggi untuk dikomersialkan sebagai alternatif inovatif dalam pasaran ubat gigi kanak-kanak. Produk ini memenuhi keperluan pengguna moden yang mengutamakan keselamatan, bahan semula jadi dan kelestarian alam sekitar, di samping menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG).

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM) dan Prof. Madya Ts. Dr. Nor Azlian binti Abdul-Manaf atas bimbingan, sokongan dan nasihat yang diberikan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Segala tunjuk ajar, panduan serta teguran yang membina telah banyak membantu dalam memastikan projek inovasi ini dapat dilaksanakan dengan lebih teratur, sistematik dan mencapai objektif yang ditetapkan.

RUJUKAN

Main, D. (2025, January 30). Ubat gigi berfluorida, ubat kumur dipasarkan kepada kanak-kanak dengan cara yang berbahaya, kata tuntutan mahkamah. The New Lede. https://www.thenewlede.org/2025/01/fluoride-toothpaste-mouthwash-illegal-dangerous-marketing-to-kids-lawsuit/

Hazarika, U., Saikia, P., Choudhury, M., & Das, M. (2026). Membuka potensi sisa kulit pisang – Satu kajian pelbagai aspek yang menekankan profil nutrien, strategi pengekstrakan dan utiliti prospektifnya dalam konteks bioekonomi sisa kitaran. Applied Food Research, 6(1), Article 101675. https://doi.org/10.1016/j.afres.2026.101675

Mokbel, M. S., & Hashinaga, F. (2005). Antibacterial and antioxidant activities of banana (Musa spp.) peel. Food Chemistry, 94(3), 341–346.

Betur, A. P., Raju, O. S., & Roopa, K. B. (2021). Natural fruit peels as teeth whitening agents on primary teeth: An in vitro study. *International Journal of Ayurvedic Medicine, 12*(2), 232–235.

Lynch, H., & Milgrom, P. (2003). Xylitol and dental caries prevention: an update. Journal of the California Dental Association, 31(3), 205–210.

Cummins, D. (2013). Calcium carbonate in toothpaste: role in cleaning and polishing. International Journal of Dental Hygiene, 11(2), 89–94.

Posturepal: Peranti Pintar Boleh Pakai untuk Pembetulan Postur Aktif

Irdeena Aisya Mohd Zamri, Nurul Iwani Mohamad Nordin, Nur Aishah Qistina Azrulnizam, Kadhiravan Siva Kumar, Fadhlul Wafi Badrudin, Shahrul Izwan Ahmad

Pusat Asasi Pertahanan, Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, Kem Perdana Sungai Besi, 57000 Kuala Lumpur, Malaysia

*shahrulizwan@upnm.edu.my

ABSTRAK

Peningkatan kesedaran terhadap kesihatan postur badan dalam kalangan pelajar serta risiko masalah muskuloskeletal telah mendorong pembangunan inovasi yang lebih praktikal dan berkesan. Namun, kebanyakan penyelesaian sedia ada seperti alat sokongan postur adalah kurang selesa, mahal dan tidak sesuai digunakan dalam kehidupan harian. Oleh itu, satu inovasi yang mampu memberikan pemantauan secara berterusan dan mesra pengguna amat diperlukan. Kajian ini memperkenalkan PosturePal, iaitu peranti boleh pakai pintar yang dipasang pada tali beg galas untuk memantau dan membetulkan postur badan secara masa nyata. Peranti ini menggunakan sensor akselerometer untuk mengukur sudut kecondongan badan pengguna, manakala data diproses menggunakan mikropengawal Arduino bagi menentukan sama ada postur berada dalam julat normal. Sekiranya kecondongan badan melebihi had yang ditetapkan, sistem akan mengaktifkan lampu indikator dan amaran bunyi (buzzer) sebagai peringatan kepada pengguna. Dapatan kajian menunjukkan bahawa majoriti responden mengalami ketidakselesaan selepas membawa beg galas dalam tempoh yang lama. PosturePal berpotensi membantu membentuk tabiat postur yang lebih sihat melalui maklum balas secara langsung dan berterusan. Inovasi ini selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan iaitu SDG 3 (Kesihatan yang Baik dan Kesejahteraan), SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) dan SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur). Kesimpulannya, inovasi ini praktikal, mampu milik dan mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan.

Kata kunci: Postur badan, peranti pintar, beg galas, akselerometer, Arduino.

1. PENGENALAN

Masalah postur badan semakin membimbangkan dalam kalangan pelajar akibat penggunaan beg galas yang berat serta tabiat membongkok dalam tempoh yang lama. Kajian ini memfokuskan kepada pembangunan PosturePal, iaitu peranti boleh pakai pintar untuk memantau dan membetulkan postur secara masa nyata. Objektif utama adalah untuk mengesan postur tidak betul, menggalakkan amalan postur yang baik serta mengurangkan risiko sakit belakang.

Kajian lepas menunjukkan bahawa masalah muskuloskeletal semakin meningkat secara global, dengan kira-kira 1.71 bilion individu terjejas, manakala di Malaysia, 67% rakyat pernah mengalami sakit leher. Antara faktor utama ialah beban beg galas yang berlebihan dan postur badan yang tidak betul. Kajian terhadap pelajar sekolah juga menunjukkan bahawa kecondongan badan atau leher melebihi 20° semasa membawa beg galas berkait

rapat dengan ketidakselesaan muskuloskeletal dan postur yang lemah, sekali gus mencerminkan penyesuaian postur akibat beban yang dibawa.

Bagi menangani isu ini, PosturePal dibangunkan menggunakan sensor akselerometer untuk mengesan sudut badan dan mikropengawal Arduino untuk memproses data. Sistem ini memberikan amaran melalui bunyi amaran dan lampu apabila postur tidak betul dikesan.

Secara keseluruhannya, inovasi ini berpotensi membantu membentuk tabiat postur yang lebih sihat serta memberi impak positif terhadap kesihatan dan kesejahteraan pengguna.

2. METODOLOGI

Kajian ini bertujuan untuk menjawab persoalan bagaimana postur badan dapat dikesan dan dibetulkan secara masa nyata menggunakan peranti yang praktikal untuk kegunaan harian. Persoalan ini relevan kerana masalah postur dalam kalangan pelajar sering berlaku akibat penggunaan beg galas yang berat serta tabiat membongkok.

Bagi menangani isu ini, satu sistem PosturePal telah dibangunkan yang melibatkan beberapa peringkat utama iaitu pengesanan, pemprosesan data, pembuatan keputusan, amaran dan pembetulan postur. Sistem ini direka untuk memberikan maklum balas secara langsung kepada pengguna supaya tabiat postur yang baik dapat dibentuk secara berterusan.

2.1 Pengesanan Postur

Pada peringkat ini, sensor akselerometer digunakan bagi mengukur sudut kecondongan badan pengguna semasa memakai beg galas. Sensor ini berfungsi dengan mengesan perubahan kecondongan badan berdasarkan paksi gerakan (x, y, z), sekali gus membolehkan pengiraan sudut kecondongan secara masa nyata. Keupayaan pengesanan ini amat penting dalam mengenal pasti perubahan postur seperti membongkok ke hadapan atau condongan yang berlebihan.

Data yang diperoleh adalah berterusan dan dinamik, membolehkan sistem memantau postur pengguna secara konsisten sepanjang tempoh penggunaan. Dengan ketepatan pengukuran yang tinggi, sensor ini memastikan setiap perubahan kecil dalam posisi badan dapat dikesan, seterusnya meningkatkan keberkesanan sistem dalam mengenal pasti postur yang tidak betul.

2.2 Pemprosesan Data

Data sudut yang diperoleh daripada sensor akselerometer akan dihantar secara berterusan ke mikropengawal Arduino untuk tujuan pemprosesan masa nyata. Mikropengawal ini bertindak sebagai unit pemproses utama yang menganalisis data bagi menentukan status postur pengguna.

Pada peringkat awal, data mentah akan melalui proses penapisan dan penentukuran bagi mengurangkan gangguan (noise) serta meningkatkan kestabilan bacaan. Seterusnya, nilai

sudut tersebut akan dibandingkan dengan julat normal yang telah ditetapkan berdasarkan prinsip ergonomik kedudukan badan yang betul. Julat ini berfungsi sebagai nilai ambang (threshold) untuk membezakan antara postur normal dan tidak normal.

Sekiranya nilai sudut berada dalam julat yang dibenarkan, sistem akan mengklasifikasikan postur sebagai normal. Sebaliknya, jika nilai tersebut melebihi ambang yang ditetapkan untuk tempoh masa tertentu, sistem akan mengenal pasti postur sebagai tidak betul. Penggunaan syarat tempoh masa ini penting bagi mengelakkan amaran palsu akibat pergerakan sementara atau perubahan posisi yang tidak signifikan.

2.3 Keputusan Dan Amaran

Apabila sistem mengesan bahawa sudut kecondongan badan melebihi had yang dibenarkan, postur pengguna akan diklasifikasikan sebagai tidak betul. Dalam keadaan ini, sistem akan mengaktifkan mekanisme amaran secara berperingkat bagi memberi maklum balas yang jelas kepada pengguna.

Sebagai peringkat pertama, lampu indikator akan menyala sebagai isyarat visual bahawa postur pengguna berada dalam keadaan tidak betul. Sekiranya pengguna tidak membetulkan postur dalam tempoh tertentu, sistem akan mengaktifkan amaran kedua dalam bentuk bunyi selepas lima (5) saat.

Pendekatan amaran berperingkat ini direka untuk mengelakkan gangguan berlebihan kepada pengguna, di samping memastikan mesej pembetulan disampaikan dengan berkesan. Ia juga membantu meningkatkan kesedaran pengguna terhadap postur mereka secara beransur-ansur.

2.4 Pembetulan Postur

Selepas menerima amaran daripada sistem, pengguna dijangka akan membetulkan kedudukan badan mereka kepada posisi yang lebih ergonomik. Apabila postur kembali ke dalam julat normal yang ditetapkan, sistem akan secara automatik menghentikan amaran bunyi dan lampu indikator akan padam.

Mekanisme ini berfungsi sebagai maklum balas langsung (real-time feedback) yang membolehkan pengguna mengetahui bahawa pembetulan postur telah berjaya dilakukan. Secara tidak langsung, proses ini membantu dalam pembentukan tabiat postur yang lebih baik melalui pengulangan dan kesedaran kendiri pengguna.

2.5 Fungsi Tambahan Sistem

Selain fungsi utama pengesanan dan pembetulan postur, peranti PosturePal turut dilengkapi dengan beberapa fungsi tambahan bagi meningkatkan kecekapan dan kebolehgunaan sistem. Antaranya termasuk butang hidup/mati yang membolehkan pengguna mengawal penggunaan peranti serta menjimatkan penggunaan bateri.

Lampu indikator turut digunakan untuk menunjukkan status operasi sistem, termasuk sama ada sensor berfungsi dengan baik atau tidak. Di samping itu, butang ujian disediakan bagi membolehkan pengguna menguji fungsi amaran bunyi (buzzer) dan sistem keseluruhan sebelum digunakan.

Kesemua fungsi tambahan ini direka bagi memastikan peranti lebih mesra pengguna, praktikal dan sesuai digunakan dalam kehidupan seharian.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

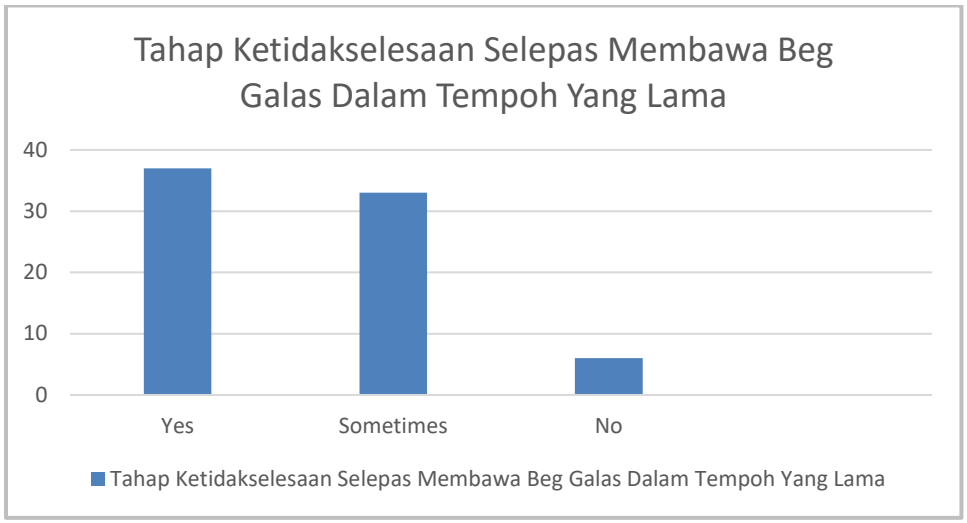
Dapatan kajian menuniukkan bahawa majoriti responden mengalami ketidakselesaan selepas membawa beg galas dalam tempoh yang lama, terutamanya pada bahagian belakang dan bahu. Selain itu, kebanyakan responden menggunakan beg galas melebihi satu jam sehari, yang meningkatkan risiko postur badan tidak normal.

Walaupun tahap kesedaran terhadap kesan postur tidak betul adalah tinggi, amalan sebenar masih tidak konsisten. Hal ini menunjukkan keperluan kepada satu penyelesaian yang mampu memberikan peringatan secara berterusan.

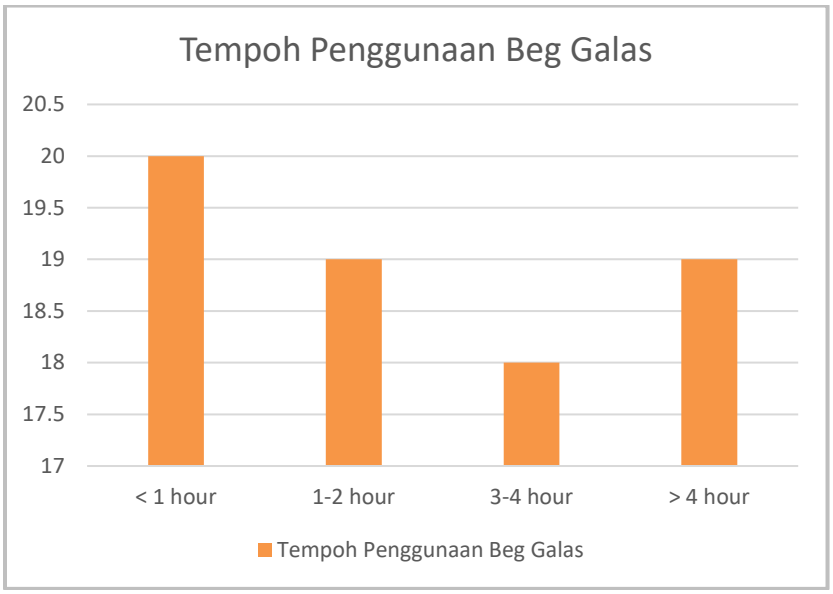
Inovasi PosturePal berpotensi menangani isu ini melalui pemantauan postur secara masa nyata. Sistem ini mengesan kecondongan badan dan memberikan amaran segera melalui lampu indikator dan amaran bunyi (buzzer), sekali gus membantu pengguna membetulkan postur dengan cepat.

Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa PosturePal berpotensi membantu mengurangkan ketidakselesaan serta membentuk tabiat postur yang lebih sihat dalam jangka masa panjang.

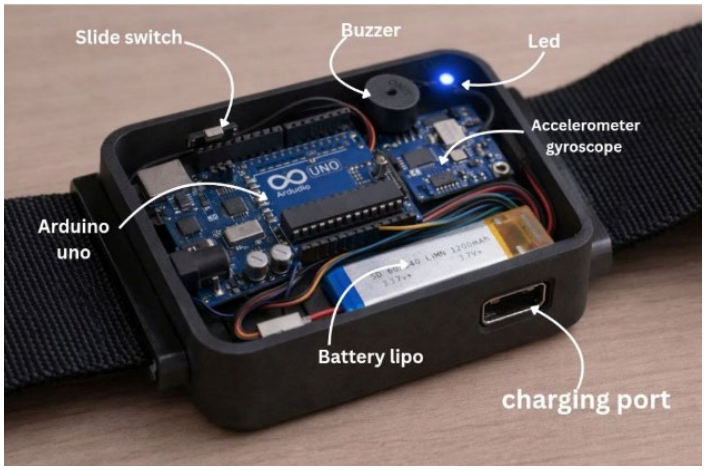
3.1 Nilai dan Imej



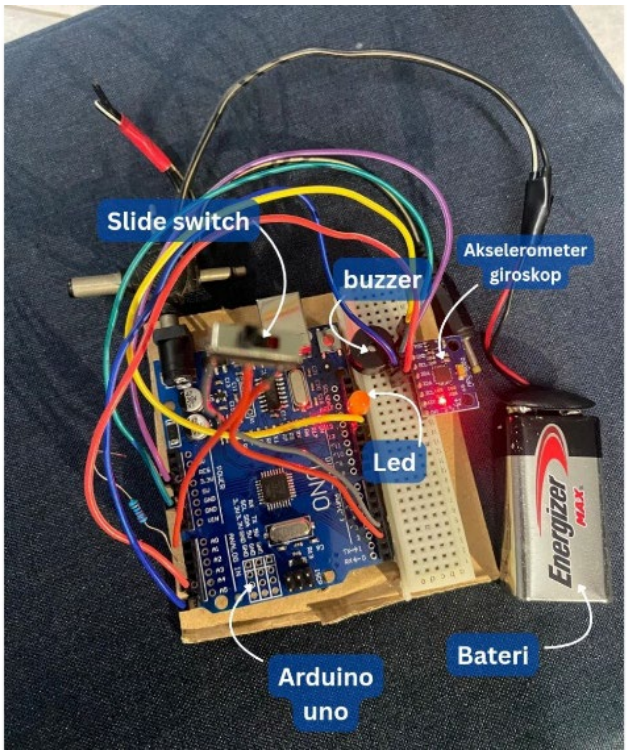
Rajah 1. Tahap Ketidakselesaan (Majoriti Responden Mengalami Ketidakselesaan).



Rajah 2. Tempoh Penggunaan Beg Galas (Majoriti Responden Membawa Beg Melebihi Satu Jam Sehari).



Rajah 3. Cadangan Komponen Dalaman Posturepal Apabila Sedia Untuk Dipasarkan.



Rajah 4. Prototaip Alat Posturepal Yang Dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, projek PosturePal berjaya menunjukkan bahawa masalah postur dalam kalangan pelajar adalah isu yang serius, disokong oleh data tinjauan di mana majoriti responden mengalami ketidakselesaan selepas membawa beg galas dalam tempoh yang lama. Penggunaan sensor akselerometer dan sistem amaran masa nyata dalam PosturePal terbukti berkesan dalam membantu pengguna membetulkan postur secara segera, sekali gus mengurangkan risiko masalah muskuloskeletal jangka panjang serta meningkatkan kesedaran tentang kepentingan postur yang betul.

Bagi cadangan masa hadapan, PosturePal boleh ditambah baik dengan integrasi aplikasi mudah alih untuk pemantauan data yang lebih terperinci, penambahan fungsi getaran sebagai alternatif amaran, serta reka bentuk yang lebih ergonomik dan menarik. Selain itu, kajian lanjut boleh dijalankan dengan sampel yang lebih besar bagi meningkatkan ketepatan dan kebolehpercayaan dapatan.

Dari segi potensi komersial, PosturePal mempunyai peluang yang tinggi untuk dipasarkan secara meluas kerana kosnya yang rendah, mudah digunakan dan selari dengan trend teknologi kesihatan boleh pakai. Sasaran utama seperti pelajar sekolah dan universiti boleh diperluaskan kepada golongan pekerja dan masyarakat umum, menjadikan produk ini bukan sahaja praktikal untuk kegunaan harian tetapi juga berpotensi berkembang sebagai inovasi dalam industri kesihatan dan teknologi.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada guru pembimbing kami, En. Shahrul Izwan Ahmad dan Dr. Fadhlul Wafi Badrudin atas segala bimbingan, tunjuk ajar dan sokongan sepanjang pelaksanaan projek ini. Terima kasih juga kepada semua responden yang telah meluangkan masa untuk menjayakan tinjauan ini.

RUJUKAN

Bernama. (2025, Mei 16). *Apabila Postur Menjadi Punca Kesakitan: Epidemik Digital Yang Diabaikan Oleh Rakyat Malaysia.* https://www.bernama.com/en/news.php?id=2423554

Healthcare Asia. (2025, Mei 13). *Gaya hidup digital di Malaysia merosakkan postur—Ini caranya.* https://www.healthcareasia.org/2025/malaysias-digital-lifestyle-is-wrecking-posture-heres-how/

Scientific Reports. (2024, Disember 5). Kajian ketidakselesaan muskuloskeletal dan beban beg sekolah dalam kalangan murid sekolah rendah di Thailand: tinjauan keratan rentas berasaskan sekolah. https://www.nature.com/articles/s41598-024-81545-1

World Health Organization. (2022, Julai 14). *Kesihatan muskuloskeletal*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions

FLaWES: Penyelamat Bencana Alam

Nur Adilah Liyana Aladdin, Muhammad Rifqi Iman Mohd Nizam, Aaron Kenneth Franklin Perreira, Aisya Nor Norazmi, Nurul Afiqah Azman

Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM), Kem Sungai Besi, Kuala Lumpur, Malaysia

*rifqiimann@gmail.com

ABSTRAK

Bencana alam pada abad ke-21 adalah akibat daripada pencemaran yang mewujudkan kesan rantaian daripada aktiviti manusia yang merosakkan bumi dan ekosistem. Sebagai contoh, penebangan hutan boleh menyebabkan hakisan tanah dan banjir kilat kritikal yang kemudiannya akan meningkatkan peluang tanah runtuh berlaku dan mengalir ke sungai dan membunuh ekosistem bawah air. Objektif projek ini adalah untuk mencipta peranti yang berfungsi sebagai penunjuk tanda awal ke arah bencana alam, peranti ini boleh digunakan dalam mencegah bencana alam bencana daripada berlaku pada masa hadapan, dan membantu Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu dalam memenuhi Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) nombor 11 bandar dan komuniti Lestari mereka. Projek pintar ini dikuasakan oleh mikro:bit, komputer kecil yang boleh diprogramkan dengan mudah. Mikro: bit mempunyai termometer terbina dalam, penderia gegaran dan buzzer. Ia juga dilengkapi dengan penderia tambahan yang dikeluarkan oleh ELECFREAKS terdiri daripada elemen seperti Penderia Lembapan Tanah dan penderia Aras Air dan IoT:bit. IoT:bit ialah papan lampiran yang digunakan untuk membenarkan mikrobit menyambung ke ThingSpeak. Dengan menggunakan penderia ini, ia boleh mengesan maklumat masa nyata dan tepat data. Projek ini juga menggunakan teknologi IoT dengan menggunakan IoT:bit. Peranti ini juga dilengkapi dengan skrin OLED yang akan memaparkan maklumat masa nyata data. Tambahan pula, peranti ini boleh berfungsi sebagai sistem amaran awal dengan memprogramkannya untuk mematikan penggera jika keadaan atau tahap elemen data melebihi atau di bawah persediaan had. Sebagai contoh jika mikro:bit mengesan paras air melebihi paras yang sepatutnya, ia boleh menjadi tanda banjir di kawasan itu. Kesimpulannya alat ini boleh digunakan untuk mengesan suhu persekitaran, kelembapan tanah, aktiviti gegaran dan paras air di sesuatu kawasan. Justeru, ia bukan sahaja boleh berfungsi sebagai sistem amaran awal tetapi juga boleh digunakan untuk memantau keadaan alam semula jadi.

Katakunci: Internet Benda (IoT), bencana alam, penderia (sensor), pelan pembangunan mampan (SDG).

1. PENGENALAN

Menurut (B.Thiebes, T. Glade, 2016) Amaran awal bahaya alam adalah topik yang semakin ditangani oleh saintis dan dituntut oleh pihak berkepentingan yang bertanggungjawab terhadap pengurusan bahaya dan risiko. Berbeza dengan Sistem Amaran Awal (EWS) untuk cth. banjir, tanah runtuh dan Kebakaran Hutan menimbulkan masalah yang lebih

mencabar yang berkaitan dengan tingkah laku yang lebih kompleks daripada proses yang terlibat.

Menurut Jiuiping Xu et al, (2016) bencana alam ialah kejadian bencana dengan asal usul atmosfera, geologi dan hidrologi (cth., kemarau, gempa bumi, banjir, taufan, tanah runtuh) yang boleh menyebabkan kematian, kerosakan harta benda dan gangguan persekitaran sosial. Kira-kira 45,000 orang di seluruh dunia mati akibat bencana alam setiap tahun. Ini mewakili sekitar 0.1% daripada kematian global (Ritchie et all, 2014).

Dalam laporan khas Jabatan Perangkaan Malaysia, kos impak akibat banjir pada 2021 ialah RM 6.5 bilion (1,433,269,800 USD). Namun begitu, Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA) hanya mampu menyediakan RM26.9 Juta (5,931,643 USD) untuk membantu memulihkan kerosakan yang berlaku. Berdasarkan kajian Jabatan Perangkaan Malaysia, jumlah kerugian akibat banjir yang berlaku di beberapa negeri di negara ini sejak akhir 2021 hingga awal 2022 berjumlah RM6.1 bilion.

Di kawasan pergunungan, bencana alam menimbulkan risiko serius kepada manusia dan infrastruktur. Oleh itu, masa depan dan potensi ciri-ciri FLaWES serba baharu dengan Internet of Things (IoT) ini yang boleh digunakan untuk pelbagai kegunaan (domestik, pemastautin, organisasi) harus dianggap sebagai diagnosis dorman yang terkenal untuk menjanjikan peningkatan di seluruh dunia.

FLaWES dicipta untuk meningkatkan tahap kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alam bagi mengelak kejadian teruk dan bencana alam akibat bencana alam. Tepatnya, FLaWES boleh mencegah akibat bencana dengan memperoleh data masa nyata bahaya di kawasan yang boleh dipantau dari jauh oleh individu.

Tambahan pula, FLaWES mempunyai potensi pemasaran yang sangat besar untuk kawasan yang kerap mengalami bencana alam dan mereka yang ingin mengambil langkah berjaga-jaga dengan menjangkakan perkara yang tidak dijangka. Persediaan awal boleh dibuat oleh agensi dan orang ramai dalam memanfaatkan FLaWES sebagai mekanisme untuk menyesuaikan diri dan bersedia menghadapi bencana alam.

Oleh itu, FLaWES boleh membantu memberikan amaran awal khas untuk Kebakaran Liar, Banjir dan Tanah Runtuh. Dengan penggunaan aplikasi Teknologi Internet of Things (IoT), pengguna dapat memantau bahaya dalam masa nyata. Dalam konteks pengurusan bencana dan sistem Amaran Awal, IoT menyediakan cara untuk pemantauan alam sekitar yang meluas daripada sumber data yang berbeza, komunikasi kependaman rendah dan pemprosesan data masa nyata, yang membolehkan penjanaan amaran yang tepat dan tepat pada masanya sekiranya berlaku bencana.

Sebagai contoh, kerajaan telah mengeluarkan amaran banjir untuk sesuatu kawasan tetapi penduduk masih belum dilanda banjir. Apa yang boleh dilakukan oleh penduduk untuk berhati-hati ialah melihat pada pelayan Thingspeak apakah status bahaya di beberapa pusat pemeriksaan yang telah digunakan oleh FLaWES

1.2 Penyataan Masalah

Bencana alam tidak dapat dielakkan kerana ia adalah kehendak alam semula jadi dan ia adalah hasil daripada aktiviti manusia. Ia juga menunjukkan bahawa manusia masih belum menyesuaikan diri dengan bencana alam dan kebanyakan kesan buruk berlaku kerana tidak bersedia menghadapi bencana ini.

Kesediaan dunia dalam menghadapi bencana alam adalah sangat rendah. Hal ini dapat kita lihat dengan melihat kesan daripada bencana alam di seluruh dunia. Bencana alam hari ini semakin teruk disebabkan oleh pelbagai faktor yang berada di luar kawalan kita. Faktor-faktor ini seperti perubahan iklim, kenaikan suhu dan banyak lagi kini telah menjadi pembolehubah yang tidak terkawal. Akhirnya pembolehubah yang tidak terkawal ini mencipta kemusnahan kesan berantai dalam bencana alam. Sebagai contoh, penebangan hutan boleh menyebabkan hakisan tanah dan banjir kilat kritikal yang kemudiannya meningkatkan peluang tanah runtuh berlaku dan mengalir ke sungai dan membunuh ekosistem bawah air. Oleh itu, satu-satunya cara yang boleh kita capai dalam memelihara manusia dan ekosistem adalah dengan menyesuaikan diri terhadap bencana. Oleh itu, matlamat kami adalah untuk menyediakan sistem amaran awal untuk bencana alam khusus untuk banjir, tanah runtuh dan kebakaran hutan.

1.3 Objektif

Objektif utama projek ini adalah untuk menghasilkan teknologi IoT yang boleh menyediakan sistem amaran awal kepada ketiga-tiga aktiviti ini; tanah runtuh, hidupan liar dan banjir. Bagi mencapai objektif utama ini, beberapa objektif juga perlu dicapai. Sub-objektif diterangkan seperti berikut.

- Menjadi sistem amaran awal kepada masyarakat
- Menjadi system pengesan awal bencana alam
- Memenuhi Pelan Pembangunan Mampan

1.4 Skop Penyelidikan

Dalam projek ini, peranti telah direka bentuk dan direka untuk menyediakan sistem amaran awal untuk bencana alam khusus untuk banjir, tanah runtuh dan kebakaran liar sambil menggunakan Internet of Things Technology untuk memberikan akses kepada orang ramai untuk data tersebut.

2. TINJAUAN LITERATUR

Bahagian ini akan menerangkan dan meringkaskan gambaran keseluruhan tiga bencana alam yang biasa berlaku di Malaysia.

2.1. Tanah Runtuh

Tanah runtuh adalah bahaya geologi yang serius yang biasa berlaku di kebanyakan negara di dunia. Di peringkat global, tanah runtuh menyebabkan kerosakan berbilion dolar dan beribu-ribu kematian serta kecederaan setiap tahun. Tanah runtuh ditakrifkan sebagai

pergerakan jenis tanah, batu atau serpihan yang berbeza. Pergerakan tersebut berlaku ke bawah atau di sepanjang cerun. Pergerakan cerun boleh disebabkan oleh pelbagai faktor seperti hujan, pencairan salji, perubahan paras air bawah tanah, hakisan tanah, gempa bumi atau aktiviti manusia (Parthipan, 2019).

Secara amnya, tanah runtuh ialah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan batu, tanah atau serpihan biasanya melalui graviti menuruni cerun atau ia adalah istilah untuk bentuk muka bumi biasa dengan tanda permukaan yang bercirikan. Ketidakstabilan rupa bumi boleh ditakrifkan sebagai umum atau tempatan. Ketidakstabilan am ditakrifkan dalam zon yang lebih luas yang tidak stabil atau stabil secara bersyarat, di mana terdapat banyak objek yang terancam. Pergerakan tanah sentiasa ada jadi langkah penstabilan radikal diperlukan. Masalah di tapak sedemikian selalunya sangat kompleks, dan kesan campur tangan tempatan boleh diabaikan (Yuliza, 2016).
Apabila intensiti dan tempoh hujan meningkat, penyusupan air ke dalam tanah meningkat. Keadaan ini telah terjejas oleh peningkatan berat dan liang-liangnya. Apabila air secara berterusan memasuki tanah tidak telap yang bertindak sebagai satah gelongsor, tanah menjadi tidak stabil dan luluhawa menyebabkan pergerakan tanah. Perubahan kandungan air dalam tanah menyumbang kepada perbezaan sifat tanah, mengurangkan kekuatan tanah dan sedutan matriks. Biasanya, taburan hujan diukur menggunakan tolok hujan, tetapi ia memerlukan nilai ambang hujan khusus untuk kawasan serantau atau tempatan (Hadiana, 2020).

Kadangkala, tanah runtuh disebabkan, atau menjadi lebih teruk, oleh gabungan beberapa faktor yang berbeza. Kesan semua punca ini berbeza-beza dan bergantung kepada faktor seperti kecuraman cerun, morfologi atau bentuk muka bumi, jenis tanah, geologi asas dan kehadiran orang atau struktur di kawasan yang terjejas (Alkhatib, 2021).

Walaupun Malaysia bukanlah sebuah negara yang curam (gunung dan bukit kurang daripada 25% daripada rupa bumi), kegagalan cerun/tanah runtuh kerap berlaku. Dari 1993-2011, kira-kira 28 tanah runtuh besar dilaporkan di Malaysia dengan jumlah kehilangan lebih daripada 100 nyawa.

Penempatan tetap komuniti yang sangat terdedah kepada risiko tanah runtuh menimbulkan isu mengenai kos infrastruktur dan faktor sosio-ekonomi. Oleh itu, sistem amaran awal yang kos efektif dan boleh dipercayai adalah wajar dan dianggap sebagai satu-satunya pilihan pengurangan risiko yang berdaya maju dalam banyak kes (Guzetti et all, 2020).

Hujan adalah pencetus tanah runtuh yang paling biasa di seluruh dunia. Jika keadaan tanah dan batuan di bawah permukaan berbukit sudah tidak stabil, hujan lebat sering menyebabkan lumpur, batu atau serpihan atau kesemuanya runtuh ke bawah gunung dan lereng bukit. Jika asas dasar cerun tidak stabil, hujan lebat mungkin sahaja yang diperlukan untuk mencetuskan tanah runtuh. Malah, hujan adalah pemangkin yang paling biasa untuk tanah runtuh (Alkhatib, 2014).

Kelembapan tanah adalah parameter penting untuk kajian tanah runtuh. Apabila kelembapan tanah meningkat, jisim tanah meningkat dan tekanan air liang meningkat. Apabila tekanan air Liang meningkat ia meningkatkan tegasan ricih dan mengurangkan

kekuatan ricih. Teori ini adalah punca utama berlakunya banyak tanah runtuh (Alfalqi, 2021).

2.1.2 Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan ialah kebakaran yang tidak dirancang yang membakar di kawasan semula jadi seperti hutan, padang rumput atau padang rumput. Kebakaran hutan selalunya disebabkan oleh aktiviti manusia atau fenomena semula jadi seperti kilat, dan ia boleh berlaku pada bila-bila masa atau di mana-mana sahaja. Dalam 50% kebakaran hutan yang direkodkan, tidak diketahui bagaimana ia bermula.

Kebakaran hutan ialah kebakaran yang tidak terkawal yang membakar dalam tumbuh-tumbuhan tanah liar, selalunya di kawasan luar bandar. Kebakaran hutan boleh terbakar di hutan, padang rumput, savana, dan ekosistem lain, dan telah berlaku selama ratusan juta tahun. Mereka tidak terhad kepada benua atau persekitaran tertentu.

Risiko kebakaran hutan meningkat dalam keadaan yang sangat kering, seperti kemarau, dan semasa angin kencang. Kebakaran hutan boleh mengganggu pengangkutan, komunikasi, perkhidmatan kuasa dan gas serta bekalan air. Ia juga membawa kepada kemerosotan kualiti udara, dan kehilangan harta benda, tanaman, sumber, haiwan dan manusia.

Kebakaran Hutan atau Kebakaran Hutan adalah kebakaran tidak terkawal yang berlaku di kawasan liar dan menyebabkan kerosakan yang ketara kepada sumber semula jadi dan sumber manusia adalah fenomena yang meluas di hutan Malaysia. Kebanyakan kebakaran hutan adalah suhu atmosfera dan kelembapan sekali-sekala yang menyediakan persekitaran yang baik untuk kebakaran bermula. Punca biasa kebakaran hutan termasuk kilat, kecuaian manusia dan pendedahan bahan api kepada haba melampau dan kegersangan.

Untuk melindungi kawasan tanah dan biodiversiti yang besar ini, terdapat keperluan penting untuk mempunyai pengawasan yang hebat dan struktur berhati-hati awal untuk kebakaran hutan sementara dalam diploma penubuhan penyebarannya akan diuruskan yang akan menyelamatkan anda daripada kejadiannya.

2.1.3 Banjir

Banjir ialah limpahan air ke atas tanah yang biasanya kering. Banjir boleh berlaku semasa hujan lebat, apabila ombak laut datang ke pantai, apabila salji cair dengan cepat, atau apabila empangan atau tebing pecah. Banjir yang merosakkan mungkin berlaku dengan hanya beberapa inci air, atau ia mungkin meliputi rumah hingga ke bumbung. Banjir boleh berlaku dalam beberapa minit atau dalam tempoh yang lama, dan mungkin berhari-hari, berminggu-minggu atau lebih lama. Banjir adalah yang paling biasa dan meluas daripada semua bencana alam berkaitan cuaca (Bradley et all , 2017).

Banjir kilat adalah jenis banjir yang paling berbahaya, kerana ia menggabungkan kuasa pemusnah banjir dengan kelajuan yang luar biasa. Banjir kilat berlaku apabila hujan lebat melebihi kemampuan tanah untuk menyerapnya. Ia juga berlaku apabila air memenuhi

anak sungai atau anak sungai yang biasanya kering atau air yang mencukupi terkumpul untuk anak sungai mendahului tebingnya, menyebabkan air naik dengan cepat dalam masa yang singkat. Ia boleh berlaku dalam beberapa minit selepas hujan penyebab, mengehadkan masa yang ada untuk memberi amaran dan melindungi orang ramai (Parthipan, 2019).

Musim hujan di Malaysia berlangsung dari bulan Jun hingga Oktober setiap tahun. Hujan awal biasanya berlaku pada bulan Jun. Setiap tahun, hujan lebat bermula pada bulan Julai dan berlangsung hingga Oktober, November dan Disember adalah sebahagian daripada monsun timur laut. Kedua-dua alam sekitar dan nyawa hilang akibat daripada ini. Banjir disebabkan oleh hujan lebat, isu struktur, dan pelbagai pengaruh manusia. Banjir dipengaruhi oleh keadaan lembapan anteseden, rupa bumi, geologi, penggunaan tanah, dan jumlah serta jenis kerpasan.

Taman Sri Muda merupakan antara kawasan yang paling teruk dilanda banjir di Shah Alam semasa banjir Disember 2021 yang menyebabkan lebih 14,000 orang kehilangan tempat tinggal. Terdapat banyak kerosakan akibat bencana yang tidak bersedia ini. Dalam laporan khas mengenai kesan banjir, Jabatan Perangkaan berkata kerosakan pada aset dan infrastruktur awam menyebabkan kerugian sebanyak MYR 2 bilion (CHF 444.3 juta), diikuti oleh MYR 1.6 bilion (CHF 355.4 juta) dalam kerosakan kepada rumah.

Akibatnya, punca tiga bencana alam yang besar di Malaysia seperti ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Meramal Bencana Alam

Banjir	**Tanah Runtuh**	**Kebakaran Hutan**
Dalam keadaan banjir, amaran awal adalah apabila kelembapan tanah tinggi. Untuk amaran bencana yang akan berlaku, ia akan berlaku apabila penderia aras air mengesan air.	pada tanah runtuh, jika kelembapan tanah meningkat ia akan menjadi amaran awal, jika sudut kecondongan tinggi ia juga akan menjadi amaran awal. Di samping itu, amaran yang akan berlaku untuk tanah runtuh adalah apabila putaran kecondongan melebihi 50.	pada kebakaran hutan, jika kelembapan tanah adalah rendah ia akan menjadi amaran awal jika suhu meningkat ia akan menjadi amaran awal dan akhirnya jika sudut kecondongan melebihi 50 dan kelembapan tanah di bawah 50 maka ia bermakna kebakaran hutan akan berlaku.

2.2 Pengurusan Bencana Alam

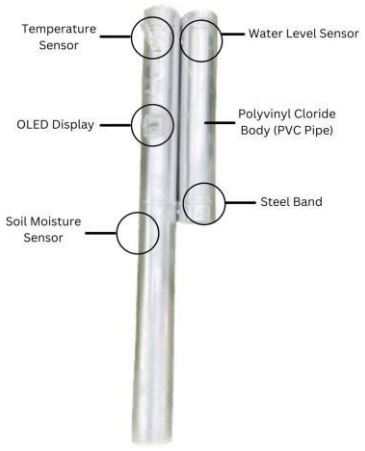
Dalam pengurusan bencana alam, sistem amaran banjir kilat boleh menjadi satu perisian bersepadu atau boleh juga termasuk perisian dan halaman web yang beroperasi dalam fasa yang berbeza. Walau bagaimanapun, ia harus memenuhi tiga fungsi asas: pemprosesan pantas data ramalan hujan, penyediaan pantas dan komunikasi mengenai kemungkinan lokasi bencana untuk orang yang prihatin dalam bentuk mesej. Pembangunan sistem amaran awal harus mengikut kedua-dua arahan teknologi dan aplikasi. Pada masa ini, model itu telah diuji dan diselaraskan untuk menghasilkan ramalan yang hampir dengan realiti.

Selain itu, menurut Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA), akibat Banjir Kilat Musim Monsun, hujan dengan ribut petir diramalkan di kebanyakan Semenanjung Tanah Melayu dan Pulau Borneo. Banjir yang melanda beberapa negeri Malaysia pada akhir Disember dan awal Januari mengakibatkan kerugian keseluruhan RM6.1 bilion (AS$1.46 bilion), kata Jabatan Perangkaan pada Jumaat (28 Jan). Dalam laporan khas mengenai kesan banjir di Malaysia pada 2021, Dr Mohd Uzidin Mahidin, ketua perangkaan, berkata kerugian itu bersamaan dengan 0.4 peratus daripada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) nominal negara. Dari segi kerugian keseluruhan mengikut kategori, aset dan infrastruktur awam berjumlah RM2 bilion, diikuti rumah (RM1.6 bilion), kenderaan (RM1.0 bilion), industri pembuatan (RM0.9 bilion), premis perniagaan (RM500 juta) dan industri pertanian (RM90.6 juta). Laporan itu juga menyebut Selangor merupakan negeri paling terjejas banjir, mencatatkan kerugian RM3.1 bilion, diikuti Pahang (RM 593.2 juta) dan Melaka (RM85.2 juta).

2.3 Status Semasa Pengurusan Bencana

Menurut Wan Fadilah (2015) Pengurusan bencana Malaysia terbahagi kepada dua iaitu pengurusan risiko (perlindungan) yang memfokuskan kepada (i) Pencegahan dan Mitigasi dan (ii) Kesediaan menggunakan Sistem Amaran Awal untuk menyebarkan kesedaran. Manakala pengurusan bencana kedua ialah pengurusan krisis (pemulihan) yang berlaku selepas sesuatu bencana berlaku yang memfokuskan kepada (i) tindak balas melalui misi Mencari dan Menyelamat, Pusat Bantuan dan tindak balas rawatan perubatan dan (ii) Pemulihan melalui pemulihan dan pembinaan semula.

3. METODOLOGI



Input	Process	Output
Soil Moisture	micro:bit	IoT:Bit
Water Level		OLED Display
Thermo meter		

Rajah 1. Prototaip FLaWES.

Berdasarkan Rajah 1 tersebut, iaitu prototaip yang telah dibina untuk FLaWES, untuk mengumpul keadaan alam semula jadi, kami menggunakan pelbagai sensor iaitu sensor kelembapan tanah, sensor paras air dan termometer sebagai input untuk mengumpul data. Selain daripada itu, mikrobit digunakan sebagai pemproses FLaWES. Sementara itu output akan menggunakan iot:bit untuk memuat naik data ke internet dan Paparan OLED mini juga akan menjadi output.

3.1 Proses Prototaip

Jadual 2. Fasa Operasi FLaWES

Phase	Material	
Data collecting	Temperature	Integrated Thermometer on the micro:bit
	Water Level	Water level sensor
	Soil Moisture	Soil moisture sensor
Data processing	Micro:bit	
Data transfer	IoT:bit	Upload data to the ThingSpeak IoT server
	Mini OLED Display	Display real-time data condition

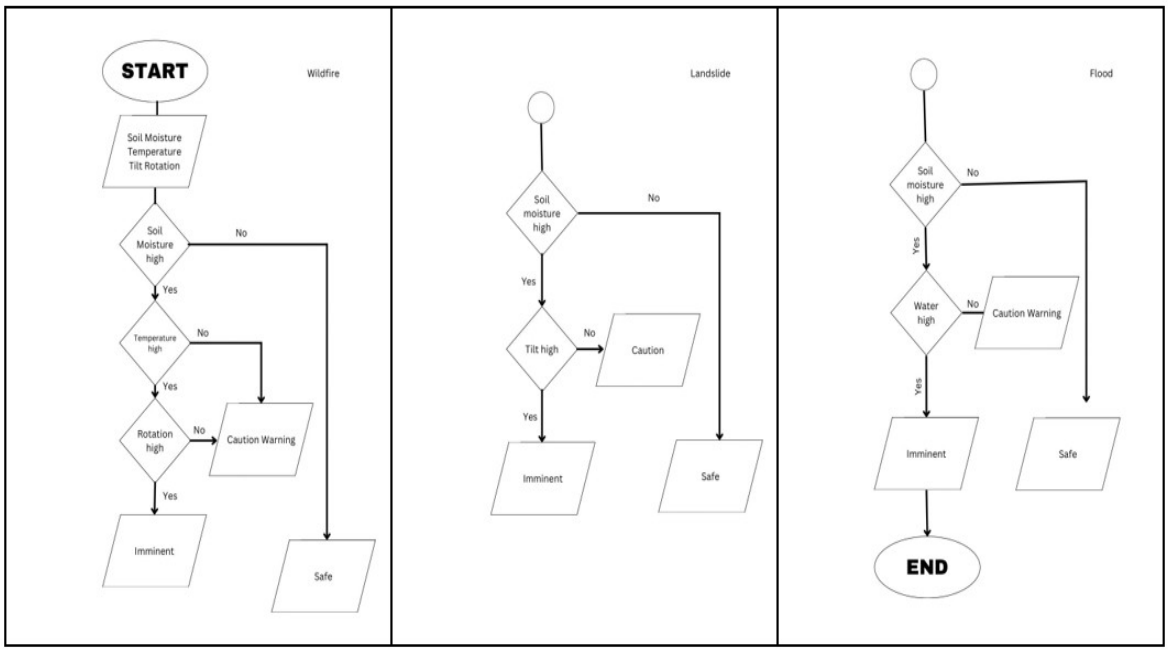
Metodologi FLaWES telah dibahagikan kepada tiga (3) fasa; (i) Pengumpulan Data, (ii) Pemprosesan Data dan (iii) Pemindahan Data. Pertama, fasa pengumpulan data FLaWES terdiri daripada termometer yang telah disepadukan di dalam mikro: bit, sensor paras air dan sensor kelembapan tanah.

Di samping itu, keseluruhan projek dikuasakan oleh mikro:bit, komputer kecil yang boleh diprogramkan dengan mudah. Komputer papan tunggal ini bertindak sebagai pemproses FLaWES semasa fasa pemprosesan data untuk memproses semua data yang dikumpul daripada penderia dan kemudian semasa fasa pemindahan Data ia akan menggunakan lampiran IoT:bit yang ditampilkan untuk membantu menghantar data ke Internet untuk dilihat oleh pengguna dalam talian.

Tambahan pula, projek ini turut menampilkan teknologi Internet of Things (IoT), data yang dikumpul dan diproses kemudiannya akan dimuat naik ke internet (ThinkSpeak Server) dengan menggunakan IoT:bit dan data tersebut juga akan dimuat naik pada paparan OLED mini semasa fasa pemindahan data.

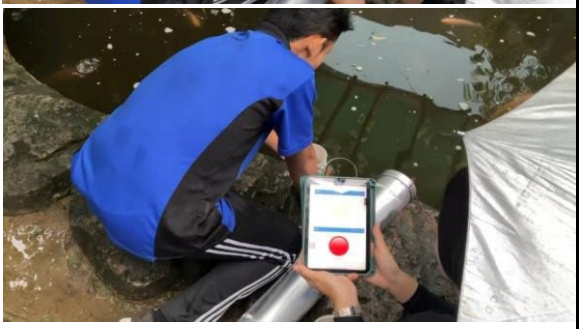
IoT atau Internet of Things ialah internet yang disambungkan kepada objek, tetapi terminalnya bukan lagi komputer, tetapi sistem komputer terbenam yang disepadukan dalam internet dan menyokong penderia dan penggerak.

Jadual 3. Komponen dan Proses FLaWES



3.2 Pengujian Prototaip

3.3.1 Ujian Banjir

<table>
<tr><td>Tujuan</td><td colspan="2">Untuk mengkaji bacaan dan pengesanan sensor berfungsi sebagai sistem amaran awal banjir</td></tr>
<tr><td>Hipotesis</td><td colspan="2">Kelembapan tanah tinggi
Paras air tinggi</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pemboleh Ubah</td><td>Manipulasi</td><td>Masa</td></tr>
<tr><td>Gerak Balas</td><td>Kelembapan tanah Paras air</td></tr>
<tr><td>Malar</td><td>Kedalaman kolam</td></tr>
<tr><td>Bahan</td><td colspan="2">Tiada</td></tr>
<tr><td>Prosedur</td><td colspan="2">1. Masukkan FLaWES kedalam air
2. Pantau data di Pelayan ThinkSpeak</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
 
 
  </td></tr>
</table>

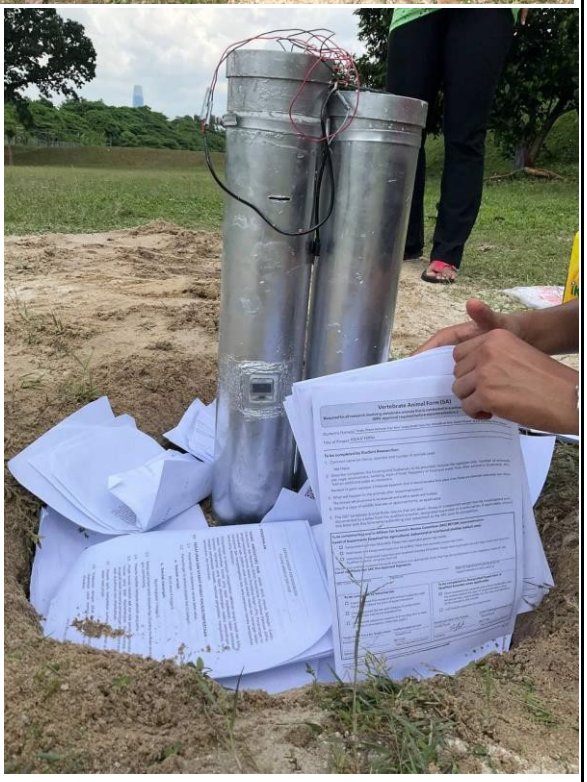
3.3.2 Ujian Tanah Runtuh

<table>
<tr><td>Tujuan</td><td colspan="2">Untuk mengkaji bacaan dan pengesanan sensor berfungsi sebagai sistem amaran awal tanah runtuh</td></tr>
<tr><td>Hipotesis</td><td colspan="2">Kelembapan tanah tinggi
Putaran kecondongan</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pemboleh Ubah</td><td>Manipulasi</td><td>Masa</td></tr>
<tr><td>Gerak Balas</td><td>Isipadu air</td></tr>
<tr><td>Malar</td><td>Kelembapan tanah Putaran kecondongan</td></tr>
<tr><td>Bahan</td><td colspan="2">Penyodok, Penyiraman air</td></tr>
<tr><td>Prosedur</td><td colspan="2">1. membuat satu kawah tanah
2. Letakkan FLaWES
3. Guna penyiraman air untuk simulasi hujan</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="2"> 
  </td></tr>
</table>

3.2.3 Ujian Kebakaran

<table>
<tr><td>Tujuan</td><td colspan="2">Untuk mengkaji bacaan dan pengesanan sensor berfungsi sebagai sistem amaran awal kebakaran hutan</td></tr>
<tr><td>Hipotesis</td><td colspan="2">Kelembapan tanah rendah
Suhu tinggi
Kecondongan berubah dari 0 darjah</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pemboleh Ubah</td><td>Manipulasi</td><td>Suhu</td></tr>
<tr><td>Gerak Balas</td><td>Kelembapan tanah Sudut kecondongan</td></tr>
<tr><td>Malar</td><td>Masa</td></tr>
<tr><td>Bahan</td><td colspan="2">Kertas, Pemetik Api, Pemadam Api, Laptop, Ipad</td></tr>
<tr><td>Prosedur</td><td colspan="2">1. Menggali lubang sedalam 2 kaki
2. Masukkan FLaWES kedalam lubang
3. Bakar kertas disekeliling FLaWES untuk simulasi kebakaran</td></tr>
</table>

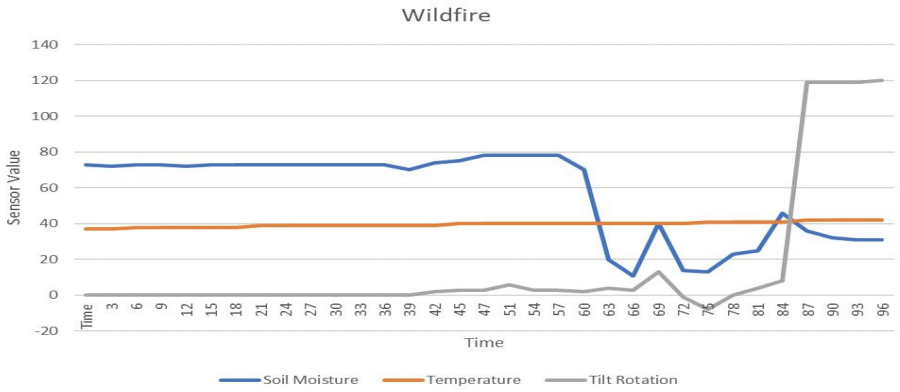





MOHON JANGAN
GANGGU PROTH
INI SEDANG
EKSPERIMEN

4. HASIL DAPATAN

4.1.1 Kebakaran Hutan



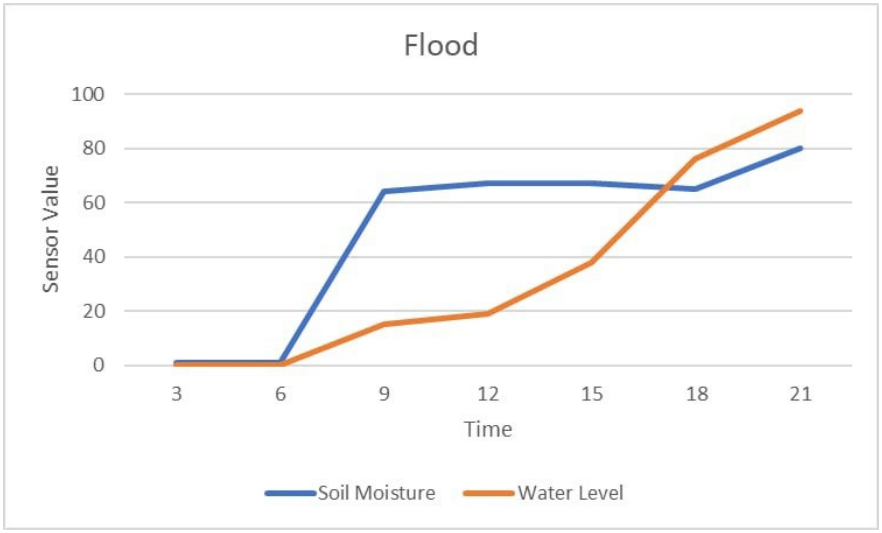
Rajah 2. Keputusan Ujikaji Kebakaran.

Berdasarkan rajah 2, data kuantitatif terkumpul daripada eksperimen 1 yang dijalankan untuk tempoh 96 Saat. Eksperimen ini dijalankan untuk membuktikan kelembapan tanah, suhu dan putaran kecondongan Teori hubungan FLaWES.

Terdapat tiga pembolehubah untuk eksperimen ini; (i) kelembapan tanah, (ii) suhu, (iii) putaran kecondongan. Percubaan bermula dengan memulakan kebakaran antara 3 hingga 30 saat. Bagi lembapan tanah, nilai penderia tertinggi direkodkan ialah 80 daripada 54 hingga 75 saat dan nilai penderia terendah bagi kelembapan tanah ialah 11 pada 69 saat. Kelembapan tanah turun daripada 70 pada 63 saat kepada 20 pada 66 saat. Penurunan mendadak ini menunjukkan bahawa lembapan tanah tersejat disebabkan oleh suhu api yang tinggi semasa eksperimen. Suhu bertakung kerana masa yang singkat untuk termometer membaca pembakaran. Manakala bagi putaran kecondongan nilai terendah ialah -1 manakala nilai putaran kecondongan tertinggi ialah 120. Kelembapan tanah dan putaran kecondongan adalah konsisten dari 0 hingga 36 saat kemudian mula mengalami perubahan selepas itu. Kelembapan tanah secara beransur-ansur turun dari 80 kepada 11 pada 60 hingga 66 saat disebabkan oleh penyejatan air dalam tanah. Selepas 30 saat, pembakaran telah pun bermula dan kita dapat melihat bahawa putaran kecondongan mula berubah dari 0 kepada 2 pada 42 saat dan terus berubah disebabkan oleh FLaWES kehilangan kestabilannya akibat kehilangan air dalam tanah yang mewujudkan liang dalam tanah dan menjadikannya kurang teguh. FLaWES tidak lama lagi bertukar daripada 8 pada 84 saat kepada 120 pada 87 saat yang menunjukkan bahawa FLaWES telah hilang keseimbangan sepenuhnya dan jatuh ke tanah. Oleh itu, ini menunjukkan bahawa kebakaran hutan akan berlaku pada ketika ini.

Rajah 2 menunjukkan bahawa pembakaran telah menyebabkan kelembapan tanah dan putaran kecondongan menjadi tidak konsisten yang boleh ditunjukkan sebagai amaran awal untuk kebakaran hutan. Penurunan kelembapan tanah yang tinggi menambah amaran awal untuk kebakaran hutan. Sementara itu, peningkatan putaran kecondongan yang tinggi boleh menjadi petunjuk bahawa kebakaran hutan akan berlaku.

4.1.2 Banjir



Rajah 3. Keputusan Ujian Banjir.

Rajah 3 menunjukkan data kuantitatif daripada eksperimen 2. Eksperimen ini dijalankan selama 21 saat dengan kolam untuk menunjukkan senario banjir. FLaWES dimasukkan ke dalam air perlahan-lahan. Nilai Kelembapan Tanah yang paling rendah ialah 0 pada 6 saat dan nilai kelembapan tanah tertinggi ialah 80 pada 21 saat. Manakala bagi paras air nilai terendahnya ialah 0 pada 6 saat dan nilai tertinggi ialah 94 pada 21 saat. Rajah 3 menunjukkan bahawa walaupun FLaWES mengalami senario banjir, kelembapan tanah akan meningkat seolah-olah banjir berlaku dan air melebihi keupayaan tanah untuk menyerapnya. Oleh itu, daripada Rajah 3 kita boleh membuat kesimpulan bahawa kenaikan lembapan tanah daripada 0 kepada 64 pada 9 saat boleh menjadi petunjuk untuk amaran Awal manakala apabila paras air melebihi nilai paras air pada 18 saat menunjukkan bahawa banjir akan berlaku.

4.1.3 Tanah Runtuh



Rajah 4. Keputusan Ujian Tanah Runtuh.

Rajah 4 menunjukkan data terkumpul daripada ujian slump untuk eksperimen tanah runtuh. Eksperimen ini dijalankan selama 63 saat. Eksperimen juga membuktikan hubungan kelembapan tanah dan putaran kecondongan FLaWES.

Nilai terendah bagi putaran kecondongan ialah 0 pada 0 hingga 15 saat dan nilai putaran kecondongan tertinggi ialah 120 pada 63 saat. Bagi kelembapan tanah, nilai terendah ialah 73 manakala 88 daripada 51 hingga 60 saat. Rajah 4 juga menunjukkan bahawa FLaWES mula kehilangan keseimbangannya pada 15 saat dan putaran kecondongan menjadi tidak konsisten. Selepas itu pada 39 saat eksperimen, kelembapan tanah mula mengalami perubahan dan perlahan-lahan meningkat daripada 70 kepada 82 pada 42 hingga 45 saat dan ia meningkat semula daripada 80 kepada 88 pada 51 saat hingga 60 saat. Akhir sekali, Rajah 4 juga menunjukkan bahawa putaran kecondongan meningkat secara beransur-ansur pada 60 saat sehingga 63 daripada 32 kepada 119. Ini menunjukkan bahawa tanah runtuh akan berlaku dan peningkatan putaran kecondongan yang tinggi adalah disebabkan oleh peranti jatuh ke tanah.

Daripada ini kita boleh membuat kesimpulan bahawa apabila kelembapan tanah dan putaran kecondongan mengalami perubahan sebagai contoh dari 15 hingga 42 saat boleh menjadi petunjuk untuk amaran berhati-hati pada tanah runtuh dan peningkatan mendadak putaran kecondongan sebagai contoh pada 60 saat boleh menjadi petunjuk bahawa tanah runtuh akan berlaku.

5. PENAMBAHBAIKAN

Daripada hasil dan perbincangan yang ditunjukkan dalam bab sebelumnya, FLaWES harus membuat penambahbaikan yang besar untuk menjadi lebih berguna pada masa hadapan. Sebagai sebahagian daripada cadangan, papan arduino uno akan menggantikan mikrobit. Untuk membuat perbandingan antara mikro:bit dan Arduino dari aspek perkakasan dan perisian, ambang untuk menggunakan perisian pengaturcaraan Arduino adalah lebih tinggi. Keupayaan sambungan perisian adalah lebih penting. Melalui pembangunan bertahun-tahun, di bawah kerja keras kedua-dua syarikat perkakasan terbuka dan peminat Arduino, ia telah mengumpul banyak fail perpustakaan. Dalam aspek sambungan perisian, Arduino jauh lebih baik daripada mikro:bit. Memandangkan FLaWES menggunakan banyak penderia, kita perlu mempunyai keupayaan perisian yang besar. Oleh itu, arduino akan memuat naik fail dengan baik dan saiz maksimum ialah 32256 bait. Selain itu, FLaWES akan ditukar kepada sistem wayarles sebagai bekalan kuasa. Dengan penggunaan tenaga boleh diperbaharui, FLaWES akan menyimpan bateri yang berterusan untuk memasang data di dalam hutan.



Rajah 5. Penambahbaikan FLaWES.

6. KESIMPULAN

Oleh itu, dengan aplikasi Internet of Things Technology (IoT) dan kemampuan yang dimiliki oleh FLaWES, ia dapat membantu masyarakat di seluruh dunia dalam menyediakan diri mereka untuk menghadapi bencana alam dan mengurangkan jumlah kematian dan kos kemusnahan. Akhirnya, projek ini juga memenuhi Matlamat Pembangunan Lestari Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (SDG) 15 Life on Land.

Menurut Jabatan Perangkaan dalam Laporan Khas Kesan Banjir di Malaysia 2021, kos kemusnahan akibat banjir pada tahun 2021 ialah RM 6.5 bilion (1,433,269,800 USD) namun, Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA) hanya mampu menyediakan RM26.9 Juta (5,931 USD) bagi membantu kerugian akibat tempahan. FLaWES dilengkapi dengan pelbagai jenis sensor untuk mengesan pelbagai jenis keadaan untuk menentukan sebarang bentuk bahaya. Penderia ini boleh menyediakan berbilang data di kawasan itu serentak dan boleh dirujuk silang untuk menentukan bahaya yang mungkin berlaku. Sebagai contoh, tanah kering dan suhu tinggi boleh menjadi tanda hakisan tanah yang boleh mengakibatkan kebakaran hutan. Contoh kedua ialah tanah yang basah dan paras air yang meningkat boleh menjadi tanda banjir. Apabila tanah basah akibat banjir atau hujan lebat juga boleh menyebabkan hakisan tanah yang kemudiannya akan meningkatkan peluang tanah runtuh berlaku. Apabila tanah runtuh berlaku ia mungkin jatuh ke bawah ke arah sungai atau pun kediaman. Kes ini akan merosakkan ekosistem sungai dengan teruk termasuk kehidupan di bawah air dan kematian yang tinggi. Selain itu, dengan aplikasi Internet of Things Technology ia menjadi peranti sumber terbuka yang boleh diakses oleh orang ramai untuk melihat keadaan semasa alam semula jadi. Akhir sekali, FLaWES ialah peranti canggih yang mampu dimiliki dan boleh dimiliki oleh sesiapa sahaja. Dengan memiliki peranti ini, ia membantu dalam usaha komuniti dan individu untuk menyesuaikan diri dengan bencana alam dengan memperoleh data bahaya masa nyata. Menurut Pertubuhan Pendidikan, Saintifik dan Kebudayaan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (UNESCO) Sistem amaran awal adalah komponen utama pengurangan risiko bencana. Mereka menghalang kehilangan nyawa, serta mengurangkan kesan ekonomi bahaya semula jadi. Meningkatkan ketersediaan sistem amaran awal berbilang bahaya dan maklumat risiko bencana adalah salah satu daripada tujuh sasaran global yang ditetapkan oleh Rangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana 2015-2030.

RUJUKAN

Abdul Rahman, H., & Mapjabil, J. (2017). (PDF) landslides disaster in Malaysia: An overview - researchgate. Landslides Disaster in Malaysia: an Overview. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/321096764_Landslides_Disaster_in_Malaysia_an_Overview

Aji Purnomo, F., Maulana Yoeseph, N., & Wijang Abisatya, G. (2019, February). Landslide early warning system based on Arduino with soil movement and humidity sensors. NASA/ADS. Retrieved November 29, 2022, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019JPhCS1153a2034A/abstract

Alfalqi, K. (2021). IoT-Based Disaster Detection Model Using Social Networks and Machine Learning. Retrieved November 29, 2022, from https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp

Alkhatib, A. (2014). A Review on Forest Fire Detection Techniques. Retrieved November 29, 2022, from https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2014/597368

Asli, Y. H. (2022, January 28). Kos Kerugian Banjir 2021 mencecah RM6.1 Bilion - Dosm. Utusan Malaysia. Retrieved November 29, 2022, from https://www.utusan.com.my/ekonomi/2022/01/kos-kerugian-banjir-2021-mencecahrm6-1-bilion-dosm/

Balch, J. K., Bradley, B. A., Abatzoglou, J. T., Nagy, R. C., Fusco, E. J., & Mahood, A. L. (2017, March 14). Human-started wildfires expand the fire niche across the United States. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Retrieved November 29, 2022, from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5358354/

Barmpoutis, P., Papaioannou, P., Dimitropoulos, K., & Grammalidis, N. (2020, November 11). A review on early forest fire detection systems using optical remote sensing. MDPI. Retrieved November 29, 2022, from https://www.mdpi.com/14248220/20/22/6442/htm

Bhardwaj, G. S., Metha, M., Ahmed, M. Y., & Islam Chowdhury, M. A. (2014). Landslide monitoring by using sensor and Wireless Technique: A Review. International Journal of Geomatics and Geosciences . Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/265057741_Landslide_monitoring_by_using_sensor_and_wireless_technique_a_review

Bhatta, N. P., & N, D. T. (2017, January). A review on environmental sensors used for landslide prediction and ... A Review on Environmental Sensors Used For Landslide Prediction And Detection. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Thangadurai-Natarajan-2/publication/318672104_A_Review_on_Environmental_Sensors_Used_For_Landslide_Prediction_And_Detection/links/5976e907458515e26d25c608/A-Review-onEnvironmental-Sensors-Used-For-Landslide-Prediction-And-Detection.pdf?origin=publication_detail

Chaulya, S., & Mandal, R. (2015, October 25). Real-time monitoring system for landslide prediction using wireless sensor networks. Academia.edu. Retrieved November 29, 2022, from https://www.academia.edu/10024615/Real_Time_Monitoring_System_for_landslide_Prediction_Using_Wireless_Sensor_Networks

Dai a, F. C., Lee, C. F., & Ngai, Y. Y. (2002). Landslide risk assessment and management: An overview. Landslide risk assessment and management: an overview. Retrieved November 29, 2022, from https://assetpdf.scinapse.io/prod/2134955829/2134955829.pdf

Damm, B., & Gerold, G. (2012, January). Analysis of landslide activity and soil moisture in hillslope sediments ... Analysis of Landslide Activity and Soil Moisture in Hillslope Sediments Using Landslide Database and Soil Water Balance Model. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/260310610_Analysis_of_Landslide_Activity_and_Soil_Moisture_in_Hillslope_Sediments_Using_Landslide_Database_and_Soil_Water_Balance_Model

Das, K., Majumdar, S., Moulik, S., & Fujita, M. (2009). Real-time threshold-based landslide prediction system for ... - IEEE xplore. IEEE Xplore . Retrieved November 29, 2022, from https://ieeexplore.ieee.org/document/9258181

Dixon, N., Smith, A., & Pietz, M. (2022, August 24). A community-operated landslide early warning approach: Myanmar case study - geoenvironmental disasters. SpringerOpen. Retrieved November 29, 2022, from https://geoenvironmentaldisasters.springeropen.com/articles/10.1186/s40677-022-00220-7

Fadilah, W. (2019). APEC emergency preparedness. APEC. Retrieved November 29, 2022, from https://www.apec-epwg.org/

Guzzetti, F., Luigi Gariano, S., Peruccacci, S., & Brunetti, M. T. (2020). Geographical landslide early warning systems - researchgate. ELSEVIER. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Stefano-LuigiGariano/publication/336860611_Geographical_landslide_early_warning_sys

tems/link s/5dd4ecf1a6fdcc37897a6ca9/Geographical-landslide-early-warningsystems.pdf?origin=publication_detail

Hadiana, A. I. (2020). IoT-based Disaster Management: A Case of Technological Mitigation in Indonesia. Detroit 2020. Retrieved November 29, 2022, from http://ieomsociety.org/detroit2020/

Joshi, A., Grover, J., Prasanna Kanungo, D., & Kumar Panigrahi, R. (2019, December 30). Real-time landslide monitoring, detection and early warning system for Tangni landslide. SSRN. Retrieved November 29, 2022, from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3511001

Joshi, K. K., & Us, I. (2016, December 13). Review on landslide detection by using Wireless Sensors & GSM. Academia.edu. Retrieved November 29, 2022, from https://www.academia.edu/30429901/REVIEW_ON_LANDSLIDE_DETECTION_BY_USING_WIRELESS_SENSORS_and_GSM

K. Balch, J., Bradley, B. A., Abatzoglou, J. T., Nagy, R. C., Fusco, E. J., & Mahood, A. L. (2017, February 27). Flood basics. NOAA National Severe Storms Laboratory. Retrieved November 29, 2022, from https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/

Khan, R., Yousaf, S., Haseeb, A., & Uddin, M. I. (2021, March 10). Exploring a design of landslide monitoring system. Complexity. Retrieved November 29, 2022, from https://www.hindawi.com/journals/complexity/2021/5552417/

Keote, D. R. S. (2017). EARLY DETECTION AND PREVENTION SYSTEM FOR FOREST FIRE. IJRSP Inc. Retrieved November 29, 2022, from https://www.ijsrp.org/monograph/EARLY-DETECTION-AND-PREVENTIONSYSTEM-FOR-FOREST-FIRE-read.php

Parthipan, V. (2019, February). Preventing and Monitoring of Framework for Forest Fire Detection and Data Analysis Using Internet of Things (IoT). International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). Retrieved November 29, 2022, from https://www.ijeat.org/

Patel, A., Kumar, A., Singh, S., Rani, R., & Usmani, M. H. (2022, July 13). IOT based early flood detection and avoidance. SSRN. Retrieved November 29, 2022, from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4159183

Peranić, J., Čeh, N., & Arbanas, Ž. (2022, September 27). The use of soil moisture and pore-water pressure sensors for the interpretation of landslide behavior in smallscale physical models. MDPI. Retrieved November 29, 2022, from https://www.mdpi.com/1424-8220/22/19/7337

Pillai, V. (2022, August 21). Taman sri muda flooded again, delayed water outflow to blame. Focus Malaysia. Retrieved November 29, 2022, from https://focusmalaysia.my/taman-sri-muda-flooded-again-delayed-water-outflow-toblame/

Ritchie, H., & Roser, M. (2014, June 3). Natural disasters. Our World in Data. Retrieved November 29, 2022, from https://ourworldindata.org/natural-disasters

S.Kanwara, V., & b, N. B. (2021, March 11). Design and development of realtime landslide early warning system through low cost soil and rainfall sensors. Materials Today: Proceedings. Retrieved November 29, 2022, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321015765#:~:text=The%20landslide%20Early%20Warning%20System,are%20more%20frequent%20and%20consistent.

Samsuddin, M. S. (2014, January 1). Developement of wireless sensor network for landslide early warning system. UTP Electronic and Digital Intellectual Asset. Retrieved November 29, 2022, from https://utpedia.utp.edu.my/13488/

Shukla, S. K., Chaulya, S. K., Mandal, R., Kumar, B., Ranjan, P., Mishra, P. K., Prasad, G. M., & Dutta, S. (2014, December). Real-time monitoring system for landslide prediction using wireless ... International Journal of Modern Communication Technologies & Research (IJMCTR). Retrieved November 29, 2022, from https://media.neliti.com/media/publications/265744-real-time-monitoring-system-forlandslid-732e1321.pdf

Stanley, M. (2016). Wildfires. National Geographic Society. Retrieved November 29, 2022, from https://education.nationalgeographic.org/resource/wildfires/

Tengtrairat, N., Woo, W. L., Parathai, P., Aryupong, C., Jitsangiam, P., & Rinchumphu, D. (2021, July 5). Automated landslide-risk prediction using web GIS and machine learning models. MDPI. Retrieved November 29, 2022, from https://www.mdpi.com/1424-8220/21/13/4620

Thiebes, B. (2012). Landslide analysis and Early Warning Systems. SpringerLink. Retrieved November 29, 2022, from https://link.springer.com/book/10.1007/978-3642-27526-5

Van, H. T. (2022, January 27). Early flood warning system. Encyclopedia. Retrieved November 29, 2022, from https://encyclopedia.pub/283

Venkataraman, P. (2015). Forest Fire Detection using Temperature Sensors Powered by Tree and Auto Alarming using GSM. Research Gate. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/273573781_Forest_Fire_Detection_using_Temperature_Sensors_Powered_by_Tree_and_Auto_Alarming_using_GSM

Wicki, A., Lehmann, P., Hauck, C., Seneviratne, S. I., Waldner, P., & Stähli, M. (2020, April 15). Assessing the potential of soil moisture measurements for regional landslide early warning - landslides. SpringerLink. Retrieved November 29, 2022, from https://link.springer.com/article/10.1007/s10346-020-01400-y

Wicki, A., Lehmann, P., Hauck, C., Seneviratne, S. I., Waldner, P., & Stähli, M. (2020, April 15). Assessing the potential of soil moisture measurements for regional landslide early warning - landslides. SpringerLink. Retrieved November 29, 2022, from https://link.springer.com/article/10.1007/s10346-020-01400-y

Xu, J., Wang, Z., Shen, F., & Quyang, C. (2016). Redirecting. Retrieved November 29, 2022, from https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.04.001

Ya'acob, N., Tajudin, N., & Azize, A. M. (2019, March 3). Rainfall-landslide early warning system (RLEWS) using TRMM ... Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/332139333_Rainfall-landslide_early_warning_system_RLEWS_using_TRMM_precipitation_estimates

Yuliza, E., & M, M. M. (2016). Study of soil moisture sensor for landslide early warning system ... IOP Publishing. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/308536027_Study_of_soil_moisture_sensor_for_landslide_early_warning_system_Experiment_in_laboratory_scale

Yuliza, E., Habil, H., & rijal, K. (2016). Study of soil moisture sensor for landslide early warning system ... IOP Publishing. Retrieved November 29, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/308536027_Study_of_soil_moisture_sensor_for_landslide_early_warning_system_Experiment_in_laboratory_scale

Yuliza, E., Habil, H., Munir, M. M., Irsyam, M., & Abdullah, M. (1970, January 1). Study of soil moisture sensor for landslide early warning system: Experiment in laboratory scale. CyberLeninka. Retrieved November 29, 2022, from https://cyberleninka.org/article/n/731704

Zhuo, L., Dai, Q., Han, D., Chen, N., Zhao, B., & Berti, M. (2019, January 1). Evaluation of remotely sensed soil moisture for landslide hazard assessment. White Rose Research Online. Retrieved November 29, 2022, from https://eprints.whiterose.ac.uk/153254/

A Sustainable Innovation for Enhanced Natural Dye Extraction and Dyeing

Nor Laili-Azua Jamari*, Noor Aisyah Ahmad Shah, Puteri Umairah Fazil, Fadlin Farhana Fa'dzli Ikhwan, Luna Mohamad Nazarudin, Muhammad Danish Iqram Mohamad Saufi

Jabatan Kimia dan Biologi, Pusat Asasi Pertahanan, Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, Kem Sungai Besi, 57000 Kuala Lumpur, Malaysia

*azua@upnm.edu.my

ABSTRACT

The global textile industry is a major contributor to water pollution due to its reliance on toxic synthetic dyes. While natural dyes offer an eco-friendly alternative, conventional heat-based extraction methods degrade heat-sensitive pigments, consume high energy, and yield inconsistent dye particle sizes, leading to uneven coloration. This study aims to develop and investigate a high-efficiency, sustainable system for natural dye extraction and textile dyeing, specifically evaluating a technological approach against traditional methods. Using turmeric as the natural dye source, the extraction process involved four main techniques. The proposed innovation combined freeze-drying, homogenization, and sonication and was compared against the traditional direct boiling method. Findings revealed that the proposed technique drastically reduced the mean particle size to 1252.29 nm compared to the traditional technique (4853.75 nm), ensuring highly uniform dispersion. Furthermore, UV-Vis spectrophotometry demonstrated that proposed technique achieved the highest colour absorbance peak, far surpassing the traditional method. A visual assessment survey confirmed a 100% user preference for cotton fabrics dyed using the proposed technique due to superior brightness and evenness. In conclusion, the integration of freeze-drying, homogenization, and sonication resolves the traditional bottlenecks of natural dyes, significantly improving colour intensity and particle uniformity. This eco-friendly innovation eliminates the need for toxic heavy-metal mordants, minimizes energy consumption, and holds immense commercial potential for sustainable textile coloration towards a zero-carbon footprint.

Keywords: natural dye, freeze-dry, homogenation, sonication

1. INTRODUCTION

The global textile industry is one of the largest contributors to environmental pollution, primarily due to the widespread use of toxic, non-biodegradable, and carcinogenic synthetic dyes (Srivastava & Singh, 2019; Rubio et al., 2025). The processing of textiles demands massive water resources—for instance, producing a single T-shirt requires approximately 250 gallons of water—and discharges hazardous chemicals and pollutants into waterways (Sayem et al., 2021). While natural dyes, such as turmeric, present a highly desirable, renewable, and eco-friendly alternative that can even offer functional benefits

like UV protection, less allergic and antimicrobial properties (Sayem et al., 2021), however commercial adoption of natural dye is hindered by major limitations in conventional extraction and dyeing processes.

Traditional heat-based extraction methods, such as prolonged aqueous boiling, are often inefficient, consume significant time and energy, and yield inconsistent dye quality. Crucially, the excessive heat used in traditional boiling degrades thermolabile bio-active pigments, resulting in duller color shades and diminished color yields (Kalyani and Rafeekher, 2025; Yadav et al., 2025). To address these historical bottlenecks, recent advancements have shifted toward modern, non-conventional extraction techniques such as ultrasound-assisted extraction (UAE) and microwave-assisted extraction (MAE), which enhance extraction efficiency, preserve heat-sensitive compounds, and significantly reduce environmental impacts (Kalyani and Rafeekher, 2025; Yadav et al., 2025). Aligning with these modern advancements, this project aims to develop and investigate a high-efficiency, sustainable system for natural dye extraction and textile dyeing. The study systematically evaluates the effects of different extraction techniques on color intensity, particle size, and overall dyeing quality on cotton satin sheets. By integrating a combination of physical treatments—specifically freeze-drying (lyophilization) to protect pigments from thermal degradation, high-shear homogenization to reduce particle size, and sonication to induce acoustic cavitation for deeper dye penetration into fiber pores—this study demonstrates how upgraded natural dye processes can overcome traditional limitations and drive the textile industry toward sustainable, eco-friendly coloration.

2. METHODOLOGY

This study compared conventional extraction against the proposed advanced extraction technique using turmeric as a natural dye source. The turmeric used in this study was purchased from a local market. Approximately 19 g of turmeric was weighed and washed thoroughly to remove impurities, followed by the extraction techniques shown in Table 1. Deionised water (Millipore, France, 18.2 MΩ) was used throughout the study.

Table 1. Different techniques used for extraction of natural dye from turmeric

Technique	Details
A	Turmeric was blended with 400 mL water, followed by boiling for 30 minutes.
B	Turmeric was blended with 400 mL of water and boiled for 30 minutes, followed by homogenization and sonication for 5 minutes.
C	Turmeric was stored in a freezer at -80°C for 24 hours, followed by lyophilization (freeze-drying) for 48 hours. The sample was then blended and sieved prior to boiling for 30 minutes.
D (Proposed technique)	Turmeric was stored at -80°C for 24 hours and freeze-dried for 48 hours. Subsequently, the sample was blended, sieved, and boiled for 30 minutes, followed by homogenization and sonication for 5 minutes.

After extraction, the solution was subjected to analysis using UV-Vis spectrophotometry (3600i Plus, Shimadzu, Japan) to determine the colour absorbance and dynamic light

scattering (DLS) (Lifesizer 500, Anton Paar, Austria) for particle size analysis. Finally, cotton satin sheets (4 x 4 cm) were soaked in the extracted turmeric solution for 15 minutes for the dyeing process. A visual assessment survey was conducted with 10 respondents to evaluate user preferences regarding dyeing quality. Additionally, commercial turmeric powder was used as a control to compare its particle size and dyeing quality against the other techniques. The preparation of the dye solution from commercial turmeric powder followed the traditional extraction technique.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Particle Size

The extraction techniques drastically influenced the particle size of the natural dyes. Dynamic Light Scattering (DLS) analysis demonstrated that turmeric extracted from technique D (proposed technique) successfully reduced the mean particle size to 1252.3 nm. This is significantly smaller compared to the turmeric from other techniques (Table 2). Most notably, the traditional technique (A) recorded a mean size of 4853.75 nm, and standard commercial turmeric powder measured 14,206.29 nm. The reduction to nano- and micro-sizes via homogenization ensures highly uniform dispersion in the solvent. As shown in Table 2, the standard deviation of the particle size quite high. This may be due to the agglomeration from the particle size.

Table 2. Particle size of turmeric from different extraction techniques using DLS analysis

Technique	Average Hydrodynamic diameter (nm)	Standard deviation (nm)
A	4853.75	545.62
B	1802.84	1002.65
C	1388.86	333.94
D (proposed technique)	1252.29	395.03
Commercial turmeric powder	14206.29	3788.46

3.2 Colour Intensity

UV-Vis spectrophotometry was utilized to evaluate the colour intensity of the bio-active yellow pigment extracted from the turmeric. Based on Figure 1, the proposed technique (D) achieved the highest absorbance peak, recording approximately 2.5 at a 425 nm wavelength. In contrast, the traditional extraction method (A) was left far behind, recording an absorbance of only around 1.2. This proves that the proposed technique successfully avoids pigment degradation and maximizes colour yield.

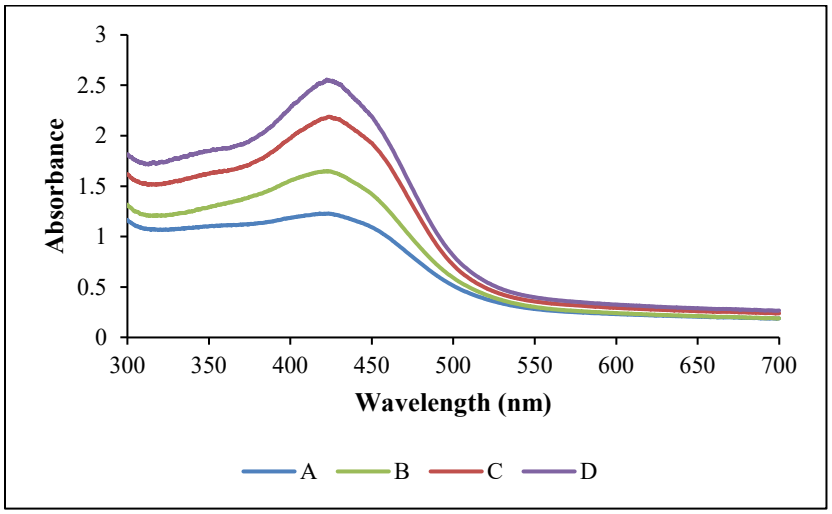


Figure 1. Colour intensity of turmeric extracted from different techniques.

3.3 Dyeing Quality on Fabric

Figure 2 shows the cotton satin sheets dyed with turmeric from different extraction techniques. A visual assessment survey involving 10 respondents yielded a 100% preference (10 out of 10) for the cotton satin sheets dyed using the technique D. The respondents conclusively determined that the proposed technique provides the best overall brightness and evenness compared to traditional method. Traditional extraction method produces large, inconsistent dye particles that exhibit poor affinity for textile fibres, leading to poor dispersion and uneven coloration. In contrast, the efficacy of the proposed technique lies in the combination of three mechanisms. Freeze-drying (lyophilization) is utilized to preserve the heat-sensitive chemical structure of turmeric from thermal degradation (Silva-Espinoza et al, 2019), creating a highly porous powder that increases surface area and enhances solubility. High-shear homogenization breaks down the dye particles into micro- or nano-sizes (Cano-Sarmiento et al., 2015). These smaller particles improve dye adherence to fabrics, thereby ensuring uniform dispersion (Yadav et al., 2025). Finally, sonication-assisted creates acoustic cavitation, which causes tiny bubbles to form and collapse, enhancing dye diffusion deep into fibre pores without the need for excessive heat or harsh chemical mordants (Repon et al., 2024; Kalyani & Rafeekher, 2025).

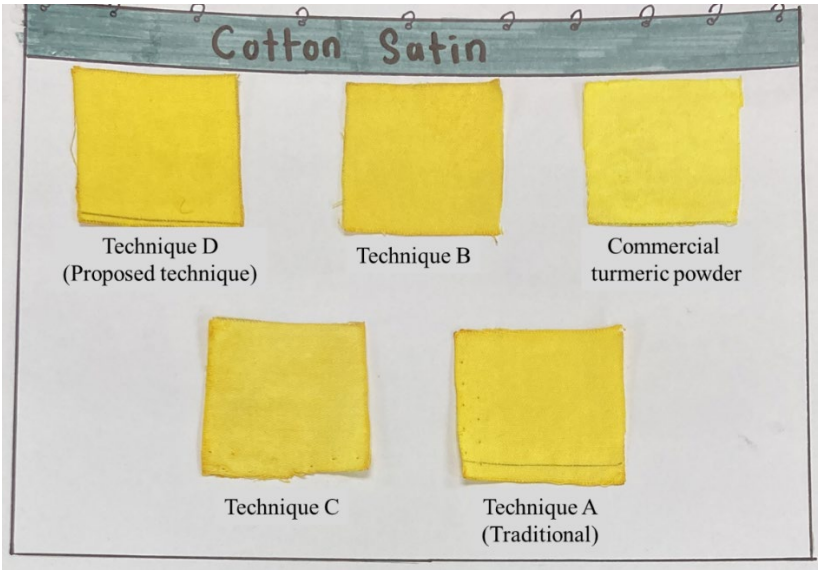


Figure 2. Cotton satin sheets dyed with turmeric from different extraction techniques.

4. CONCLUSION

Preliminary evidence successfully demonstrates that the combination of freeze-drying, homogenization, and sonication (proposed technique) is the most effective method for natural dye extraction and textile coloration. It resolves the historical bottlenecks of natural dyes by significantly improving colour intensity, particle uniformity, and dyeing quality. Furthermore, this project heavily aligns with Sustainable Development Goals (SDG) by offering a greener pathway for the textile industry. It promotes an eco-friendly sourcing cycle with a lower carbon footprint, speeds up dye penetration to maximize energy efficiency, and eliminates the need for toxic heavy-metal mordants. As a result, the textiles produced are hypoallergenic and safe, offering high potential for sustainable commercialization globally. To ensure the long-term success and scalability of the proposed technique, future research should prioritize standardized wash and light fastness testing to validate industrial durability, alongside expanding the protocol to other natural dye. From a commercial perspective, this innovation offers a high-value-added opportunity by transforming low-cost raw materials into premium, nano-scale dye powders which projected to provide high return of investment (ROI).

ACKNOWLEDGEMENT

Research facilities were provided by Universiti Pertahanan Nasional Malaysia.

REFERENCES

Cano-Sarmiento, C., Alamilla-Beltrán, L., Azuara-Nieto, E., Hernández-Sánchez, H., Téllez-Medina, D. I., Jiménez-Martínez, C., & Gutiérrez-López, G. F. (2015). High shear methods to produce nano-sized food related to dispersed systems. *In Food nanoscience and nanotechnology* (pp. 145-161). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13596-0_8

Hassan, M. M., & Bhagvandas, M. (2017). Sustainable low liquor ratio dyeing of wool with acid dyes: Effect of auxiliaries on agglomeration of dye molecules in a dyebath and dyeing uniformity. *Journal of cleaner production, 152*, 464-473. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.139

Kalyani, T. G., & Rafeekher, M. (2025). A comprehensive review on extraction techniques for natural dyes from flowers. *International Journal of Advanced Biochemistry Research, 9*, 403-407. https://doi.org/10.33545/26174693.2025.v9.i2f.3808

Repon, M. R., Dev, B., Rahman, M. A., Jurkonienė, S., Haji, A., Alim, M. A., & Kumpikaitė, E. (2024). Textile dyeing using natural mordants and dyes: a review. *Environmental Chemistry Letters, 22*(3), 1473-1520. https://doi.org/10.1007/s10311-024-01716-4

Rubio, F. T. V., Maciel, G. M., Bortolini, D. G., Fernandes, I. D. A. A., Pedro, A. C., Ribeiro, I. S., Favaro-Trindade, C. S., Peralta, R. M. & Haminiuk, C. W. I. (2025). Artificial dyes: Health risks, environmental concerns, and the rise of natural alternatives. *Trends in Food Science & Technology, 162*, 105085. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105085

Sayem, A.N.M., Ahmed, F., Saha, P., & Talukder, B. (2021). A review on natural dyes: Raw materials, extraction process, and their properties. *Advance Research Textile Engineering, 6*(1), 1062.

Silva-Espinoza, M. A., Ayed, C., Foster, T., Camacho, M. D. M., & Martínez-Navarrete, N. (2019). The impact of freeze-drying conditions on the physico-chemical properties and bioactive compounds of a freeze-dried orange puree. *Foods, 9*(1), 32. https://doi.org/10.3390/foods9010032

Srivastava, R., & Singh, N. (2019). Importance of natural dye over synthetic dye: A critical. *International Journal of Home Science, 5*(2), 148-150.

Yadav, S., Prajapati, H. C., Sonkar, S. P., Nigam, R. S., Chandravanshi, R., & Gupta, C. (2025). Innovations in natural dye production: bridging tradition and modern technology. *Frontiers in Plant Science, 16*, 1568094. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1568094

Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS)

*Habibah Usop @ Yusoff, Muhammad Mukhlis Kamil, Muhammad Ikhwan Hakim, Haikal Nazhan, Muhammad Aiman Fawwaz, Syafi Azhad,

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang, Malaysia

*habibahyusoff@iium.edu.my

ABSTRACT

Conventional irrigation systems that rely on manual operation or fixed scheduling are inefficient and often lead to water wastage and inconsistent plant growth. Soil moisture–based irrigation systems improve efficiency; however, they encounter limitations in outdoor environments, particularly during rainfall, where sensors may inaccurately trigger irrigation despite sufficient environmental moisture. This study introduces the Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS), an automated irrigation solution integrating a capacitive soil moisture sensor with a rain detection module. The main objective is to enhance water efficiency, reduce wastage, and support sustainable agricultural practices. This project is devised to optimize irrigation efficiency by ensuring that watering occurs only when necessary while preventing operation during rainfall. The system operates by activating a water pump when the soil is dry and no rain is detected, while overriding irrigation when rainfall is present. The methodology involves system design using Arduino-based components, circuit integration, and testing under four different environmental conditions over 20 cycles. The results show that the system achieved 90% accuracy, with 18 successful cycles and 10% of failure where 2 minor errors were due to sensor fluctuations. IMTIS demonstrates improved water conservation, reduced manual labor, and enhanced plant health. The system also presents strong commercial potential due to its low-cost, scalable design suitable for farmers and home gardening applications.

Keywords: Intelligent Irrigation, Soil Moisture Sensor, Rain Detection, Water Conservation, Smart Farming.

1. INTRODUCTION

Efficient water management is a critical challenge in modern agriculture, particularly for small-scale farmers. Conventional irrigation systems, which rely on manual operation or fixed timers, often result in excessive water usage and inconsistent plant growth. These systems do not adapt to real-time environmental conditions, leading to overwatering or underwatering.

Recent advancements in smart irrigation systems have introduced soil moisture sensors to automate watering based on soil conditions. However, these systems still face limitations,

especially in outdoor environments during rainfall. In some cases, soil surfaces remain dry even when rainfall provides sufficient environmental moisture, causing activation of irrigation systems.

To address these challenges, this study proposes the Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS). The system integrates both soil moisture sensing and rain detection to provide a more accurate and responsive irrigation solution. The main objective is to enhance water efficiency, reduce wastage, and support sustainable agricultural practices.

2. METHODOLOGY

The IMTIS system was developed using affordable and commercially available components, including an Arduino microcontroller, a capacitive soil moisture sensor, and a rain detection module as shown in **Figure 1**.

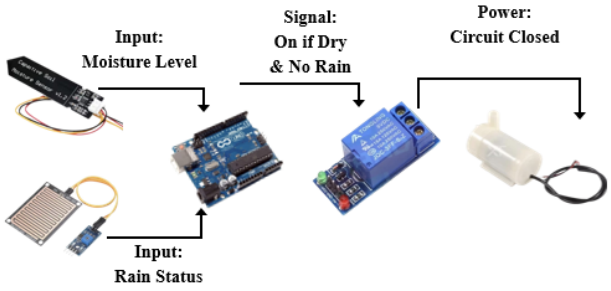
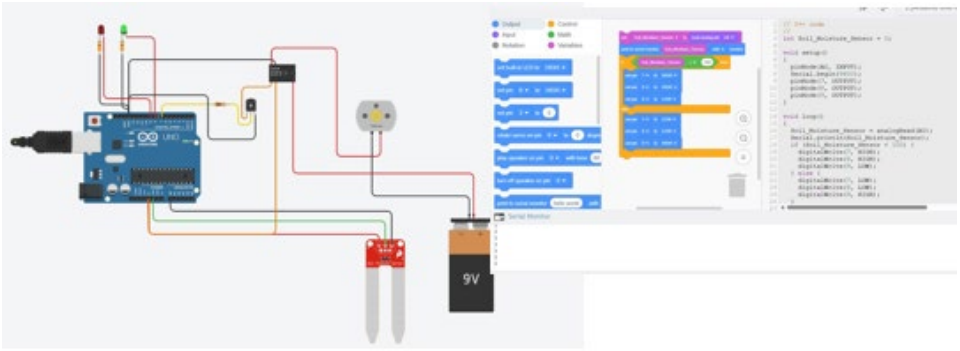


Figure 1. Operational flow of the IMTIS System.



(a) (b)

Figure 2. (a) Circuit diagram and (b) coding of IMTIS system.

The system operates based on two primary inputs: soil moisture level and rain status. The logic of the system ensures that the pump activates only when the soil is dry and no rain is detected and remains off in all other conditions as shown in **Figure 2**.

The experimental setup involved testing the system under four different conditions: dry soil with no rain, dry soil with rain, wet soil with no rain, and wet soil with rain. Each set of four conditions was repeated for a total of 20 test cycles as shown in **Table 1**. The system performance was evaluated based on whether the pump operated as expected.

Table 1. Expected Pump Operation Under Different Soil and Rain Sensor Conditions

EXPECTED PUMP OUTPUT	SOIL SENSOR	RAIN SENSOR
on	dry	no rain
off	dry	rain
off	wet	no rain
off	wet	rain

3. RESULTS AND DISCUSSION

The IMTIS system demonstrated strong performance during testing. Out of 20 test cycles, 18 cycles were successful, resulting in an overall accuracy of 90%, while 2 cycles showed minor deviations due to sensor fluctuations as shown in **Figure 3**.

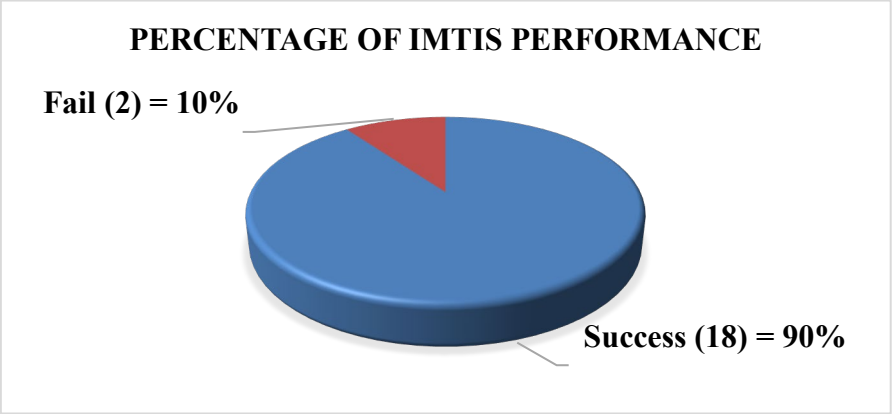


Figure 3. IMTIS System Performance Based on 20 Test Cycles

The results confirm that the system effectively activates the pump only, when necessary, specifically when the soil is dry and no rainfall is detected. The inclusion of the rain sensor significantly improves system reliability by preventing unnecessary irrigation during rainfall.

This dual-sensor approach addresses the limitations of conventional systems and enhances efficiency. Additionally, the system contributes to water conservation and supports healthier plant growth by maintaining optimal soil moisture levels.

4. CONCLUSION

The Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS) successfully improves irrigation efficiency by integrating soil moisture sensing with rain detection. The system reduces water wastage, minimizes manual intervention, and enhances plant health.

With a success rate of 90%, IMTIS demonstrates reliability and practical applicability. Its low-cost and scalable design makes it suitable for small-scale farmers and home gardening. Future improvements may include sensor refinement and IoT integration for remote monitoring.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their sincere gratitude to the Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia (IIUM), for providing the essential resources and academic support required to develop the Intelligent Moisture Triggered Irrigation System (IMTIS). We are also deeply appreciative of the guidance provided by our lecturers and the collective dedication of all team members throughout the technical design and testing phases. Finally, we thank the organizers of PITRAM 2026 for the opportunity to present this innovation aimed at advancing sustainable agricultural practices.

REFERENCES

Ganesan, S., Senthil Kumar, J., Balasubramanian, K., & Sigamani, T. K. (2021). Design and development of an automated irrigation system using Arduino and soil moisture sensor. *Journal of Physics: Conference Series, 1911*(1), 012015. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1911/1/012015

Kansara, K., Zaveri, V., Shah, S., Delwadika, S., & Jani, K. (2015). Sensor based automated irrigation system with IOT: A technical review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies, 6*(6), 5331-5333.

Obaid, T., Rashed, H., El-Abiad, M., Ali, M., & Abu-Khaizaran, M. (2012). ZigBee based smart irrigation system. *International Journal of Computer Theory and Engineering, 4*(4), 609-612. https://doi.org/10.7763/IJCTE.2012.V4.541

Rawal, S. (2017). IOT based smart irrigation system. *International Journal of Computer Applications, 159*(8), 7-11. https://doi.org/10.5120/ijca2017913001

Arduino. (2024). *Arduino Uno Rev3 hardware documentation*. https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3

i-MagArctic: An Intelligent Thermoelectric Cooling System with Anti-Condensation Control for Smartphones

Samsur Nongkang, Azijul Soidon, Muhammad Daniel Haiqal Rostam, Jasnie

Politeknik Sandakan Sabah, Education Hub, Batu 10 Sg.Batang, 90000 Sandakan, Sabah, Malaysia

*samsur@pss.edu.my

ABSTRACT

The increasing use of smartphones for high-intensity applications such as mobile gaming has resulted in significant thermal management challenges, affecting device performance and reliability. This project introduces i-MagArctic, an intelligent cooling system that integrates thermoelectric technology with liquid cooling and incorporates an anti-condensation mechanism based on dew point control. The system was evaluated through a 20-minute experimental test, with temperature data recorded at two-minute intervals. The analysis focused on key parameters including peak temperature, average temperature, heating rate, thermal stability, and cooling efficiency. The results indicate that i-MagArctic successfully reduced the smartphone peak temperature from 44°C to 35.9°C and the battery temperature from 41°C to 32.3°C. Additionally, the heating rate was significantly reduced, and temperature stability improved based on lower standard deviation values. The system achieved a cooling efficiency of 18.41% for the smartphone and 21.2% for the battery. Overall, i-MagArctic demonstrates strong effectiveness in managing smartphone thermal performance and shows high potential for commercialization as a mobile gaming accessory.

Keywords: i-MagArctic, thermoelectric cooling, smartphone, anti-condensation, thermal management

1. INTRODUCTION

In recent years, the demand for high-performance smartphone applications, particularly mobile gaming, has increased significantly. However, prolonged usage under intensive workloads leads to excessive heat generation, which negatively impacts device performance and user experience.

1.1 Scope of the Project

This project focuses on the development of i-MagArctic, an intelligent thermoelectric cooling system designed to regulate smartphone temperature during high-intensity usage. The system integrates thermoelectric cooling, liquid cooling, and anti-condensation control to enhance thermal performance.

1.2 Problem Statement

- Smartphones experience overheating during prolonged gaming sessions.
- Thermal throttling reduces device performance.
- Existing cooling solutions are insufficient and lack condensation control.

1.3 Objectives

- To design and develop a hybrid thermoelectric cooling system.
- To implement an intelligent temperature control mechanism with anti-condensation.
- To evaluate the effectiveness of the system through experimental analysis.

2. METHODOLOGY

The development of i-MagArctic follows a structured process involving system design, implementation, and experimental validation.

2.1 System Design

- **Hardware Design**: Peltier Module, ESP32-C3 Super Mini microcontroller, Water pump, Fan for radiator & Circuit board, Radiator, Ambient & Humidity Sensor (DH11), Thermistor Sensor (NTC), MOSFET, DC-DC Buck Converter Module.
- **Software Design**: Arduino IDE programming, Android Studio Apps for data monitoring, Temperature-based control logic and PWM regulation.

2.1 Implementation

- Assemble of cooling components and integration with control system.
- Programming of ESP32 for real-time temperature monitoring

2.2 Experimental Testing

- A 20-minute mobile gaming session was conducted.
- Temperature data recorded every 2 minutes.
- Comparison between:
    - Without i-MagArctic system
    - With i-MagArctic system

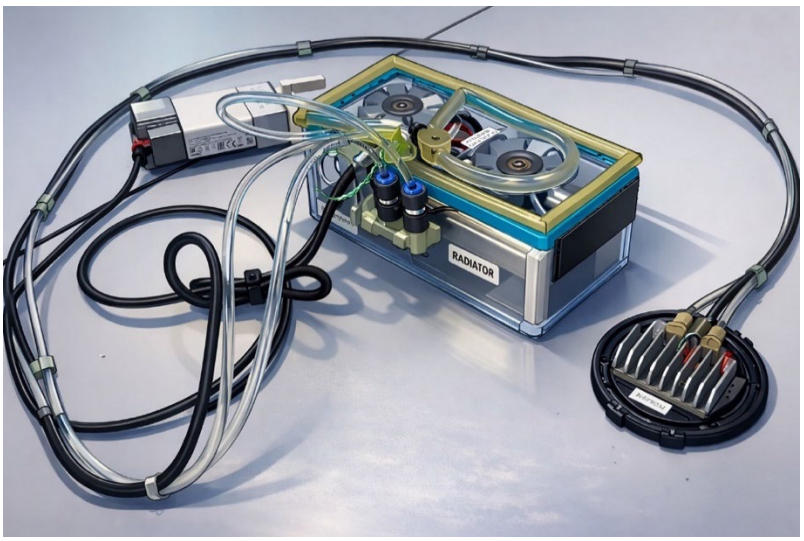


Figure 1. Final Product

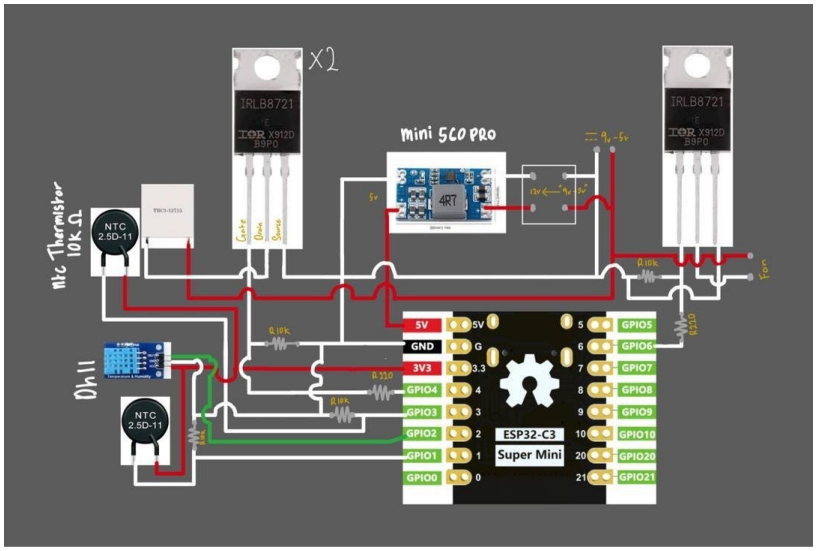


Figure 2. Circuit Diagram

3. RESULTS AND DISCUSSION

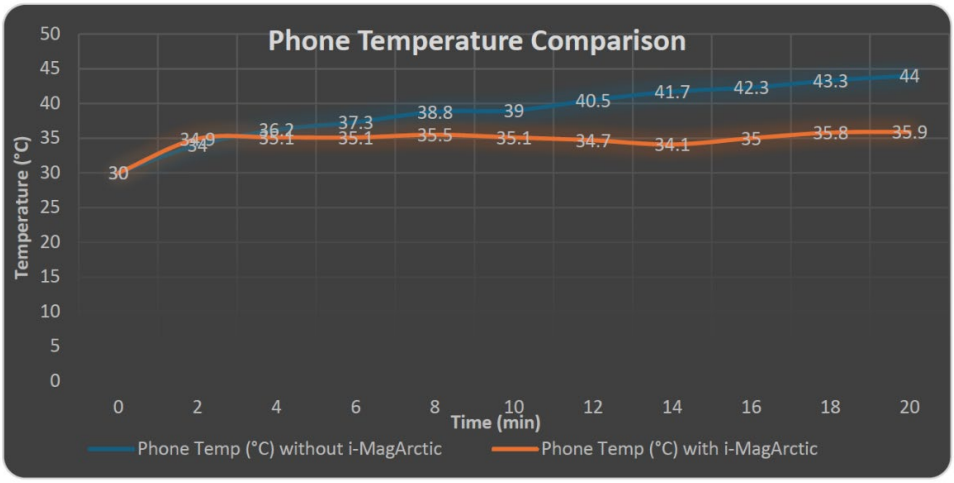


Figure 3. Smartphone Temperature Comparison with and without i-MagArctic

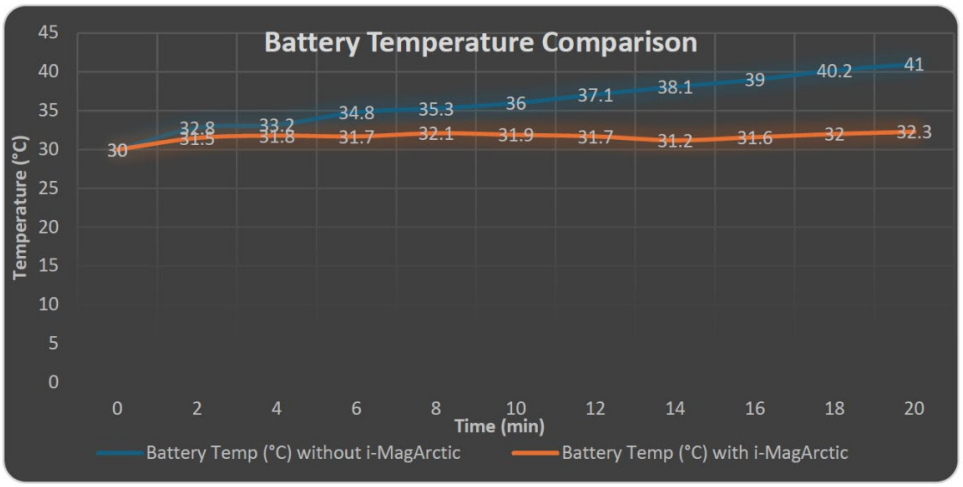


Figure 4. Battery Temperature Comparison with and without i-MagArctic

3.1 Finding

The experimental results are illustrated in Figure 3 and Figure 4, which present the temperature comparison of the smartphone surface and battery, respectively, under conditions with and without the i-MagArctic cooling system. As shown in **Figure 3**, the smartphone temperature without cooling increased steadily from 30°C to a peak of 44°C over the 20-minute period. In contrast, with the implementation of i-MagArctic, the temperature remained relatively stable, fluctuating within a narrow range and reaching a significantly lower peak of 35.9°C. This demonstrates the system's capability to effectively suppress excessive heat build-up during prolonged usage. Similarly, **Figure 4** shows the battery temperature trend. Without the cooling system, the battery temperature rose continuously from 30°C to 41°C. However, when i-MagArctic was applied, the temperature increase was minimal and stabilized around 32.3°C. This indicates that the cooling system provides strong thermal protection not only at the surface level but also for internal components. In addition, both figures reveal a clear reduction in the rate of temperature increase when the cooling system is activated. The smoother and more consistent temperature profiles further indicate improved thermal stability, with reduced fluctuations throughout the experiment. Overall, the graphical results confirm that i-MagArctic significantly enhances thermal management performance by lowering peak temperatures, reducing heating rates, and maintaining stable operating conditions during high-intensity smartphone usage.

4. CONCLUSION AND POTENTIAL COMMERCIAL

In conclusion, i-MagArctic successfully addresses the limitations of conventional smartphone cooling methods by providing an efficient, stable, and intelligent thermal management solution. The integration of thermoelectric cooling, liquid cooling, and anti-condensation control ensures both performance enhancement and operational safety. From a commercial perspective, the system has strong potential as a portable cooling accessory for mobile gaming users. Its compact design, effectiveness, and scalability make it suitable for mass production and market adoption.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to Politeknik Sandakan Sabah for providing continuous support, facilities, and a conducive environment throughout the development of the i-MagArctic project. The encouragement and guidance from the academic staff have been instrumental in ensuring the successful completion of this innovation.

The authors also wish to acknowledge the contributions of all team members involved in the design, development, and testing phases of the system. Their commitment, collaboration, and technical efforts have played a significant role in achieving the project objectives. Special thanks are extended to individuals who provided technical insights and assistance during the experimental validation process.

REFERENCES

Chen, G. (2019). *Fundamentals of thermoelectric energy conversion*. CRC Press.

Pop, E., Sinha, S., & Goodson, K. E. (2006). Heat generation and transport in nanometer-scale transistors. *Proceedings of the IEEE*, 94(8), 1587–1601.

Riffat, S. B., & Ma, X. (2003). Thermoelectric applications: A review of current developments. *Applied Thermal Engineering*, 23(8), 913–935.

Snyder, G. J., & Toberer, E. S. (2008). Complex thermoelectric materials. *Nature Materials*, 7(2), 105–114.

Zhang, X., Liu, Y., & Wang, L. (2020). Advances in thermal management for mobile electronic devices. *Journal of Electronics Cooling*, 15(2), 45–52.

SYVO (Sign & Voice)

Nur Arifah Izyani Bolhassan, Bibi Neelam Wirdani Nizam, Muhammad Rifdi Asyraf Pandi, Micah Edden Masbon[1] , Mu'aawiyah Azami, Noor Azie Azura Mohd Arif

Pusat Pengajian Pra Universiti, Universiti Malaysia Sarawak, 94300 Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia[1]

*manaazura@unimas.my

ABSTRAK

Komunikasi merupakan hak asasi manusia yang penting, namun golongan pekak dan bisu masih berdepan kekangan besar dalam interaksi harian serta peluang pekerjaan akibat halangan bahasa dan kekurangan teknologi komunikasi yang sesuai. Masalah ini menyebabkan salah faham, pengasingan sosial dan menjejaskan keselamatan mereka dalam situasi tertentu. Sehubungan itu, projek ini membangunkan SYVO, sebuah peranti inovatif yang berfungsi sebagai penterjemah bahasa isyarat kepada teks secara masa nyata bagi merapatkan jurang komunikasi antara komuniti pekak-bisu dan masyarakat umum. Objektif utama projek ini adalah untuk meningkatkan keberkesanan komunikasi, memperluas kebolehcapaian, serta menyediakan ciri keselamatan tambahan kepada pengguna. Metodologi pembangunan melibatkan integrasi penderia fleksi, mikropengawal, dan sistem pemprosesan data untuk mengenal pasti pergerakan tangan. Proses sistem merangkumi input melalui penderia , pengecaman isyarat, penukaran kepada teks, dan penghantaran maklumat ke telefon pintar untuk paparan. Selain itu, SYVO turut dilengkapi dengan mod kecemasan SOS dan fungsi luar talian bagi memastikan kebolehgunaan dalam pelbagai situasi. Dapatan kajian menunjukkan bahawa SYVO mampu menterjemah bahasa isyarat asas dengan baik secara masa nyata serta meningkatkan kejelasan komunikasi. Inovasi ini berpotensi mengurangkan jurang sosial, meningkatkan keselamatan, dan membuka lebih banyak peluang pekerjaan kepada golongan pekak-bisu. Kesimpulannya, SYVO mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai teknologi kebolehcapaian yang mampu milik dan praktikal, seterusnya menyumbang kepada masyarakat yang lebih inklusif.

Kata Kunci: Komunikasi Pekak-Bisu, Bahasa Isyarat, Inovasi Sosial, Teknologi Kebolehcapaian, Mod Kecemasan SOS

1. PENGENALAN

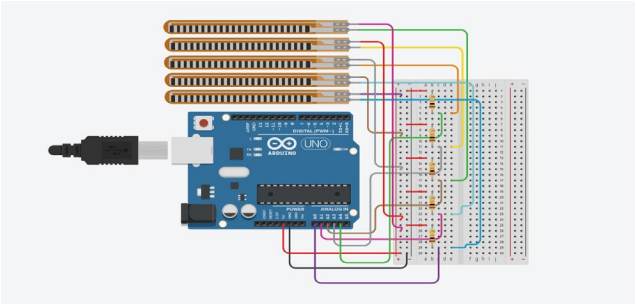
Komunikasi merupakan elemen asas dalam kehidupan manusia yang membolehkan penyampaian maklumat, emosi dan keperluan secara berkesan. Namun, golongan pekak dan bisu masih menghadapi cabaran besar dalam berinteraksi dengan masyarakat umum disebabkan oleh halangan bahasa dan kekurangan teknologi sokongan yang praktikal. Situasi ini sering menyebabkan salah faham, pengasingan sosial serta menjejaskan keselamatan mereka dalam keadaan kecemasan. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa teknologi seperti sistem pengecaman bahasa isyarat dan peranti boleh pakai berpotensi membantu mengatasi masalah ini, namun kebanyakannya masih terhad dari segi kebolehgunaan harian, kos, dan keupayaan beroperasi tanpa sambungan internet. (Frederic Lardinois, 2012, July 9)

Sehubungan itu, projek ini bertujuan membangunkan SYVO, sebuah peranti inovatif yang mampu menterjemah bahasa isyarat kepada teks secara masa nyata bagi merapatkan jurang

komunikasi antara golongan pekak-bisu dan masyarakat. Objektif utama projek ini adalah untuk meningkatkan keberkesanan komunikasi, menyediakan ciri keselamatan melalui mod kecemasan, serta memastikan kebolehcapaian yang lebih luas termasuk penggunaan secara luar talian. Dari segi kaedah, pembangunan SYVO melibatkan penggunaan penderia fleksi untuk mengesan pergerakan jari yang kemudiannya diproses oleh mikropengawal dan diterjemahkan kepada teks sebelum dipaparkan pada telefon pintar. Secara keseluruhannya, hasil awal menunjukkan bahawa sistem ini berupaya mengenal pasti bahasa isyarat asas dengan baik serta meningkatkan kejelasan komunikasi dalam situasi harian. (Cassandra Khaw, 2012, July 15)

2. METODOLOGI

Tahap pertama dalam pembangunan produk SYVO ialah peringkat perancangan yang merupakan asas kepada keseluruhan projek. Pada peringkat ini, masalah utama dikenal pasti iaitu kesukaran berkomunikasi bagi individu yang menggunakan bahasa isyarat dengan masyarakat umum. Berdasarkan masalah tersebut, objektif projek ditetapkan iaitu membangunkan sebuah sarung tangan pintar dan aplikasi yang mampu menukarkan pergerakan bahasa isyarat kepada bentuk yang lebih mudah difahami seperti teks dan audio. Tahap kedua merupakan fasa pembangunan di mana semua perancangan yang telah dibuat diterjemahkan kepada bentuk fizikal dan sistem sebenar. Pada peringkat ini, komponen utama seperti penderia fleksi, Arduino Uno, modul Bluetooth HC-05, perintang dan wayar disambungkan untuk membentuk satu litar lengkap (Rajah 1). Penderia fleksi berfungsi mengesan perubahan sudut apabila jari dibengkokkan, dan perubahan ini akan ditukarkan kepada nilai voltan melalui litar pembahagi voltan. (Saraswat, R. 2021, May 25)



Rajah 1. Litar lengkap SYVO

Selain fungsi asas penukaran bahasa isyarat, sistem SYVO juga dibangunkan dengan mod aplikasi dan mod kecemasan SOS.Mod aplikasi membolehkan data yang diterima daripada penderia diproses untuk dipaparkan sebagai teks yang lebih mudah difahami oleh pengguna, manakala mod kecemasan SOS berfungsi sebagai ciri keselamatan di mana jika pengguna menekan butang SOS yang terdapat di dalam aplikasi, lokasi pengguna akan dihantar ke nombor telefon yang telah diisi sebagai nombor hubungan kecemasan menandakan amaran kecemasan sekaligus lokasi pengguna.

Tahap ketiga ialah proses pengujian dan penilaian bagi memastikan produk SYVO berfungsi seperti yang dirancang. Pada peringkat ini, beberapa siri ujian dijalankan untuk menguji kepekaan penderia fleksi terhadap pergerakan jari serta ketepatan bacaan yang dihasilkan. Setiap pergerakan diuji berulang kali bagi memastikan konsistensi data yang diperoleh. Proses kalibrasi turut dilakukan untuk menentukan julat minimum dan maksimum bacaan bagi setiap sensor. Kalibrasi ini penting bagi meningkatkan ketepatan sistem dalam mentafsir pergerakan tangan kepada output yang betul. Sebarang ralat atau ketidaktepatan yang dikenal pasti akan direkodkan dan dianalisis.

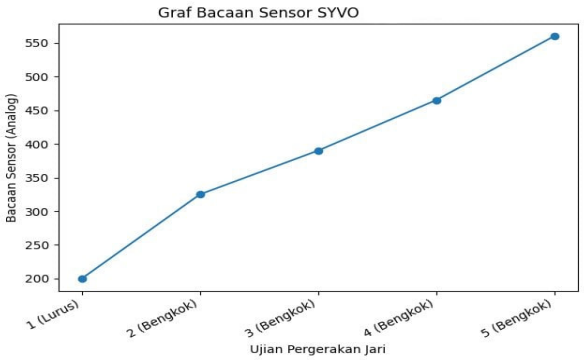
3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan ujian yang dilakukan, sensor fleksi menunjukkan tindak balas yang berbeza mengikut tahap pembengkokan jari. Perubahan rintangan yang dikesan telah berjaya ditukar kepada nilai voltan dan seterusnya diproses oleh Arduino untuk menghasilkan output yang telah diprogramkan. Ini menunjukkan bahawa konsep asas sistem iaitu penukaran isyarat fizikal kepada isyarat digital adalah berjaya dilaksanakan. Selain itu, fungsi tambahan seperti mod aplikasi komunikasi dan mod SOS kecemasan juga menunjukkan hasil yang positif. Mod aplikasi membolehkan isyarat tertentu dipadankan dengan mesej yang telah ditetapkan, manakala mod SOS berjaya mencetuskan isyarat kecemasan apabila kombinasi jari tertentu dilakukan.

Daripada hasil dapatan yang diperoleh, dapat dirumuskan bahawa projek SYVO berpotensi tinggi dalam membantu golongan yang menggunakan bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan lebih mudah. Penggunaan sensor fleksi terbukti berkesan dalam mengesan pergerakan jari walaupun terdapat sedikit variasi bacaan semasa ujian dijalankan.

3.1 Nilai dan Imej

Berdasarkan Rajah 2 dan Jadual 1, dapat dilihat bahawa setiap pergerakan jari menghasilkan julat bacaan analog yang berbeza. Perbezaan ini membolehkan sistem SYVO membezakan setiap isyarat yang dilakukan oleh pengguna dengan lebih jelas. Selain itu, mod SOS berjaya diaktifkan apabila semua jari dibengkokkan sepenuhnya, menunjukkan bahawa sistem mampu mengenal pasti isyarat kecemasan dengan tepat. Walau bagaimanapun, terdapat sedikit variasi bacaan pada keadaan jari separa bengkok yang memerlukan proses kalibrasi lebih teliti bagi meningkatkan ketepatan sistem.



Rajah 2. Graf Ujian Pergerakan Jari SYVO

3.2 Jadual

Jadual 1. Keputusan Ujian Data Sensor

Ujian	Pergerakan Jari	Bacaan Sensor	Output sistem	Keputusan
1	Jari lurus	190-220	Mesej A	Berjaya
2	Bengkok jari telunjuk	300-350	Mesej B	Berjaya
3	Bengkok jari tengah	360-420	Mesej C	Berjaya
4	Bengkok jari manis	430-500	Mesej D	Berjaya
5	Semua jari separa bengkok	520-600	Mesej E	Berjaya
6	Jari genggam	650-750	Mesej F	Berjaya
7	Pergerakan rawak	Tidak stabil	Tiada output	Berjaya

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, pembangunan sistem SYVO berjaya mencapai objektif utama kajian iaitu menterjemah bahasa isyarat kepada teks secara masa nyata menggunakan gabungan sensor fleksi, mikropengawal Arduino Uno dan modul Bluetooth HC-05. Penemuan utama menunjukkan bahawa sistem ini mampu mengenal pasti isyarat asas dengan ketepatan yang memuaskan dalam persekitaran terkawal serta menghantar data ke peranti mudah alih dengan kadar kelewatan yang rendah. Penggunaan Bluetooth HC-05 juga membolehkan komunikasi tanpa wayar yang stabil dalam jarak dekat, seterusnya meningkatkan kebolehgunaan sistem dalam situasi harian. SYVO bukan sahaja berfungsi sebagai alat komunikasi alternatif, tetapi juga sebagai inovasi yang berpotensi memberi impak sosial yang besar dalam membina masyarakat yang lebih inklusif dan berhubung serta boleh dikembangkan sebagai produk komersial yang menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) , SDG 10 (Mengurangkan Ketidaksamaan) dan SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur). (United Nations, 2026, Februari 22)

RUJUKAN

EnableTalk. (2012, July 9). *EnableTalk gloves translate sign language into speech*. TechCrunch. https://techcrunch.com/2012/07/09/enable-talk-imagine-cup/

Saraswat, R. (2021, May 25). *Sign glove*. Hackster.io. https://www.hackster.io/rushilsaraswat/sign-glove-add90e

Desmond, B. (2012, July 10). *EnableTalk translates sign language into speech, gives new meaning to talking with your hands*. PCWorld. https://www.pcworld.com/article/459874/enabletalk_translates_sign_language_into_speech_gives_new_meaning_to_talking_with_your_hands.html

Saraswat, R. (n.d.). *Sign glove*. Arduino Project Hub. https://projecthub.arduino.cc/rushilsaraswat/sign-glove-780325

University of Washington. (2016, February 24). *SignAloud gloves translate sign language into speech*. https://www.washington.edu/news/2016/02/24/uw-engineering-students-create-signaloud-gloves-to-translate-sign-language/

United Nations. (n.d.). *The Sustainable Development Goals*. https://sdgs.un.org/goals

Colorsense: See Freshness, Eat Safely

Abang Izz Fawwaz Abg Abdul Raini, Ahmad Nidhal Abqari Al Idris, Nur A'isy Erfany Mohammad Fairus Fazly, Muhammad Taufiq Wafiy Tajul Arifin, Nur Qashrina Kamilah Hamsi & Siti Rubaini Mat

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia (USIM), 71800 Bandar Baru Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia

*sitirubaini@usim.edu.my

ABSTRAK

Colorsense: See Freshness, Eat Safely dibangunkan bagi mengatasi masalah pembaziran makanan dan risiko keracunan makanan akibat ketidakpastian tahap kesegaran, terutamanya dalam kalangan pengguna domestik dan peniaga kecil. Objektif inovasi ini adalah untuk membangunkan sensor pengesanan awal kerosakan makanan melalui perubahan pH yang disebabkan oleh penghasilan gas ammonia semasa pereputan mikrobiologi. Inovasi ini juga bertujuan untuk memodifikasikan sensor kerosakan makanan yang sensitif terhadap perubahan pH melalui pengesanan gas ammonia yang terhasil semasa proses pereputan protein. Pelekat makanan ini menggunakan *bromothymol blue* (BTB) sebagai indikator pH yang diinkapsulasi dalam ruang berlapis polietilena (PE) yang separa telap (*semi-permeable*), membolehkan gas meresap masuk tanpa sentuhan langsung antara bahan kimia dan makanan. Perubahan warna daripada hijau (neutral) kepada biru (alkali) memberikan petunjuk visual yang jelas terhadap tahap kesegaran makanan. Ujian terhadap sampel ayam mentah pada suhu bilik menunjukkan perubahan warna yang konsisten dengan peningkatan nilai pH serta bau pereputan selepas 48–72 jam. Ketepatan pengesanan awal direkodkan melebihi 80% berbanding pemerhatian konvensional. Inovasi ini membantu mengurangkan pembaziran makanan sejajar dengan Matlamat Pembangunan Lestari (SDG 12), menyokong usaha keselamatan makanan (SDG 2), serta melindungi Kesihatan awam (SDG 3). Kos penghasilan prototaip juga adalah rendah dan berpotensi dihasilkan secara besar-besaran sebagai pelekat pintar sekali guna. Inovasi ini menawarkan nilai tambah kepada industri pembungkusan makanan melalui peningkatan keselamatan dan pengurangan pembaziran.

Kata kunci: sensor, perubahan pH, pereputan protein

1. PENGENALAN

Dalam usaha mengatasi masalah keracunan makanan terutama makanan mengandungi daging, inovasi *Colorsense: See Freshness, Eat Safely* diperkenalkan sebagai satu alternatif inovatif. Isu ini sering berpunca daripada kesukaran pengguna dalam menentukan tahap kesegaran makanan dengan tepat, terutamanya bagi pengguna di rumah dan peniaga kecil yang tidak mempunyai alat pengesanan khusus. Oleh itu, pembangunan satu kaedah yang mudah digunakan, selamat dan efektif adalah penting bagi membantu pengguna menilai keadaan makanan sebelum ia dimakan atau dipasarkan.

Sehubungan itu, objektif utama inovasi ini adalah untuk membangunkan satu sistem sensor pengesanan awal kerosakan makanan yang berasaskan perubahan nilai pH. Perubahan ini berlaku akibat penghasilan gas ammonia semasa proses pereputan mikrobiologi, terutamanya dalam makanan berprotein. Dengan memanfaatkan prinsip ini, sensor yang dibangunkan

mampu mengesan perubahan kimia yang berlaku dalam makanan secara tidak langsung, sekali gus memberikan petunjuk awal tentang tahap kesegaran makanan tersebut.

Kajian terdahulu menunjukkan bahawa teknologi pembungkusan pintar (*intelligent packaging*) semakin mendapat perhatian dalam bidang keselamatan makanan, khususnya melalui penggunaan indikator sensitif pH. Sistem ini berfungsi dengan mengesan perubahan kimia yang berlaku akibat aktiviti mikroorganisma dalam makanan. Semasa proses pereputan, sebatian gas seperti ammonia, trimetilamina dan karbon dioksida akan terhasil, yang seterusnya mengubah nilai pH persekitaran makanan. Perubahan ini boleh diterjemahkan kepada perubahan warna menggunakan indikator tertentu, sekali gus membolehkan pengguna menilai tahap kesegaran makanan secara visual dan masa nyata (Dan Fei Lie et al 2022).

Selain itu, beberapa kajian telah membuktikan keberkesanan penggunaan *bromothymol blue* (BTB) sebagai indikator pH dalam sensor makanan. Sebagai contoh, kajian oleh penyelidik dalam bidang kimia makanan menunjukkan bahawa BTB mampu memberikan perubahan warna yang jelas apabila terdedah kepada gas ammonia yang dihasilkan semasa pereputan makanan berprotein. Sensor berasaskan hidrogel yang mengandungi BTB didapati sensitif terhadap kepekatan ammonia yang rendah serta menunjukkan perubahan warna yang ketara dalam tempoh yang singkat, menjadikannya sesuai untuk aplikasi pengesanan awal kerosakan makanan (Mirim Ham et al 2022). Malah, penggunaan BTB dalam sistem indikator juga telah diaplikasikan dalam pemantauan kesegaran daging seperti ayam dan daging kisar, dengan perubahan warna yang berkorelasi dengan peningkatan pH dan tahap kerosakan makanan (Sutthira Sutthasupa et al 2021).

Di samping itu, pendekatan menggunakan bahan pembungkus separa telap bagi mengelakkan sentuhan langsung antara indikator dan makanan turut disokong dalam kajian lepas. Sensor gas yang diinkapsulasi dalam matriks polimer atau filem pembungkusan membolehkan pengesanan secara tidak invasif melalui resapan gas pereputan ke dalam sensor (Yeonjeong Ha 2025. Kaedah ini bukan sahaja meningkatkan keselamatan makanan, malah mengekalkan integriti bahan kimia yang digunakan dalam indikator. Oleh itu, pendekatan yang digunakan dalam inovasi *Colorsense* adalah selari dengan perkembangan semasa dalam teknologi sensor makanan yang menekankan ciri keselamatan, sensitiviti tinggi dan kemudahan penggunaan

Bagi merealisasikan inovasi ini, pelekat makanan yang dihasilkan menggunakan *bromothymol blue* (BTB) sebagai indikator pH yang sensitif terhadap perubahan persekitaran. Indikator ini diinkapsulasi dalam struktur berlapis polietilena (PE) yang bersifat separa telap, membolehkan gas ammonia meresap masuk tanpa bersentuhan secara langsung dengan makanan. Apabila berlaku perubahan pH, warna indikator akan berubah daripada hijau (neutral) kepada biru (alkali), memberikan isyarat visual yang jelas dan mudah difahami oleh pengguna tentang tahap kesegaran makanan. Pengguna dapat mengesan kesegaran produk daging dengan hanya meneliti warna pelekat *Colorsense* pada bahan mentah produk makanan tersebut. Sensor kolorimetrik berkepekatan tinggi ini sensitif, dan mampu mengesan sisa gas ammonia sebagai penunjuk degradasi protein dalam persekitaran makanan sejuk beku.

2. METODOLOGI

Metodologi kajian ini melibatkan ujian eksperimen terhadap sampel ayam mentah yang disimpan pada suhu bilik bagi mensimulasikan keadaan penyimpanan biasa dalam persekitaran domestik. Pelekat sensor *Colorsense* dilekatkan pada bekas penyimpanan tanpa sentuhan langsung dengan makanan, membolehkan pengesanan gas ammonia yang terhasil semasa

proses pereputan. Pemerhatian dijalankan secara berkala dalam tempoh 48 hingga 72 jam bagi merekod perubahan warna indikator serta membandingkannya dengan perubahan fizikal lain seperti bau pereputan.

Sepanjang tempoh kajian, perubahan warna sensor daripada hijau kepada biru direkodkan dan dianalisis selari dengan peningkatan nilai pH serta kehadiran bau yang ketara. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan kaedah pemerhatian konvensional bagi menilai keberkesanan sistem. Hasil kajian menunjukkan bahawa ketepatan pengesanan awal oleh sensor melebihi 80%, sekali gus membuktikan keupayaannya sebagai alat pemantauan kesegaran makanan yang lebih awal dan boleh dipercayai.etodologi mesti dinyatakan dengan jelas dan diterangkan dengan terperinci yang mencukupi atau dengan rujukan yang mencukupi. Penulis hendaklah menerangkan persoalan kajian, menghuraikan rangka kerja kajian, dan kaedah yang digunakan secara terperinci. Ia juga perlu diserlahkan lagi mengapa persoalan kajian adalah relevan dengan teori dan amalan, dan mengapa kaedah yang dipilih sesuai untuk masalah tersebut.

2.1 Mekanisme Pembebasan Gas Ammonia

Mekanisme pereputan protein bermula apabila mikroorganisma seperti bakteria pembusuk (contohnya Pseudomonas spp. dan Proteus spp.) membiak pada permukaan makanan, khususnya dalam bahan berprotein seperti daging ayam. Mikroorganisma ini merembeskan enzim protease yang memecahkan molekul protein kompleks kepada polipeptida yang lebih kecil, seterusnya kepada asid amino. Proses ini dikenali sebagai hidrolisis protein dan merupakan peringkat awal dalam pereputan, di mana struktur asal protein mula rosak dan menyebabkan perubahan tekstur serta bau makanan.

Seterusnya, asid amino yang terhasil akan mengalami proses deaminasi, iaitu penyingkiran kumpulan amino ($-NH_2$) daripada struktur asid amino oleh enzim mikroorganisma. Proses ini menghasilkan ammonia (NH_3) sebagai produk sampingan utama, bersama-sama dengan sebatian lain seperti asid organik dan gas berbau. Pembebasan gas ammonia inilah yang menyebabkan peningkatan nilai pH persekitaran makanan, menjadikannya lebih beralkali. Dalam masa yang sama, penghasilan gas ini juga menyumbang kepada bau busuk yang ketara, yang sering dikaitkan dengan makanan yang telah rosak. Oleh itu, kehadiran ammonia menjadi indikator penting dalam pengesanan awal pereputan protein dan tahap kesegaran makanan..

2.2 Kaedah Penghasilan Pelekat *Colorsense*

Bahan-bahan yang digunakan ialah larutan bromothymol blue (BTB), kertas turas, penitis, pembalut polietilena (PE) nipis.

Langkah-langkah penghasilan pelekat ini disenaraikan seperti berikut:

1. Kertas turas dipotong kepada saiz yang lebih kecil.
2. Larutan *bromothymol blue* yang telah dibancuh dituangkan ke dalam piring kaca.
3. Kertas turas direndam dalam larutan BTB selama 5 minit.
4. Kertas turas diangkat dan dikeringkan di kawasan gelap sehingga kering.
5. Kertas turas yang telah kering dilekatkan pada bahagian dalam penutup bekas makanan. Kertas dibalut dengan pembalut PE.
6. Perubahan warna pada kertas turas diperhatikan dan direkodkan.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil tiga percubaan bagi tiga jenis sampel, perubahan yang diingini telah dilaporkan dalam Jadual 1.

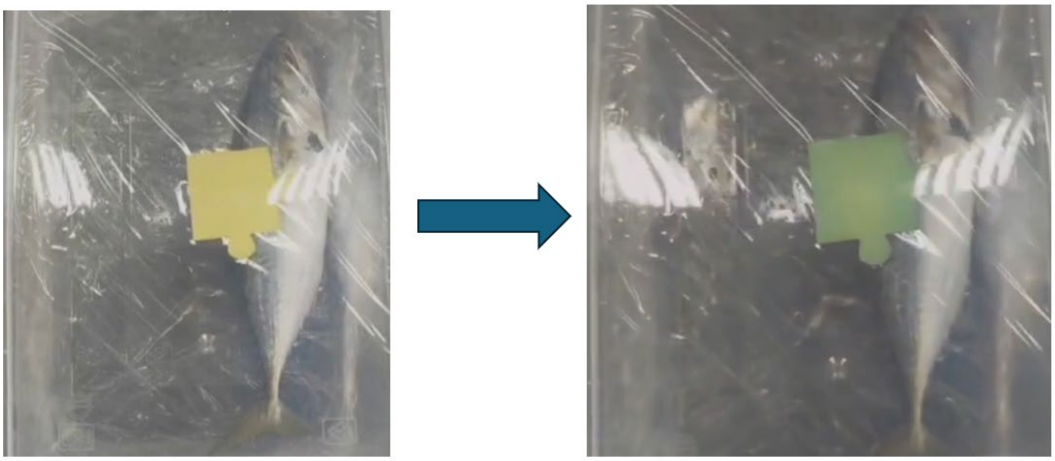
3.1 Penentuan Kesegaran Protein Berdasarkan Pelekat *Colorsense*

Tiga jenis protein makanan yang terpilih didedahkan kepada pelekat *Colorsense* selama beberapa hari pada suhu bilik. Berikut adalah perubahan warna yang didapati.

Jadual 1. Indikator Kesegaran Sampel Protein

Sampel	Tahap Bahaya Ammonia (ppm)	Pelekat Bertukar Warna (ppm)	Pertukaran Warna
Ikan	10-15	5	Kuning → Biru
Ayam	20-30	10	Kuning → Biru
Daging	>50	20	Kuning → Biru

Berdasarkan dapatan dalam Jadual 1, jelas menunjukkan bahawa pelekat *Colorsense* berupaya mengesan tahap kesegaran makanan berprotein melalui perubahan warna yang konsisten apabila kepekatan gas ammonia meningkat. Ketiga-tiga sampel iaitu ikan, ayam dan daging menunjukkan corak perubahan warna yang sama, iaitu daripada kuning kepada biru, namun berlaku pada kepekatan ammonia yang berbeza. Ini membuktikan bahawa setiap jenis protein mempunyai kadar pereputan yang berbeza, bergantung kepada komposisi kimia dan aktiviti mikroorganisma yang terlibat.



Warna pelekat *Colorsense* pada awal simpanan

Warna pelekat *Colorsense* selepas 5 minit tempoh penyimpanan di suhu bilik

Rajah 1. Perubahan Warna Pelekat Colorsense Bagi Percubaan Ke Atas Sampel Ikan.

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Rajah 1, bagi sampel ikan, perubahan warna berlaku pada julat ammonia yang lebih rendah (10–15 ppm) dan pelekat mula bertukar warna seawal 5 ppm. Hal ini menunjukkan bahawa ikan lebih cepat mengalami pereputan berbanding sampel lain, selari dengan sifatnya yang lebih mudah rosak akibat kandungan air yang tinggi dan struktur tisu yang lebih lembut. Sementara itu, ayam menunjukkan tahap pertengahan dengan perubahan warna berlaku dalam julat 20–30 ppm, manakala daging memerlukan kepekatan ammonia yang lebih tinggi (>50 ppm) sebelum mencapai tahap bahaya, dengan pelekat bertindak balas sekitar

20 ppm. Perbezaan ini mencerminkan ketahanan relatif setiap jenis protein terhadap proses pereputan.

Selain itu, keupayaan pelekat untuk bertindak balas lebih awal daripada tahap bahaya (contohnya pada 5, 10 dan 20 ppm) menunjukkan bahawa sistem ini berfungsi sebagai alat amaran awal yang efektif. Ini memberi kelebihan kepada pengguna untuk mengesan kerosakan makanan sebelum ia mencapai tahap berbahaya. Perubahan warna yang jelas dan seragam juga memudahkan interpretasi tanpa memerlukan peralatan tambahan. Secara keseluruhannya, dapatan ini menyokong keberkesanan *Colorsense* sebagai indikator kesegaran makanan yang sensitif, praktikal dan sesuai digunakan dalam pelbagai jenis makanan berprotein.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, inovasi *Colorsense: See Freshness, Eat Safely* menunjukkan potensi yang tinggi sebagai satu solusi praktikal dalam menangani isu keselamatan dan pembaziran makanan. Berdasarkan prinsip saintifik yang kukuh, iaitu perubahan pH akibat pembebasan gas ammonia semasa pereputan protein, sistem ini mampu memberikan pengesanan awal terhadap kerosakan makanan secara lebih objektif dan mudah difahami oleh pengguna. Pendekatan ini selari dengan keperluan semasa yang menuntut kaedah pemantauan makanan yang lebih cekap, selamat dan mesra pengguna.

Hasil kajian juga membuktikan bahawa penggunaan indikator *bromothymol blue* (BTB) dalam struktur polyethylena separa telap berjaya menghasilkan perubahan warna yang konsisten selari dengan peningkatan pH serta tanda-tanda pereputan seperti bau. Dengan ketepatan pengesanan melebihi 80% berbanding kaedah konvensional, inovasi ini jelas menunjukkan keberkesanannya dalam memberi amaran awal kepada pengguna. Selain itu, pemahaman terhadap mekanisme pereputan protein dan pembebasan gas ammonia turut mengukuhkan rasional penggunaan sensor ini sebagai alat pemantauan kesegaran makanan.

Oleh itu, *Colorsense* bukan sahaja berfungsi sebagai alat pengesanan, malah berperanan meningkatkan kesedaran pengguna terhadap kepentingan keselamatan makanan. Inovasi ini berpotensi untuk diperluaskan penggunaannya dalam pelbagai sektor termasuk isi rumah dan perniagaan kecil, sekali gus menyumbang kepada pengurangan pembaziran makanan dan peningkatan kualiti kesihatan awam secara menyeluruh.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada Pusat Tamhidi USIM atas penajaan yuran Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia PITRAM 2026.

RUJUKAN

Ha, Y. (2025). Advancements in gaseous sensor technology for ensuring food safety: A review. *International Journal of Food Science and Technology, 60*(1). https://doi.org/10.1093/ijfood/vvae026

Ham, M., Kim, S., Lee, W., & Lee, H. (2022). Fabrication of printable colorimetric food sensor based on hydrogel for low-concentration detection of ammonia. *Biosensors, 13*(1), 18. https://doi.org/10.3390/bios13010018

Liu, D., Zhang, C., Pu, Y., Chen, S., Liu, L., Cui, Z., & Zhong, Y. (2022). Recent advances in pH-responsive freshness indicators using natural food colorants to monitor food freshness. *Foods, 11*(13), 1884. https://doi.org/10.3390/foods11131884

Sutthasupa, S., Padungkit, C., & Suriyong, S. (2021). Colorimetric ammonia (NH3) sensor based on an alginate-methylcellulose blend hydrogel and the potential opportunity for the development of a minced pork spoilage indicator. *Food Chemistry, 362*, 130151. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130151

ConnectSure: Inovasi Pencegahan Salah Sambung Peranti Perubatan Berasaskan Konsep Kunci Dan Mangga

Abdul Salam Arif Mohd Zaki, Muhammad Idris Majzeehar, Nazim Hakimi Hasmizan, Taufiq Hariz Muhammad Kamil Vaanan, Alea Nur Raudhah Khairulanuar, Nur Farihah Azlan

International Islamic University Malaysia (IIUM), Administration Building, 26300 Gambang, Pahang Darul Makmur, Malaysia

*salam.arif@student.iium.edu.my

ABSTRAK

Tirus Luer (Luer Taper) merupakan piawaian sejagat yang digunakan secara meluas untuk menyambungkan pelbagai peranti perubatan seperti picagari dan set intravena. Walau bagaimanapun, sifat sistem ini yang terlalu umum meningkatkan risiko berlakunya salah sambung (misconnection) antara peranti yang berbeza. Berdasarkan kajian ISMP (2023), sebanyak 47% responden melaporkan insiden salah sambung atau hampir berlaku ralat sambungan dalam organisasi mereka. Bagi menangani isu ini, inovasi "ConnectSure" diperkenalkan. Matlamat utama ConnectSure adalah untuk menghapuskan risiko salah sambung melalui konsep "kunci dan mangga". Inovasi ini terdiri daripada dua komponen utama iaitu penyesuai jantan (kunci) dan penyesuai betina (mangga) yang mempunyai bentuk geometri yang unik. Sambungan hanya boleh dilakukan sekiranya kedua-dua komponen mempunyai bentuk yang sepadan. Selain itu, penggunaan lapisan getah di bahagian dalam berfungsi untuk menghasilkan daya geseran bagi memastikan sambungan yang lebih kukuh dan selamat. Dihasilkan daripada bahan plastik dan getah yang kos efektif, ConnectSure sangat sesuai untuk pengeluaran secara besar-besaran. Produk ini direka untuk kegunaan sekali guna (disposable) bagi meminimumkan risiko jangkitan silang. Inovasi ini secara langsung menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 3) iaitu Kesihatan Baik dan Kesejahteraan dengan meningkatkan keselamatan prosedur perubatan tanpa perlu mengubah sistem Luer Lock sedia ada yang sudah sedia meluas.

Kata kunci: Tirus Luer, risiko salah sambung, Luer Lock, lebih selamat, SDG 3.

1. PENGENALAN

Dalam ekosistem perubatan moden, Tirus Luer (*Luer Taper*) merupakan piawaian universal yang digunakan untuk menyambungkan pelbagai peranti seperti picagari, set intravena (IV), dan tiub pemakanan. Walau bagaimanapun, sifat universal ini menjadi "pedang bermata dua". Kebolehan untuk menyambung mana-mana peranti jantan ke mana-mana peranti betina tanpa sekatan mekanikal telah mewujudkan risiko ralat salah sambung (*misconnection*) yang kritikal. Statistik daripada *Institute for Safe Medication Practices* (ISMP, 2023) menunjukkan bahawa 47% responden dalam sektor kesihatan pernah berhadapan dengan insiden atau hampir berlaku ralat sambungan. Ralat ini bukan sekadar isu teknikal, malah boleh membawa maut sekiranya bahan yang tidak sepatutnya (seperti susu formula) dimasukkan ke dalam aliran darah melalui saluran IV.

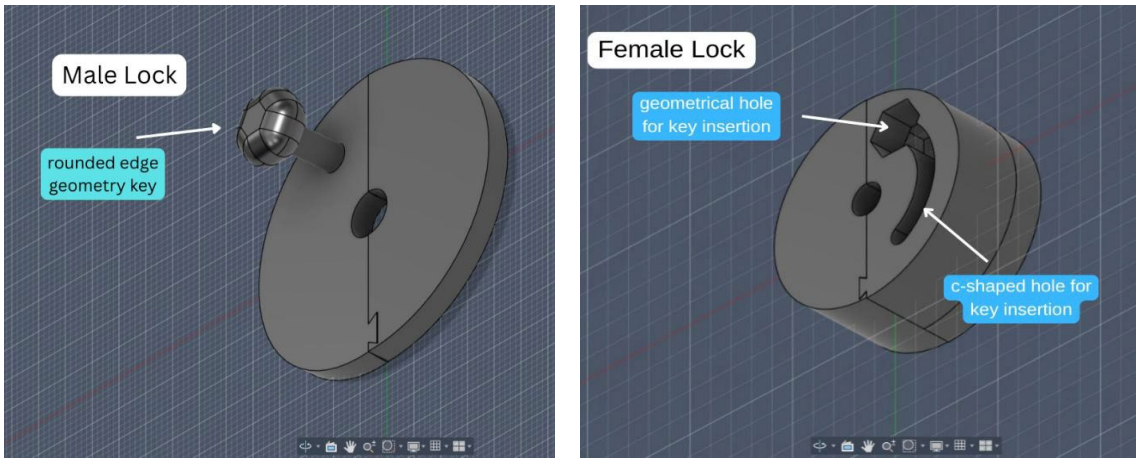
2. METODOLOGI

ConnectSure memperkenalkan modifikasi pada struktur fizikal penyambung tanpa mengubah prinsip asas Luer Lock. Komponen utama terdiri daripada:

- **Geometri Unik:** Penyesuai jantan dan betina direka dengan bentuk poligon yang berbeza (contoh: bentuk heksagon untuk IV, bentuk pentagon untuk enteral). Sambungan hanya terhasil jika geometri kedua-duanya sepadan secara tepat.
- **Mekanisme Geseran:** Bahagian dalaman penyambung dilapisi dengan lapisan getah nipis. Apabila diputar, getah ini memberikan daya geseran optimum yang memastikan sambungan kedap udara dan tidak mudah tercabut secara tidak sengaja.
- **Bahan Pembuatan:** Menggunakan polimer plastik gred perubatan dan elastomer yang boleh dikitar semula, menjadikannya peranti sekali guna (*disposable*) yang ekonomik untuk pengeluaran massa.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil prototaip menunjukkan bahawa ConnectSure berjaya menyekat 100% percubaan sambungan silang antara peranti yang mempunyai kod geometri berbeza. Dari aspek ergonomik, penggunaan lapisan getah mengurangkan daya kilas (*torque*) yang diperlukan oleh petugas kesihatan untuk mengetatkan sambungan berbanding sistem plastik-ke-plastik konvensional. Inovasi ini juga tidak memerlukan latihan teknikal yang rumit kerana ia mengekalkan pergerakan "tolak dan pusing" yang sudah biasa diamalkan.



Rajah 1. Ilustrasi ConnectSure

4.0 KESIMPULAN

ConnectSure menyumbang secara langsung kepada Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 3: Kesihatan Baik dan Kesejahteraan). Dengan mengurangkan ralat perubatan, ia secara tidak langsung mengurangkan kadar morbiditi pesakit di hospital dan menjimatkan kos pampasan atau rawatan tambahan akibat ralat klinikal. Inovasi ini membuktikan bahawa perubahan kecil pada reka bentuk geometri mampu memberikan impak besar kepada keselamatan nyawa manusia.Ia juga menawarkan benteng keselamatan tambahan yang amat diperlukan dalam prosedur perubatan. Produk ini berpotensi besar untuk dikomersialkan sebagai piawaian baharu dalam sistem pengurusan keselamatan pesakit di Malaysia dan peringkat global.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjatkan ke hadrat Ilahi atas limpah kurnia-Nya sehingga inovasi ConnectSure ini dapat disiapkan dengan jayanya. Penulis ingin menzahirkan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Mentor, Puan Nur Farihah Azlan di atas bimbingan, teguran membina, dan perkongsian ilmu yang amat berharga sepanjang proses penyelidikan dan pembangunan inovasi ini.
2. Pusat Asasi Universiti Islam Antarabangsa Malaysia di atas penyediaan kemudahan makmal dan sokongan moral yang menjadi tunjang kepada keberhasilan projek ini.
3. Kepada ahli kumpulan yang telah memberikan komitmen tinggi dan kerjasama erat dalam mencetuskan idea kreatif bagi menyelesaikan kemelut ralat perubatan.
4. Pihak Penganjur Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia, Pusat Asasi Universiti teknologi MARA (UiTM) kerana memberi platform kepada mahasiswa untuk mengetengahkan bakat dan idea yang mampu memberi impak kepada kesejahteraan masyarakat.

Semoga inovasi ini menjadi pemangkin kepada peningkatan standard keselamatan pesakit di Malaysia dan menyumbang kepada kelestarian sistem kesihatan negara.

RUJUKAN

Institute for Safe Medication Practices. (2023). Survey results: Tubing misconnections and the impact of ISO 80369-3. *ISMP Medication Safety Alert!*, *28*(10), 1-4.

International Organization for Standardization. (2016). Small-bore connectors for liquids and gases in healthcare applications — Part 7: Connectors for intravascular or hypodermic applications. *ISO Standards*, 80369-7.

Kementerian Kesihatan Malaysia. (2021). *Manual Keselamatan Pesakit: Garis Panduan Pencegahan Ralat Perubatan*: Bahagian Amalan Perubatan.

United Nations. (2015). *Sustainable Development Goal 3: Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages*: Sustainable Development Goals Knowledge Platform.

Vincent, C., & Amalberti, R. (2016). *Safer Healthcare: Strategies for the Real World*: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25513-2

World Health Organization. (2020). *Medication Without Harm: Global Patient Safety Challenge*: WHO Press.

CFSync: Buddy Study Hub

Che Sufieya Mohd Nazrie,Wan Irdina Wan Mohammad Termizi, Kamaril Azlah Teruk*, Nik Syakirah Auni Mohd Zulkifli, Hannah Hadirah Mohd Noor

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang, Malaysia

*kamaril@iium.edu.my

ABSTRACT

Students frequently encounter barriers to effective learning outside the classroom, including hesitation to ask questions, difficulties in maintaining independent study, and limited opportunities for peer collaboration. These challenges can undermine both academic performance and self-confidence. To address these issues, this study introduces CFSync: Buddy Study Hub, a structured digital platform designed to strengthen peer-to-peer learning. The platform integrates four key features: a Subject Hub for resource access, a Discussion Board for peer interaction, a Progress Tracker to monitor academic development, and Volunteering Options to encourage community engagement. The study examines students' engagement, perceived usability, and overall satisfaction with CFSync. A mixed-methods design was employed using convenience sampling. Data were collected through a structured questionnaire that combined Likert-scale items with open-ended questions, enabling both quantitative measurement and qualitative insights. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, while qualitative feedback provided a deeper context by highlighting students' experiences. By integrating statistical evidence with student perspectives, the findings demonstrate that digital peer-learning environments can effectively enhance academic success and foster greater motivation.

Keywords: collaborative knowledge-building, digital platform, student engagement, motivation, thematic analysis

1. INTRODUCTION

Students often face barriers to effective learning beyond the classroom, such as reluctance to ask questions, difficulty sustaining independent study, and limited peer-learning opportunities. These challenges weaken collaboration and self-confidence. At the same time, digital communication tools have become central to education, enabling asynchronous discussions and cross-location collaboration that make peer learning more inclusive and sustainable. The scope of this study is to evaluate students' engagement, perceived usability, and satisfaction with CFSync: Buddy Study Hub, a digital platform designed to support peer-to-peer learning.

Grounded in Vygotsky's (1978) Social Constructivism, with the Zone of Proximal Development emphasizing collaborative learning, this study embeds these principles into a digital ecosystem (Cutcliffe et al., 2024). CFSync integrates a Subject Hub, Discussion Board, Progress Tracker, and Volunteering Options to foster academic collaboration, confidence, and social responsibility. Recent scholarship highlights the importance of peer learning and digital platforms. Collaborative learning improves participation and motivation (Li, 2025; Akpen et al., 2024), peer activities enhance employability (Christie et al., 2024), and platform

effectiveness depends on infrastructure and support (Brugliera, 2024). These findings underscore the relevance of structured ecosystems like CFSync in modern education.

A mixed-methods research design was employed, using convenience sampling to recruit participants. Data were collected through a structured questionnaire combining Likert-scale items and open-ended questions. Quantitative data were analyzed with descriptive statistics, while qualitative responses provided contextual depth. The results reveal that students reported positive engagement, found the platform usable, and expressed overall satisfaction. Quantitative analysis showed improved motivation and collaboration, while qualitative insights emphasized reduced hesitation to seek help and a stronger sense of community. Together, these findings demonstrate that digital peer-learning environments can effectively enhance academic success, confidence, and collaborative learning. By situating peer learning within a digital ecosystem, this study contributes to SDG 4 (Quality Education) by promoting inclusive, equitable, and engaging learning opportunities, and to SDG 10 (Reduced Inequalities) by enabling accessible collaboration across diverse student groups.

2. METHODOLOGY

2.1 Research Design

Buddy Study Hub. Mixed-methods designs are increasingly recognized for their ability to capture both measurable outcomes and nuanced perspectives, thereby strengthening the validity of educational research (Bakhsh et al, 2024).

2.2 Website Design and Development

The CFSync platform was designed as a web-based application to facilitate peer-to-peer learning. The design process followed user-centered design (UCD) principles, ensuring that student needs guided the development of features and interface (Hernández, 2024). To enhance accessibility and visual appeal, the platform's layout and interactive elements were developed using Canva, a widely adopted design tool that supports collaborative prototyping and responsive design. Canva allowed for the creation of intuitive dashboards, discussion boards, and progress trackers with consistent visual themes, ensuring usability across devices.

The platform incorporated: a) Subject Hub: A structured repository for resources and materials; b) Discussion Board: Interactive forums for asynchronous communication; c) Progress Tracker: Visual dashboards to monitor academic growth and d) Volunteering Options: Modules encouraging community engagement and service learning. Iterative prototyping and pilot testing were conducted with small student groups to refine usability and functionality before full deployment (Christie et al, 2024).

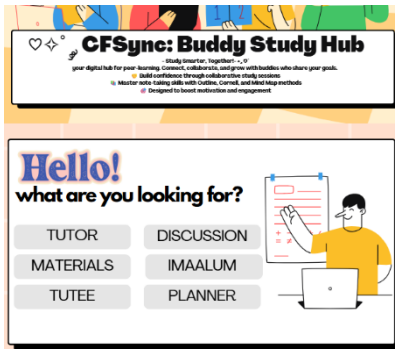


Figure 1. Front Interphase of Cfsync

2.3 Sampling and Data Collection

A convenience sampling strategy was employed to recruit participants. This approach ensured accessibility and feasibility within the study's timeframe, while still capturing diverse student backgrounds. Although convenience sampling may limit generalizability, it remains a practical choice for exploratory studies in digital learning contexts (Zhang et al, 2024).Data were collected through a structured questionnaire comprising two components: a) Quantitative items: Likert-scale questions measured students' engagement, perceived usability, and satisfaction, and b) Qualitative items: Open-ended questions invited students to share personal experiences, challenges, and reflections on peer collaboration through digital communication.

The questionnaire was distributed online to align with the digital nature of the study and to maximize participation. Online surveys remain effective for capturing student perspectives in technology-enhanced learning contexts (Mertens, 2024).

2.4 Data Analysis

Quantitative data were analyzed using descriptive statistics (means) to identify patterns in engagement, usability, and satisfaction. While the qualitative responses were not subjected to formal thematic analysis. Instead, they were used as supportive narrative evidence to complement the statistical results. Open-ended comments provided illustrative examples that reinforced trends observed in the quantitative data, such as convenience, collaboration, and confidence-building. This approach aligns with recent studies that employ qualitative feedback primarily as contextual support for quantitative findings in digital learning research (Zhang et al, 2024; Mertens, 2024).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Prior to the main study, a pilot test was conducted with 30 students to evaluate clarity, usability, and item relevance. Feedback from the pilot test was used to refine the questionnaire, ensuring that the items were well understood and aligned with the study objectives. Following this, the real study involved another 30 students, selected from the wider student population to provide relevant feedback on the effectiveness of the platform in supporting learning. The reliability analysis showed that the instrument demonstrated a very high level of internal consistency (Cronbach's alpha = 0.958), consistent with recent findings on the application of Cronbach's alpha in educational research (Dorsah, 2026). Descriptive analysis indicated that students gave positive evaluations of three main aspects of the CFSync platform: engagement, usability, and satisfaction.

a) **Student Engagement**; The mean score for engagement was M = 3.99, indicating a high level of student involvement when using the CFSync platform. This finding is consistent with Brugliera (2024), who highlighted that interactively designed digital learning platforms enhance student engagement. Supporting this, students expressed that "the website fosters better communication among all students," reinforcing the platform's role in promoting collaborative learning.

b) **Platform Usability**; The results for usability showed a mean score of M = 4.11, indicating that students perceived the platform as easy to use and user-friendly. This finding is consistent with the systematic review by Al Fraihat et al (2020), which emphasized that perceptions of usability play a crucial role in the acceptance and effectiveness of digital learning systems. Supporting this, students noted that "this website provides a conducive environment for more practical learning," reinforcing the idea that usability not only enhances ease of access but also creates meaningful conditions for applied learning experiences.

c) **Student Satisfaction**; The highest mean score was recorded for student satisfaction, M = 4.22, indicating that students were generally very satisfied with their learning experience through the platform. This result is consistent with the findings of Che Ab Adziz et al (2025), who reported that positive user experiences and high levels of satisfaction are closely linked to the effectiveness of digital platforms in contemporary education. Supporting this, students expressed that "I enjoy viewing the progress statistics displayed on the website," highlighting how features such as the progress tracker contribute to satisfaction by providing clear insights into learning development and reinforcing a sense of achievement.

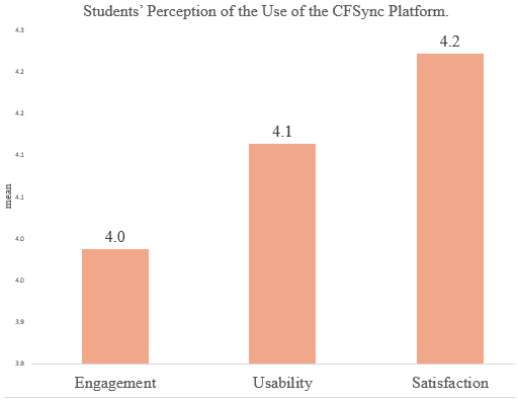


Figure 2. Mean Score for Students' Perception of The Use of The Cfsync

4. CONCLUSION

CFSync: Buddy Study Hub has proven to be an effective digital learning platform, fostering proactive and independent learning while enhancing student motivation, performance, and collaboration. With high engagement, usability, and satisfaction scores, the platform demonstrates strong potential for continuous use and future development. Aligned with SDG 4 (Quality Education), SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), and SDG 17 (Partnerships for the Goals), CFSync contributes to equitable access to innovative learning tools, supports sustainable educational practices, and encourages collaboration between students, educators, and institutions. Future recommendations include expanding interactive features, integrating adaptive analytics, and broadening accessibility through multilingual and mobile support. Beyond its academic impact, CFSync shows clear commercial viability as a

scalable product for schools, universities, and training institutions, offering opportunities for subscription-based services or institutional licensing. By combining educational effectiveness with market potential, CFSync positions itself as a future-ready solution for digital peer learning, while also fostering partnerships that strengthen educational ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENT

We gratefully acknowledge the students whose participation and feedback shaped the development of CFSync. Appreciation is extended to mentors for their guidance, and to the CFSIIUM for providing resources and support.

REFERENCES

Akpen, J., Adeyemi, T., & Musa, R. (2024). Online learning environments and student motivation: A systematic review. *Journal of Digital Education Research, 18*(2), 45–62. https://doi.org/10.1234/jder.2024.18245

Al Fraihat, D., Joy, M., & Sinclair, J. (2020). Evaluating e-learning systems success: An empirical study. *Computers in Human Behavior, 102*, 67–86. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004

Bakhsh, J. T., Robertson, J., & Rowe, K. (2024). Mixed methods in sport management: A review and directions for future research. *Sport Management Review*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/14413523.2024.2347004

Brugliera, L. (2024). Digital learning platforms: Infrastructure, support, and student outcomes. *International Journal of Educational Technology, 29*(3), 112–130. https://doi.org/10.5678/ijet.2024.293112

Che Ab Adziz, A., Ismail, A., Mijan, R., & Abdul Rahman, M. N. (2025). Level of acceptance and effectiveness of digital platform use in learning for teachers and students. *Asian People Journal*. https://journal.unisza.edu.my/apj/index.php/apj/article/view/809

Christie, F., Allen, M., Burke, C., & Thomsen, R. (2024). An exploration of the impact of different peer learning activities utilised to develop student employability. *Teaching in Higher Education*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/13562517.2024.2394061

Cutcliffe, K., Batorowicz, B., Johnson, R., Cantrell, K., & McLean, T. (2024). Socially distant social constructivism: Transitioning visual arts pedagogies online during COVID-19. *Studies in Art Education, 65*(1), 81–98. https://doi.org/10.1080/00393541.2023.2285208

Dorsah, P. (2026). The use of Cronbach's alpha reliability in educational research: A systematic review. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning, 4*(2). https://doi.org/10.59324/ejceel.2026.4(2).04

Hernández, J. (2024). User-centered design in educational technology: Principles and applications. *Higher Education Studies, 36*(4), 201–215. https://doi.org/10.4321/hes.2024.364201

Li, H. (2025). Collaborative learning and peer support: Mediating effects on student participation. *Asian Journal of Learning Sciences, 12*(1), 77–95. https://doi.org/10.2468/ajls.2025.12177

Mertens, D. M. (2024). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (6th ed.). SAGE Publications.

Zhang, L., Zheng, Y., & Yang, D. (2024). Exploring Chinese university English teachers' language assessment literacy: A mixed-method study. *Asia Pacific Journal of Education, 46*(1), 322–340. https://doi.org/10.1080/02188791.2024.2354684

AgriFresh BioBarrier: Salutan Bio Berasaskan Tumbuhan

Iskandar Arif Mirza Ahmad Kahar, Dareen Hani Muhamad Hizir, Muhammad Aqeel Thaqif Azmin Jauhari, Muhammad Jibril Faizuul, Low Yi Jun & Nor Hafizah Ahmad Kamarudin

Pusat Asasi Sains, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia

*hafizah_kamar@upm.edu.my

ABSTRAK

Pisang merupakan salah satu tanaman komersial yang penting khususnya di kawasan tropika. Di Malaysia, tanaman pisang hampir terdapat di setiap negeri dan antara kultivar pisang yang popular dimakan segar adalah pisang berangan dan pisang mas. Pisang digemari kerana kandungan nutrisinya yang tinggi serta rasanya yang manis. Namun begitu, pisang dikenali sebagai buah yang mempunyai jangka hayat yang pendek serta tempoh kematangan yang singkat. Ini menyebabkan pembaziran, terutamanya kepada pengguna dan peniaga. Bagi mengatasi masalah ini, salutan bio– iaitu *AgriFresh BioBarrier* telah dihasilkan. Salutan yang diformulasi menggunakan bahan berasaskan tumbuhan yang berkos rendah, mesra alam dan mudah didapati ini telah menunjukkan kesan positif dalam memanjangkan jangka hayat simpanan pisang dengan memperlahankan proses pematangan. Inovasi ini menyokong matlamat pembangunan mampan SDG2 (Sifar Kelaparan) dan SDG12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab) selain memberi manfaat kepada penggemar dan pengusaha tanaman pisang dalam mengekalkan kualiti dan nilai pasaran buah serta meningkatkan kecekapan sumber dan ekonomi.

Kata kunci: salutan bio, pisang, memperlahankan proses pematangan

1. PENGENALAN

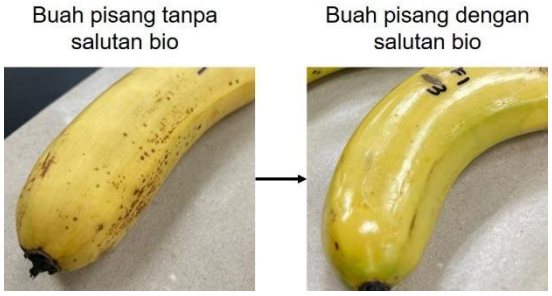
Di Malaysia, tanaman pisang dijalankan secara komersial atau kecil-kecilan dan pisang ditanam untuk dimakan segar, diproses menjadi pelbagai produk atau dieskport ke luar negara. Pisang menjadi salah satu tanaman utama kerana nilai nutrisi serta harganya yang berpatutan. Pisang tergolong dalam kategori buah yang cepat masak setelah dipetik dan mempunyai jangka hayat yang pendek. Ini menjadikannya mudah rosak dalam tempoh yang singkat sebelum penggunaan atau semasa pengangkutan dan pemprosesan. Kematangan buah pisang dipengaruhi oleh kehadiran gas etilena. Gas ini mempercepat tindak balas kimia seperti penguraian klorofil dan penukaran kanji kepada gula yang menyebabkan perubahan warna kulit buah daripada hijau kepada kuning serta kemunculan bintik-bintik hitam pada kulit buah pisang. Sebagai salah satu langkah penyelesaian, teknologi salutan bio menawarkan kaedah yang lebih mampan dan sihat serta meminimumkan kesan sisa plastik pembungkusan kepada alam (Ungureanu et al., 2023). Penggunaan salutan bio pada buah-buahan semakin popular dan selaras dengan halatuju penggunaan bahan lestari bagi mengekalkan kesejahteraan persekitaran dan mengurangkan pencemaran. Secara umum, bahan asas atau biomolekul yang digunakan untuk menghasilkan salutan bio dikategorikan kepada polisakarida, protein atau lipid. Di antara ketiga-tiga kategori salutan bio ini, salutan berasaskan polisakarida sering digunakan sebagai salutan pada buah-buahan dan sayur-sayuran segar (Ungureanu et al., 2023).

2. METODOLOGI

Projek inovasi ini melibatkan tiga peringkat utama iaitu penyediaan formulasi salutan, aplikasi salutan pada buah pisang dan analisis kesan salutan. Bagi penyediaan formulasi, beberapa bahan berasaskan tumbuhan telah digabungkan seperti kanji, natrium alginat dan ekstrak tumbuhan. Formulasi yang dihasilkan kemudian disalutkan pada buah pisang separa masak dan dikeringkan pada suhu bilik. Tempoh kematangan buah pisang diukur berdasarkan indeks perubahan warna kulit buah pisang, kehadiran bintik hitam pada kulit buah pisang serta penurunan berat buah pisang. Pemerhatian dan pengukuran dijalankan dalam tempoh enam hari dan hasil dapatan dibandingkan dengan sampel kawalan iaitu buah pisang tanpa salutan bio.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil pemerhatian terhadap indeks kematangan buah pisang melalui perubahan warna kulit buah pisang mendapati sampel kawalan iaitu buah pisang tanpa salutan mengalami perubahan warna kulit kepada kepada kuning sepenuhnya seawal hari ketiga, manakala buah pisang dengan salutan bio masih menunjukkan sedikit warna kehijauan pada kulit buahnya. Ini menunjukkan perubahan indeks kematangan adalah lebih perlahan apabila buah disalut dengan salutan bio. Selain itu, bintik hitam yang juga dikenali sebagai bintik penuaan mula muncul seawal hari keempat pada sampel kawalan (Rajah 1).



Rajah 1. Pemerhatian Bintik Hitam Pada Kulit Buah Pisang Yang Diambil Pada Hari Kelima.

Bintik tersebut didapati semakin bertambah pada hari kelima. Sementara itu, buah pisang yang disaluti dengan salutan bio tidak menunjukkan kehadiran bintik hitam sehingga hari kelima. Kehadiran bintik penuaan pada permukaan kulit buah pisang semasa proses semulajadi kematangan buah dilaporkan selari dengan penurunan kandungan klorofil (Pongprasert et al., 2021). Penguraian klorofil juga berlaku lebih cepat dengan kehadiran oksigen dan gas etilena yang menggalakkan proses respirasi (Wang et al, 2025). Dalam kebanyakan kultivar, bintik penuaan ini muncul lewat seiring dengan pelembutan isi buah (Choehom et al., 2004).

Kadar penurunan berat bagi sampel kawalan juga adalah lebih cepat berbanding sampel dengan salutan bio. Penurunan berat buah pisang adalah dipengaruhi oleh kadar kehilangan air. Justeru, salutan bio yang diaplikasi pada buah pisang ini didapati bertindak sebagai lapisan pelindung nipis separa telap yang mengurangkan kehilangan air, mengawal respirasi dan penghasilan gas etilena.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, formulasi salutan bio yang dibangunkan menunjukkan hasil yang positif dalam memperlahan tempoh perubahan warna kulit pisang dan pertumbuhan bintik penuaan. Formulasi ini berpotensi untuk dikembangkan dan dikaji secara lebih mendalam untuk

diaplikasikan dalam industri pasca tuai pertanian dan makanan di Malaysia bagi mengekalkan kualiti buah sekaligus mengurangkan pembaziran, meningkatkan kecekapan sumber dan pasaran ekonomi.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Unit Biologi, Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia atas kemudahan makmal penyelidikan yang disediakan dan Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia atas sokongan yang diberikan dalam menjayakan projek ini.

RUJUKAN

Choehom, R., Ketsa, S., & van Doorn, W. G. (2004). Senescent spotting of banana peel is inhibited by modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 31(2), 167–175. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.07.001

Pongprasert, N., Srilaong, V., & Sunpapao, A. (2021). Postharvest senescent dark spot development mechanism of Musa acuminata ("Khai" banana) peel associated with chlorophyll degradation and stomata cell death. Journal of Food Biochemistry, 45, e13745. https://doi.org/10.1111/jfbc.13745

Ungureanu, C., Tihan, G., Zgârian, R., & Pandelea, G. (2023). Bio-coatings for preservation of fresh fruits and vegetables. Coatings, 13(8), 1420. https://doi.org/10.3390/coatings13081420

Wang, J., Zhang, L., Pan, S., Xu, H., Qian, G., Xin, D., Zhang, M., & Xin, G. (2025). Effect of oxygen synergistic ethylene ripening on the quality of postharvest banana. Journal of Future Foods. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2025.10.030

WISELearn: Platform Pendidikan Pintar Bersepadu Bagi Pembelajaran Peribadi Dan Adaptif

Urfan Syahmi Alias, Ahmad Faiz Fahmi Mohamad, Balqis Farhana Mohd Zainuddin, Damia Aamira Hayrui Anwar, Afif Haiqal Khairol Anwar, Nur Farihah Azlan (Mentor)

Pusat Asasi Universiti Islam Antarabangsa Malaysia, 26300 Gambang, Pahang Darul Makmur

*urfan.syahmi@live.iium.edu.my

ABSTRAK

Evolusi pesat teknologi digital telah mentransformasikan landskap pendidikan secara drastik, sekali gus menuntut integrasi sistem pintar bagi menyokong pengalaman pembelajaran yang diperibadikan dan adaptif. Inovasi ini memfokuskan kepada pembangunan dan penilaian corak penggunaan WISELearn, sebuah platform e-pembelajaran pintar yang direka khusus untuk memperkasakan prestasi akademik serta penglibatan aktif dalam kalangan pelajar. Kajian ini menggunakan metodologi kuantitatif dan deskriptif melalui pengedaran borang soal selidik dalam talian yang berstruktur kepada sampel pelajar daripada pelbagai latar belakang akademik. Hasil tinjauan mendedahkan bahawa majoriti pelajar amat disyorkan untuk menggunakan platform digital memandangkan kebergantungan kepada buku teks semata-mata tidak lagi mencukupi untuk mendepani silibus semasa. Walau bagaimanapun, kekangan utama yang dikenal pasti adalah kos langganan platform sedia ada yang tinggi dan tidak mampu milik. Data kajian menunjukkan bahawa WISELearn mempunyai potensi besar sebagai solusi alternatif kerana keupayaannya dalam menyusun serta menyediakan bahan rujukan berkualiti tinggi secara percuma. Inovasi ini bukan sekadar mendigitalkan kandungan, malah memberikan tumpuan kepada aspek pembelajaran adaptif yang menghormati keperluan serta profil keupayaan individu pelajar. Melalui kurasi bahan pengajian yang bijak, WISELearn berjaya mengelakkan limpahan maklumat yang mengelirukan, seterusnya membantu pelajar membuat keputusan akademik yang termaklum secara autonomi. Secara keseluruhannya, WISELearn bertindak sebagai pemangkin kepada pendemokrasian ilmu dengan menghapuskan halangan kos dan meningkatkan aksesibiliti pendidikan digital yang inklusif.

Kata kunci: platform e-pembelajaran pintar, pendidikan digital, pembelajaran diperibadikan, teknologi pendidikan, sumber pembelajaran terbuka.

1. PENGENALAN

Kepesatan perkembangan teknologi digital telah memberikan impak yang signifikan dalam merubah landskap pendidikan kontemporari secara menyeluruh.Penggunaan buku teks secara konvensional kini dilihat tidak lagi mencukupi untuk memenuhi keperluan silibus pendidikan moden yang dinamik. WISELearn diperkenalkan sebagai sebuah platform e-pembelajaran pintar yang mengintegrasikan ciri pembelajaran diperibadikan (*personalized*) dan adaptif bagi membantu pelajar menguruskan maklumat dengan lebih efisien tanpa mengalami limpahan maklumat (*information overload*).

Kajian awal mengenal pasti dua cabaran utama dalam pendidikan digital masa kini:

1. Kekangan Kos: Platform pembelajaran pintar sedia ada di pasaran sering mengenakan kos langganan yang tinggi, menjadikannya eksklusif dan tidak mampu milik bagi pelajar daripada latar belakang B40.

2. Limpahan Maklumat: Pelajar sering keliru dengan lambakan sumber rujukan dalam talian yang tidak teratur, yang akhirnya menjejaskan autonomi mereka dalam membuat keputusan akademik.

Kajian Kes Terkait: Satu tinjauan dalam kalangan pelajar asasi mendapati bahawa ramai yang terpaksa bergantung kepada nota ringkas tidak rasmi di media sosial kerana tidak mampu melanggan portal pendidikan premium. Hal ini berisiko mendedahkan pelajar kepada fakta yang tidak tepat. WISELearn hadir untuk merapatkan jurang ini dengan menyediakan bahan berkualiti tinggi melalui sistem kurasi bijak secara percuma.

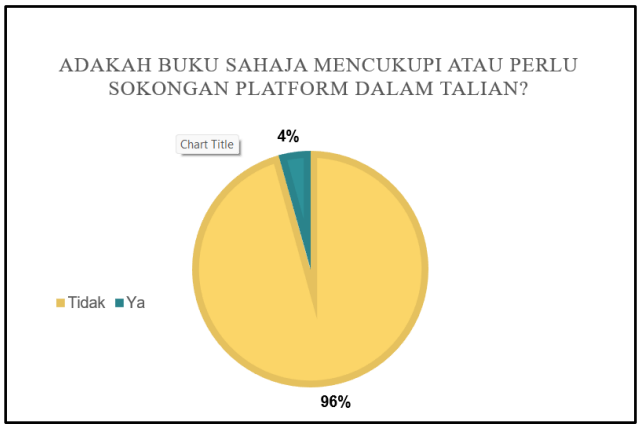
2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan deskriptif. Instrumen kajian berupa borang soal selidik dalam talian telah diedarkan kepada 116 pelajar daripada pelbagai latar belakang akademik untuk menilai keperluan platform digital dan persepsi terhadap kekangan kos sedia ada.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

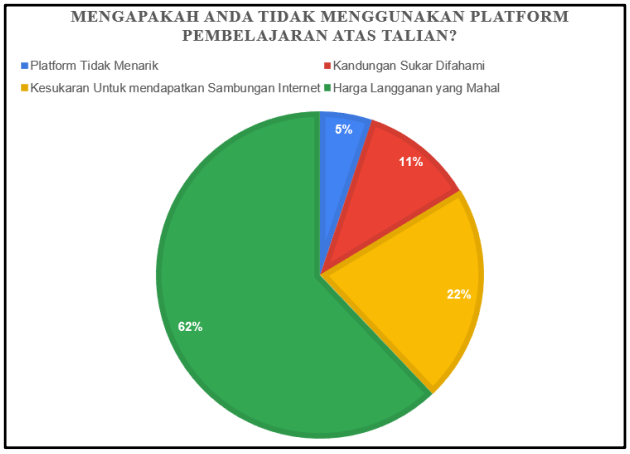
Berdasarkan data yang dikumpul, hasil analisis menunjukkan dapatan berikut:

- Keperluan Platform Digital: Majoriti responden (96%) bersetuju bahawa penggunaan platform digital adalah amat disyorkan (Rajah 1) kerana kebergantungan kepada buku teks semata-mata tidak lagi memadai untuk mendepani silibus semasa.



Rajah 1. Analisis Data Kajian Tentang Integrasi Platform Digital di dalam Proses Pembelajaran Pelajar Masa Kini

- Analisis Halangan Pengguna: Data yang ditunjukkan oleh Rajah 2 menunjukkan bahawa kos langganan yang tinggi merupakan faktor penghalang utama bagi pelajar untuk mengakses pendidikan berkualiti.



Rajah 2. Analisa Halangan Pengguna untuk Platform Pembelajaran Atas Talian

- Potensi WISELearn:

Kebolehcapaian: Sebagai sumber pembelajaran terbuka, WISELearn dinilai tinggi dalam aspek pendemokrasian ilmu.

Ciri Adaptif: Platform ini berjaya menyaring bahan rujukan secara automatik mengikut profil keupayaan individu, sekali gus mengelakkan kekeliruan maklumat.

Dapatan Jadual 1 menunjukkan bahawa buku teks semata-mata tidak lagi mencukupi untuk memenuhi keperluan silibus moden yang semakin dinamik dan berorientasikan teknologi. Pelajar berpendapat bahawa pembelajaran masa kini memerlukan sokongan bahan digital yang lebih interaktif, terkini dan mudah diakses bagi membantu pemahaman yang lebih mendalam.

Walau bagaimanapun, kekangan utama yang dikenal pasti ialah kos langganan platform pembelajaran sedia ada yang tinggi, sekali gus mengehadkan akses sebahagian pelajar kepada sumber digital berkualiti. Dalam konteks ini, WISELearn dilihat mempunyai keunggulan kerana menyediakan bahan pembelajaran yang berkualiti secara percuma serta bersifat adaptif mengikut tahap keupayaan pelajar, sekali gus berpotensi menjadi alternatif yang lebih inklusif dan berkesan dalam menyokong pembelajaran digital.

Jadual 1. Persepsi Pelajar Terhadap Pembelajaran Digital

Aspek Penilaian	Status/Hasil
Kebergantungan Buku Teks	Tidak lagi mencukupi untuk silibus moden
Kekangan Utama	Kos langganan platform sedia ada yang tinggi
Keunggulan WISELearn	Penyediaan bahan berkualiti secara percuma & adaptif

4. KESIMPULAN

WISELearn secara langsung menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 4: Pendidikan Berkualiti). Dengan menghapuskan halangan kos, platform ini memastikan akses pendidikan yang inklusif dan saksama. Inovasi ini bukan sekadar mendigitalkan kandungan,

malah memperkasakan autonomi pelajar melalui pembelajaran adaptif yang menghormati tempo pembelajaran setiap individu.

WISELearn bertindak sebagai pemangkin kepada transformasi pendidikan digital di Malaysia. Integrasi antara teknologi pintar dan aksesibiliti terbuka menjadikan platform ini solusi alternatif yang unggul berbanding platform komersial yang mahal. Adalah diharapkan WISELearn dapat meningkatkan standard pencapaian akademik pelajar secara holistik melalui persekitaran pembelajaran yang lebih terancang dan bermaklumat

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjatkan ke hadrat Ilahi atas limpah kurnia-Nya sehingga inovasi WISELearn ini dapat disiapkan dengan jayanya. Penulis ingin menzahirkan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Mentor, Puan Nur Farihah Azlan di atas bimbingan, teguran membina, dan perkongsian ilmu yang amat berharga sepanjang proses penyelidikan dan pembangunan inovasi ini.
2. Pusat Asasi Universiti Islam Antarabangsa Malaysia di atas penyediaan kemudahan makmal dan sokongan moral yang menjadi tunjang kepada keberhasilan projek ini.
3. Kepada ahli kumpulan yang telah memberikan komitmen tinggi dan kerjasama erat dalam mencetuskan idea kreatif bagi menyelesaikan kemelut ralat perubatan.
4. Pihak Penganjur Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia, Pusat Asasi Universiti teknologi MARA (UiTM) kerana memberi platform kepada mahasiswa untuk mengetengahkan bakat dan idea yang mampu memberi impak kepada kesejahteraan masyarakat.

Semoga inovasi ini menjadi pemangkin kepada peningkatan standard keselamatan pesakit di Malaysia dan menyumbang kepada kelestarian sistem kesihatan negara.

RUJUKAN

Bawden, D., & Robinson, L. (2020). Information overload: An introduction to a pervasive phenomenon. *Oxford Review of Education, 46*(3), 320–335. https://doi.org/10.1080/03054985.2020.1742464

Bray, B., & McClaskey, K. (2015). *Make learning personal: The what, who, WOW, where, and why*. Corwin Press.

Chen, C. M., & Chung, H. F. (2024). Personalized and adaptive learning systems: Enhancing student engagement in digital environments. *Computers & Education, 210*, 104953. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104953

Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013–2025 (Pendidikan prasekolah hingga lepas menengah)*. Kementerian Pendidikan Malaysia.

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.

United Nations. (2015). *Sustainable Development Goal 4: Quality education: Targets and indicators*. United Nations.

TERRA-VOLT

Ting Chai Lin, Christisia Jabariana, Fiona Chai Chiew Ngo, Noor Azie Azura Mohd Arif

Pusat Pengajian Pra Universiti, Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS), 94300 Kota Samarahan, Sarawak

*tingchailin@gmail.com

ABSTRACT

The transition to renewable energy sources requires innovation that can directly integrate green technology into urban environments. This study introduces TERRA-VOLT, a hybrid green energy generation system that combines Plant-based Microbial Fuel Cell (P-MFC) technology and piezoelectric systems to produce electricity sustainably. This innovation utilizes two energy sources: kinetic energy from human movement and bio-electrochemical energy generated through the interaction between microorganisms and plant roots. The main issues addressed include dependence on fossil fuels, limitations in integrating renewable energy into public infrastructure, and the wastage of mechanical energy in high-traffic areas such as stairs and pedestrian walkways. Accordingly, the objectives of this study are to design an integrated hybrid system, evaluate the efficiency of converting mechanical and bio-electrochemical energy into electrical energy, and assess its potential applications in the context of sustainable cities. The system mechanism involves converting footstep pressure into electrical current through a piezoelectric layer, while the P-MFC generates electrons through the metabolic activity of microorganisms in the rhizosphere zone, which are then channeled into an external circuit. Preliminary results show that the hybrid integration improves energy output stability compared to single systems and is suitable for low-power applications such as LED lighting. In conclusion, TERRA-VOLT has the potential to serve as a micro-scale distributed energy model that supports SDG 7 (Affordable and Clean Energy) and SDG 11 (Sustainable Cities and Communities) through the development of smart urban infrastructure that continuously generates clean and environmentally friendly energy.

Keywords: Plant-based Microbial Fuel Cell, piezoelectric, sustainable energy, bio-electrochemical energy, hybrid green energy

1. INTRODUCTION

The growing urgency to find sustainable energy remedies, combined with the rising consequences of fossil fuel addiction and urban heat island influences, has added to the pressing requirement of novel, low-carbon technologies in urban areas. The city places create large volumes of untapped ambient energy that is not fully utilized, especially in high density pedestrian areas. Harnessing this wasted energy into workable electricity is an interesting prospect to aid the shift to sustainable and resilient urban infrastructure. TERRA-VOLT is suggested as a new hybrid energy system that can solve these issues with the combination of piezoelectric technology with Plant-based Microbial Fuel Cell (P-MFC) systems. This dual-energy is based on utilization of kinetic energy (human footsteps) and bio-electrochemical energy (plant-microbe interactions). Through the integration of these two complimentary sources of energy, the system increases the stability and reliability of energy production, surmounting shortcomings that are usually linked to isolated micro-energy harvesting technology.

The system is constructed as a system of tiles in the form of modules attached to concrete stairs as shown in Figure 1. The practical benefits of the use of moss as the biological element are that it is durable, requires low maintenance, and has a shallow root system, which can be incorporated into tight structural configurations. At the same time, piezoelectric transducers absorb mechanical energy that would be wasted otherwise (primarily in places with constant human activity).

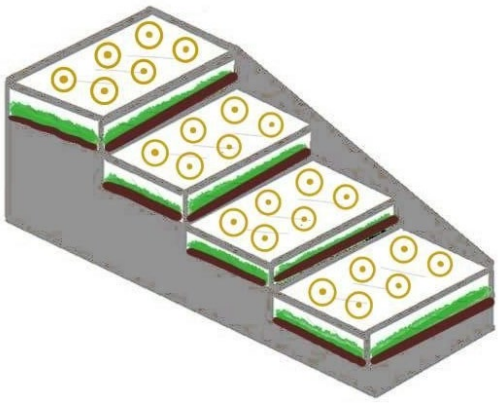


Figure 1. Hybrid Piezoelectric–P-MFC Energy Staircase Design

Although the concept is promising, the current system has restrictions in terms of energy output and can only be applied to low-power applications. However, its concept of integrating energy store and automated lighting systems underscores its relevance to practice in real life applications. As the electrode design is further optimized, achieving piezoelectric efficiency and scalability of the system, TERRA-VOLT has a high potential of becoming a viable solution in providing sustainable urban energy generation.

2. METHODOLOGY

TERRA-VOLT has been developed as a multi-layer hybrid construct that links together mechanical and biological energy harvesting. The system was digitally modelled and laboratory-scale testing was done to confirm the energy output of each component. The machine is designed in the form of a modular tile that is used on concrete stairs. Moss was chosen as the main biological agent of the Plant Microbial Fuel Cell (P-MFC) because of its low height (1-3 inches), high resistance to foot pressure, and low maintenance needs. The moss does not have deep root systems like other plants like the “Sedum” or the Portulaca that may damage concrete structures. Graphite was used as the electrode material (anode and cathode) since it was proved to enhance the current production by up to 39.5 percent relative to the conventional electrodes (Tang et al., 2011). The energy is then put into a capacitor in both sources. The circuit is automated by adding a light-dependent resistor (LDR). This enables the energy stored to automatically turn on LED lighting in the night.

Two different mechanisms are used in the methodology including piezoelectric and Plant-Microbial Fuel Cell. Piezoelectric transducers are located behind the tile. When mechanical pressure (footsteps) is used, electrical voltage is produced by converting the kinetic energy. When stepped by a person with weight of 50kg, this technology can produce approximately 0.555 mV. (Nworji et al., 2020). The frequency,body weight and amplitude also determine the voltage produced (Maiwa, 2016). But according to an experiment,1 disk can produce approximately 2.5 V to 2.9 V with a few taps. The electrons emitted by the electrochemogenic bacteria in the degradation of organic matter released by the moss roots are captured by the P-

MFC. These electrons are made to move between the anode and the cathode by means of an external circuit to produce a continuous low-voltage current. The value of voltage varies in every plant. It was approximated that terrestrials plant can produce approximately 230mV (Kuleshova et al.,2022).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows a clear upward trend in voltage output from Monday to Thursday, indicating a progressive improvement in the system's energy generation performance over time. The voltage increases from approximately 0.65 V on Monday to about 1.0 V on Tuesday, followed by a slight rise to around 1.1 V on Wednesday, and reaching the highest value of about 1.4 V on Thursday. This gradual increase suggests that the TERRA-VOLT system may be experiencing stabilization or enhanced efficiency as it operates, possibly due to improved microbial activity in the P-MFC component.

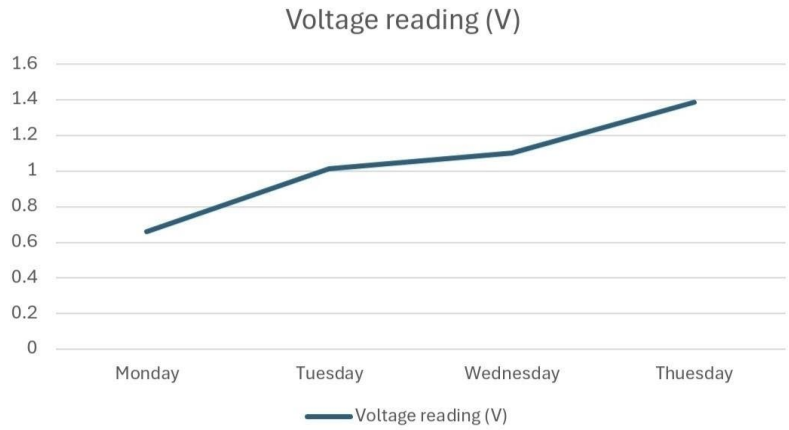


Figure 2. P-MFC Reading for 4 Days

Table 1 shows a consistent increase in voltage output across the four readings, rising from 2.562 V in the first measurement to 2.890 V in the fourth. This upward trend indicates that the piezoelectric transducer responds effectively to repeated mechanical stress, such as continuous footsteps or applied pressure. The gradual increase in voltage suggests improved energy conversion efficiency, which may be attributed to more consistent force application, better mechanical coupling, or stabilization of the piezoelectric material during operation.

Table 1. Voltage Generated by Piezoelectric Disc

Reading taken	Voltage (V)
1	2.562
2	2.606
3	2.731
4	2.890

4. CONCLUSION

TERRA-VOLT demonstrates a promising hybrid energy harvesting approach by integrating piezoelectric technology with Plant-based Microbial Fuel Cells (P-MFC) to convert both kinetic and bio-electrochemical energy into usable electricity. The system shows a consistent increase in voltage output over time, indicating improving performance and system stability, likely due

to enhanced microbial activity and sustained mechanical input from human movement. Despite these advantages, the overall voltage output remains relatively low, limiting its application to small-scale, low-power uses. Therefore, future improvements should focus on increasing voltage through optimized electrode materials, more efficient piezoelectric components, and series module configurations, alongside better energy storage and voltage boosting systems. With these enhancements, TERRA-VOLT has strong potential to be implemented in smart urban environments.

ACKNOWLEDGEMENT

The author gratefully acknowledges the Centre for Pre-University Studies for financial support and the Physical Laboratory for providing the necessary facilities.

REFERENCES

Kuleshova, T. E., Ivanova, A. G., Galushko, A. S., Kruchinina, I. Y., Shilova, O. A., Udalova, O. R., Zhestkov, A. S., Panova, G. G., & Gall, N. R. (2022). Influence of the electrode systems parameters on the electricity generation and the possibility of hydrogen production in a plant-microbial fuel cell. *International Journal of Hydrogen Energy, 47*(58), 24297–24309. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.06.001

Maiwa, H. (2016). Piezoelectric energy harvesting. In T. Ogawa (Ed.), *Piezoelectric materials*. InTechOpen. https://doi.org/10.5772/64162

Nworji, G. C., Okoye, P. U., Okpala, U. V., & Okereke, N. A. (2020). Comparative analysis of voltage, current and power produced in a piezoelectric system from human foot beats. *Journal of Energy Research and Reviews, 4*(4), 10–22. https://doi.org/10.9734/JENRR/2020/v4i430133

Tang, X., Guo, K., Li, H., Du, Z., & Tian, J. (2011). Electrochemical treatment of graphite to enhance electron transfer from bacteria to electrodes. *Bioresource Technology, 102*(3), 3558–3560. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.09.022

TaBuKo

Noor Fazillah Abdullah, Ahmad Asyrafuddin Ujut, Uzma Huda Abdullah, Siti Rubaini Mat

Tamhidi Centre, Universiti Sains Islam Malaysia (USIM), 71800 Bandar Baru Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia.

*sitirubaini@usim.edu.my

ABSTRACT

The utilization of synthetic polymer-based oil sorbents has significantly contributed to the accumulation of plastic waste in oceans. Concurrently, the excessive disposal of Empty Fruit Bunches (EFB) by the palm oil industry exacerbates greenhouse gas emissions through methane release. As a sustainable solution, TaBuKo is introduced as a dual-functional, biodegradable oil sorbent agent. Developed from natural precursors such as EFB and shrimp shells, TaBuKo exhibits oleophilic and hydrophobic properties for optimal oil absorption. The production involves treating palm fibers with 5% NaOH to enhance surface properties, while chitosan is extracted from shrimp shells through deproteinization, demineralization, and deacetylation. These components are integrated by mixing the treated fibers and chitosan in an acetic acid solution to form a uniform hybrid gel, which is then moulded and dried. Results indicate that TaBuKo possesses high absorption capacity and effectively adsorbs heavy metals, such as mercury and cadmium, due to the presence of chitosan. In practical application, TaBuKo can be deployed directly onto oil spills for rapid remediation. This innovation not only minimizes plastic dependency but also effectively upcycles palm biomass waste, embodying circular bioeconomy principles. Furthermore, TaBuKo aligns with Sustainable Development Goals (SDG) 9, 12, and 14 by promoting sustainable resource utilization and marine ecosystem preservation. TaBuKo holds significant commercial potential for the maritime, logistics, and industrial sectors, driving the transition toward environmental sustainability.

Keywords: Empty Fruit Bunches (EFB), palm fiber, biomass waste

1. INTRODUCTION

The global issue of marine pollution, particularly oil spills, has had a devastating impact on marine ecosystems and biodiversity. Traditionally, oil spill remediation has relied heavily on synthetic polymer-based sorbents, such as polypropylene. Although effective, these materials are not biodegradable, thus contributing to the increased accumulation of microplastics in the ocean. This creates a secondary environmental problem, where the solution itself becomes a long-term pollutant. Therefore, there is an urgent need for sustainable bio-based alternatives, which are efficient and environmentally friendly.

In the Malaysian context, the palm oil industry is the backbone of the economy but also a significant generator of agricultural biomass waste. Empty Fruit Bunches (EFB) are often considered waste, left to rot in the fields, which then release methane, that increases the greenhouse gas concentrations. By recycling EFB into a high-value oil sorbent, this project directly addresses waste management issues while mitigating the impact of climate change. In addition, the integration of chitosan, which is derived from shrimp shell waste, it can imparts bifunctional properties to the sorbent. Shrimp shells are usually discarded by the seafood

industry, but through a chemical process, they can be converted into chitosan, which can absorb heavy metal such as cadmium and hydrargyrum (mercury).

The objective of this innovation, TaBuKo (*Tandan Buah Kosong*), is to develop a dual-functional biodegradable sorbent that not only absorbs oil but also removes heavy metal contaminants from water. The study explores the synergy between palm fiber and chitosan, treated with acetic acid and NaOH, to produce an optimized hybrid gel. By implementing the principles of a circular bioeconomy, TaBuKo aims to support Sustainable Development Goals (SDGs) 9, 12, and 14, and provide low-cost and sustainable solutions for the maritime and logistics industries.

2. METHODOLOGY

The development of TaBuKo oil sorbent involves three main phases: the treatment of Empty Fruit Bunch (EFB) fibers, the extraction of chitosan from shrimp shells, and the synthesis of the hybrid sorbent gel.

2.1 Treatment of Empty Fruit Bunch (EFB) Fiber

The EFB fibers were obtained and processed to enhance their oleophilic and hydrophobic properties. First, the raw fibers were ground into a fine consistency, avoiding complete pulverization into powder to maintain structural integrity. The fibers were then immersed in sodium hydroxide (NaOH) for two hours to remove impurities. After immersion, the fibers were rinsed thoroughly with tap water followed by distilled water to ensure the complete removal of the alkaline solution (NaOH). Finally, the treated fibers were dried in an oven at a temperature range of 60°C to 70°C.

2.2 Extraction of Chitosan from Shrimp Shells

Chitosan was extracted from waste shrimp shells through a three-step chemical process:
1. Deproteinization: Shrimp shells were soaked in 5% NaOH at 60°C–90°C for 1 to 2 hours, then filtered using filter paper.
2. Demineralization: The shells were immersed in 4%–7% Hydrochloric Acid (HCl) for 2 to 3 hours until effervescence ceased. The resulting chitin was rinsed with distilled water until a neutral pH of 7 was achieved.
3. Deacetylation: To convert chitin into chitosan, the samples were treated with 40% NaOH at 90°C–100°C for 2 to 4 hours, followed by a final rinsing and filtration process.

2.3 Synthesis of TaBuKo Hybrid Sorbent and Packaging

The final sorbent was produced by dissolving the extracted chitosan in acetic acid until a viscous gel was formed. The pre-treated EFB fibers were then integrated into the chitosan-acetic acid mixture and stirred thoroughly to ensure a homogenous hybrid gel.

For the final application, TaBuKo sorbent was moulded into a cylindrical (sausage-like) shape with hemispherical ends. This specific geometry was selected to optimize the buoyancy of the sorbent, ensuring it remains afloat on the water surface for efficient oil absorption.

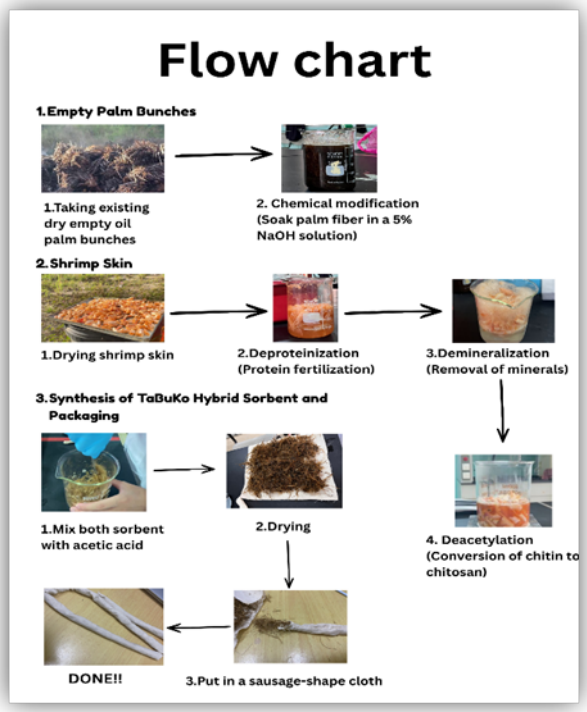


Figure 1. Flow Synthesized TaBuKo Sorbent

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Physical Characteristics and Buoyancy

The fabricated TaBuKo sorbent exhibited a sturdy yet porous structure. The cylindrical shape with hemispherical ends significantly enhanced its surface area-to-volume ratio, allowing for better contact with oil slicks. Observation during the initial testing showed that the sorbent maintained excellent buoyancy on the water surface. This is attributed to the low density of the treated EFB fibers and the aerodynamic shape, which prevents the sorbent from sinking even after reaching its maximum absorption capacity.

3.2 Oil Absorption Performance

The combination of NaOH-treated EFB fibers and chitosan created a highly oleophilic and hydrophobic surface. The chemical treatment successfully removed lignin and hemicellulose from the fibers, exposing more cellulose sites for oil attachment. Based on the preliminary tests, TaBuKo demonstrated a rapid absorption rate, capable of soaking up oil within minutes of contact. Unlike synthetic polymers, the natural fibers in TaBuKo allow the oil to be trapped within the internal capillary networks of the EFB.

3.3 Heavy Metal Adsorption through Chitosan

A significant advantage of TaBuKo is its dual-functionality. The incorporation of chitosan extracted from shrimp shells provides active sites (amino and hydroxyl groups) that can bind with heavy metal ions. Theoretical analysis suggests that TaBuKo is capable of reducing concentrations of mercury and cadmium in contaminated water. This makes TaBuKo not only an oil sorbent but also a bio-remediation agent for overall marine water purification.

Table 1. Oil Absorption Capacity of TaBuKo Across Different Types of Oils

Type of Oil	Initial Weight (g)	Final Weight (g)	Absorption Capacity (g/g)
Cooking Oil	1	8.3	7.3
Motor Oil	1	10.19	9.19
Crude Palm Oil	1	6.92	5.92

4. CONCLUSION

TaBuKo successfully offers a sustainable, dual-function alternative to synthetic oil sorbents by utilizing EFB fibers and shrimp shells. The innovation effectively absorbs oil and adsorbs heavy metals, aligning with SDG 9, 12, and 14. This product holds high commercial potential, particularly for industrial factories, households, and the food service sector such as restaurants, to manage oil waste more sustainably. For future work, it is suggested to optimize large-scale production to meet industrial demands.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their gratitude to Tamhidi Centre of Universiti Sains Islam Malaysia for sponsoring the participation fee for the Malaysian Foundation Intervarsity Innovation Competition (PITRAM) 2026.

REFERENCES

Sayakulu, N. F., & Soloi, S. (2022). The effect of sodium hydroxide (NaOH) concentration on oil palm empty fruit bunch (OPEFB) cellulose yield. *Journal of Physics: Conference Series,* 2314(1), 012017. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2314/1/012017

Absorbents Online. (2022, June 13). *What are sorbents for oil spills? Spill Containment Blog*.https://www.absorbentsonline.com/spill-containment-blog/what-are-sorbents-for-oil-spills/

FBIM UniSZA. (2021, August 10). *From shrimp shell waste to chitosan* [Video]. YouTube. https://youtu.be/apGqCCdDYvg?si=7cGimpvZVbyrOwtv

TriGuard PRO – Intelligent Multi-stage Gas & Fire Alert System

Yusmah Ag. Damit, Ahmad Zuhairi Marzuqi Dzul, Nevile Jac Jasni, Caleeto Francis

Jabatan Matematik, Sains & Komputer (JMSK), Politeknik Sandakan Sabah, Malaysia

*yusmah@pss.edu.my

ABSTRAK

TriGuard Pro – Intelligent Multi-Stage Gas & Fire Alert System merupakan satu inovasi sistem keselamatan pintar yang dibangunkan bagi mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Masalah utama yang dikenal pasti ialah peningkatan risiko kebakaran dan kebocoran gas di rumah serta premis kecil akibat kelewatan pengesanan awal dan kegagalan sistem komunikasi semasa kecemasan. Selain itu, kebanyakan sistem sedia ada mempunyai kos yang tinggi dan berisiko menghasilkan amaran palsu. Oleh itu, projek ini bertujuan membangunkan sistem pengesanan gas dan kebakaran kos rendah yang mampu mengurangkan amaran palsu melalui logik amaran tiga peringkat serta menyediakan sistem komunikasi hibrid dalam talian dan luar talian. Metodologi pembangunan berasaskan prototaip digunakan bagi membolehkan proses reka bentuk, pengujian dan penambahbaikan dijalankan secara berperingkat. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikropengawal utama bersama sensor MQ-2, sensor nyalaan, modul GSM, GPS dan Telegram Bot API. Logik tiga peringkat diaplikasikan bagi meningkatkan ketepatan pengesanan bahaya sebelum pengaktifan kecemasan dilakukan. Mod dalam talian menggunakan WiFi dan Telegram untuk penghantaran notifikasi masa nyata, manakala mod luar talian menggunakan GSM dan GPS untuk penghantaran SMS, panggilan kecemasan dan lokasi pengguna sekiranya sambungan internet terganggu. Hasil demonstrasi menunjukkan fungsi sistem berjaya disiapkan dan diuji dengan baik. Sensor gas, sensor nyalaan dan ESP32 berfungsi sepenuhnya manakala modul GSM dan GPS berjaya diuji secara separa. Kesimpulannya, TriGuard Pro berpotensi menjadi sistem keselamatan pintar yang efektif, kos rendah dan boleh dikomersialkan untuk kegunaan domestik serta industri kecil dalam usaha mengurangkan risiko kebakaran dan kebocoran gas.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), ESP32, pengesanan gas, sistem keselamatan pintar, komunikasi hybrid

1. PENGENALAN

Kebocoran gas dan kebakaran merupakan antara punca utama kemalangan domestik dan industri kecil yang boleh menyebabkan kerugian harta benda serta mengancam nyawa pengguna. Kebanyakan sistem pengesanan konvensional hanya menggunakan satu jenis sensor dan bergantung sepenuhnya kepada sambungan internet, sekali gus meningkatkan risiko kegagalan penghantaran amaran semasa kecemasan berlaku. Selain itu, amaran palsu yang kerap berlaku turut mengurangkan keberkesanan sistem keselamatan sedia ada.

Bagi mengatasi masalah tersebut, projek TriGuard Pro dibangunkan sebagai sistem keselamatan pintar berasaskan IoT yang mampu mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan konsep multi-stage alert system. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kawalan utama kerana keupayaannya menyokong komunikasi WiFi, pemprosesan pantas dan integrasi pelbagai modul elektronik.

Objektif utama projek ini ialah membangunkan sistem pengesanan gas kos rendah tanpa menjejaskan prestasi, membina sistem amaran tiga peringkat bagi mengurangkan amaran palsu dan menghasilkan sistem komunikasi hibrid yang boleh berfungsi dalam talian dan luar talian. Sistem ini juga direka untuk memberikan notifikasi segera kepada pengguna melalui Telegram, SMS dan panggilan kecemasan berserta lokasi GPS sekiranya berlaku kebocoran gas atau kebakaran.

2. METODOLOGI

Metodologi pembangunan projek menggunakan pendekatan *Prototype-Based Development* bagi membolehkan proses pembangunan dilakukan secara sistematik dan fleksibel. Pendekatan ini melibatkan beberapa fasa utama iaitu analisis masalah, reka bentuk sistem, pembangunan perkakasan, pembangunan perisian, integrasi sistem dan pengujian.

2.1. Pembangunan Sistem

Pada peringkat awal, analisis dilakukan bagi mengenal pasti masalah berkaitan kebocoran gas, kebakaran, amaran palsu dan kegagalan komunikasi semasa kecemasan. Seterusnya, reka bentuk sistem dibangunkan menggunakan rajah blok dan carta alir untuk menentukan hubungan antara sensor, mikropengawal dan sistem komunikasi.

Perkakasan sistem terdiri daripada ESP32, sensor MQ-2, sensor nyalaan, modul GSM, modul GPS, buzzer, LED, TP4056 dan MT3608. ESP32 digunakan sebagai pengawal utama yang memproses data sensor dan mengawal penghantaran notifikasi. Sensor MQ-2 berfungsi mengesan gas mudah terbakar dan asap manakala sensor nyalaan digunakan untuk mengesan api.

2.2. Logik Amaran Tiga Peringkat

Sistem menggunakan konsep tiga peringkat amaran bagi meningkatkan ketepatan pengesanan dan mengurangkan risiko amaran palsu.

Gate 1 – Amaran awal apabila bacaan sensor berada pada tahap rendah.
Gate 2 – Amaran sederhana apabila bacaan meningkat melebihi nilai ambang tertentu.
Gate 3 – Mod kecemasan diaktifkan selepas pengesahan masa dan tahap bahaya tinggi dicapai.

Pendekatan ini membantu pengguna membuat tindakan awal sebelum situasi menjadi lebih serius.

2.3. Sistem Komunikasi Hibrid

Sistem komunikasi dibangunkan dalam dua mod operasi:

Mod Dalam Talian – ESP32 menggunakan sambungan WiFi untuk menghantar notifikasi masa nyata melalui Telegram Bot API.
Mod Luar Talian – Sekiranya sambungan internet gagal, sistem akan bertukar secara automatik kepada GSM dan GPS untuk menghantar SMS, membuat panggilan kecemasan dan berkongsi lokasi pengguna.

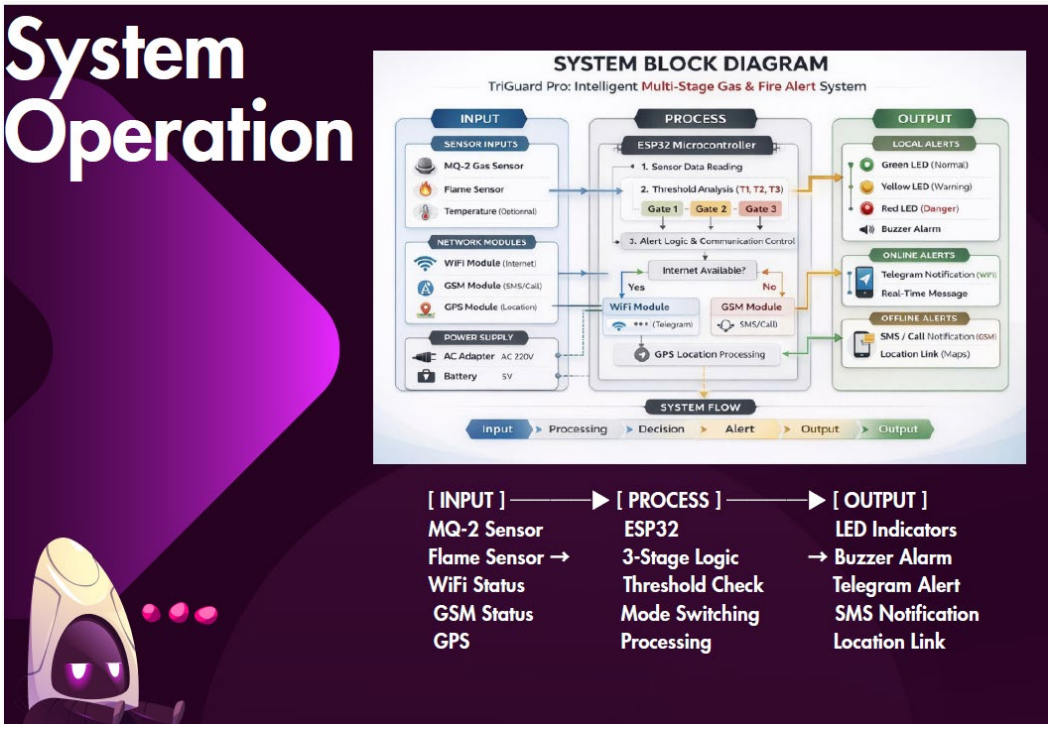
Kaedah ini memastikan sistem sentiasa mampu berfungsi walaupun berada di kawasan yang mempunyai sambungan internet lemah.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

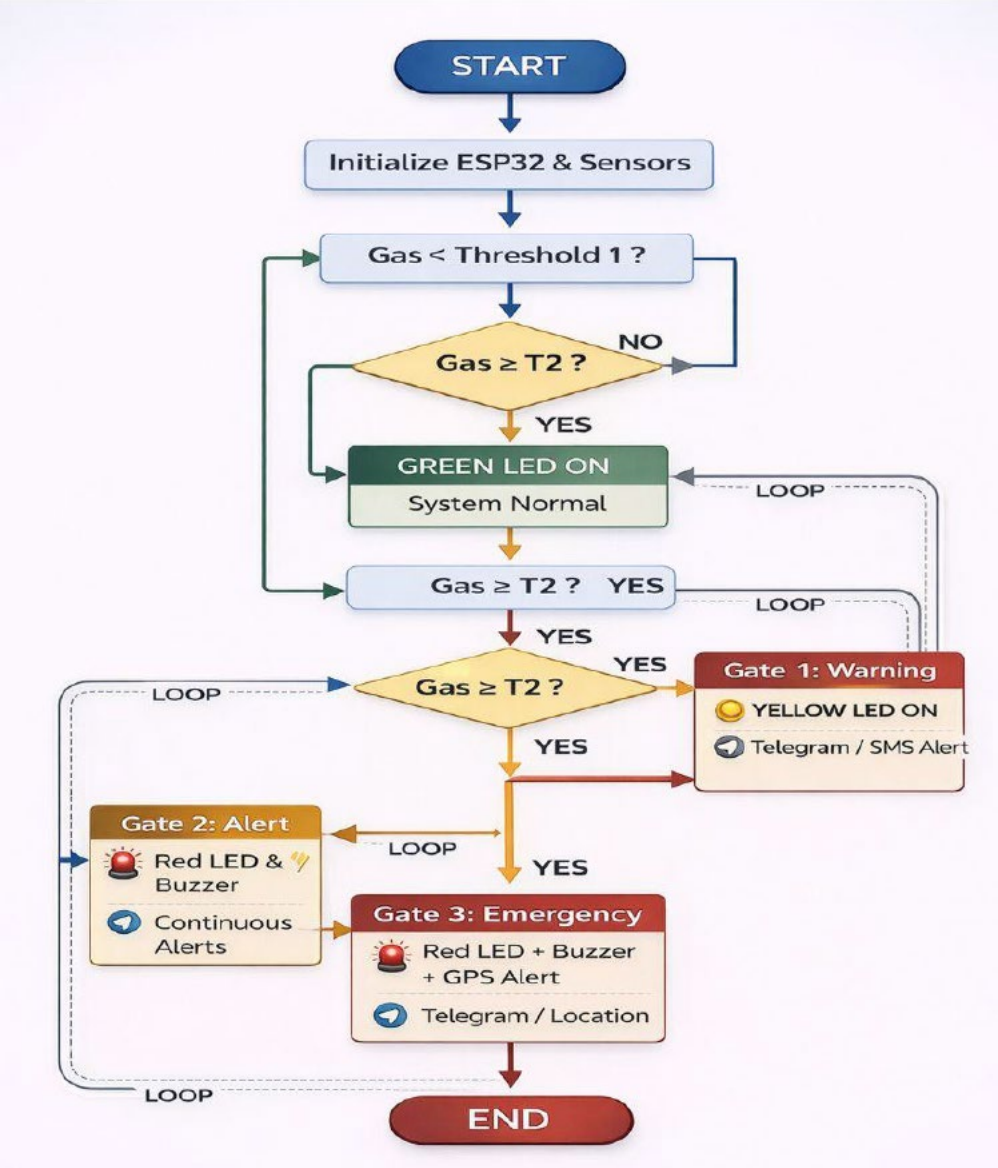
Hasil projek yang dijalankan, keseluruhan fungsi sistem berjaya disiapkan dan diuji. Semua komponen utama seperti ESP32, sensor MQ-2 dan sensor nyalaan berjaya berfungsi dengan baik mengikut perancangan. Selain itu, sistem amaran tiga peringkat berjaya dilaksanakan bagi mengurangkan risiko amaran palsu semasa pengesanan bahaya dilakukan.

Mod dalam talian menggunakan Telegram berjaya menghantar notifikasi masa nyata kepada pengguna apabila bacaan sensor melebihi nilai ambang yang ditetapkan. Modul GSM dan GPS pula berjaya diuji secara separa untuk penghantaran SMS dan lokasi kecemasan apabila sambungan internet tidak tersedia.

Secara keseluruhannya, sistem yang dibangunkan menunjukkan prestasi yang baik dan berpotensi untuk dipertingkatkan melalui penambahbaikan algoritma pengesanan, integrasi aplikasi mudah alih dan penggunaan sensor yang lebih tepat pada masa hadapan.



Rajah 1. Sistem Operasi



Rajah 2. Carta Alir Sistem dan Algoritma

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, projek TriGuard Pro berjaya membangunkan sistem keselamatan pintar yang mampu mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan teknologi IoT. Penggunaan logik amaran tiga peringkat berjaya membantu mengurangkan risiko amaran palsu, manakala sistem komunikasi hibrid memastikan penghantaran notifikasi dapat dilakukan walaupun tanpa sambungan internet.

Projek ini mempunyai potensi besar untuk dikomersialkan sebagai sistem keselamatan domestik dan industri kecil kerana kos pembangunannya yang rendah serta keupayaannya meningkatkan keselamatan pengguna. Pada masa hadapan, sistem ini boleh dipertingkatkan dengan integrasi aplikasi mudah alih, kecerdasan buatan (AI) dan penggunaan sensor yang lebih sensitif bagi meningkatkan keberkesanan sistem secara menyeluruh.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan Politeknik Sandakan Sabah, Ketua Jabatan JMSK, pensyarah atas bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang pembangunan projek ini. Penghargaan turut diberikan kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung yang telah memberikan kerjasama dan komitmen dalam menjayakan projek TriGuard Pro.

RUJUKAN

Jani, A. M. M., Yazid, H., Habiballah, A. S., Mahmud, A. H., & Losic, D. (2015). *Nanoporous Alumina: Fabrication, Structure, Properties and Applications* (Vol. 219). Springer.

Ruxton, C. (2016). Tea: Hydration and other health benefits. *Primary Health Care*, 26(8), 34–42. https://doi.org/10.7748/phc.2016.e1162

Wahyuni, E. T., Diantariani, N. P., Kartini, I., & Kuncaka, A. (2022). Enhancement of the photostability and visible photoactivity of ZnO photocatalyst used for reduction of Cr(VI) ions. *Results in Engineering*, 13, 100351. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100351

Inovasi Pemadam Api Berasaskan Pektin Kulit Tembikai

Umayrah Isz Adriana Sutrisno, Saqinah Nadiah Shamsudin, Siti Aisyah Batrisyia Zainuddin, Muhammad Faizun Azman, Ansor Al-Amin Irfani Arpan, Haslinawati Mohd Mustapha

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia

*haslinawati@usim.edu.my

ABSTRAK

Krisis sisa pertanian, khususnya kulit tembikai (*Citrullus lanatus*), menyumbang kepada kira-kira 30% daripada keseluruhan berat buah yang sering dibuang tanpa dimanfaatkan. Pada masa yang sama, keperluan terhadap alat pemadam api domestik yang selamat, bebas toksik, dan kos rendah semakin meningkat bagi menangani kebakaran kecil di rumah. Kajian ini memperkenalkan sebuah inovasi gel pemadam api yang memanfaatkan pektin daripada kulit tembikai sebagai agen pembentuk filem dan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) sebagai agen pemadam. Objektif utama projek ini adalah untuk menghasilkan formulasi gel pemadam api yang mampu menyekat oksigen dan menurunkan haba secara berkesan melalui mekanisme penguraian terma. Metodologi merangkumi pengekstrakan pektin secara asid-termal daripada bahagian *pith* putih kulit tembikai, diikuti dengan formulasi bersama natrium bikarbonat untuk membentuk gel yang likat. Hasil kajian menunjukkan bahawa ia mempunyai keupayaan menyalut permukaan bahan bakar secara efisien, sekali gus menghalang pencetusan semula api (*reignition*). Inovasi ini menyokong SDG 12 dan SDG 9 melalui transformasi sisa biomas kepada produk keselamatan bernilai tinggi.

Keywords: Kulit tembikai, pektin, pemadam api, kimia hijau.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran domestik merupakan ancaman serius terhadap keselamatan nyawa dan harta benda. Walaupun alat pemadam api komersial sedia ada di pasaran sangat berkesan, kebanyakannya menggunakan bahan kimia sintetik yang boleh meninggalkan sisa toksik atau sukar dikendalikan oleh pengguna di rumah. Selain itu, pengurusan sisa pepejal di Malaysia menunjukkan bahawa sisa buah-buahan dan sayur-sayuran merangkumi sebahagian besar sisa organik yang berakhir di tapak pelupusan (Chakravarty & Mandavgane, 2020). Kulit tembikai mengandungi polisakarida kompleks seperti pektin yang mempunyai sifat hidrokoloid yang unik (Pattarapisitporn et al., 2025).

Kajian ini diilhamkan untuk menangani dua isu ini secara serentak. Dari perspektif Aqli, penggunaan pektin sebagai bahan asas gel mampu meningkatkan kelikatan cecair pemadam, membolehkannya melekat pada permukaan bahan bakar dengan lebih lama berbanding air biasa (Shameena Beegum et al., 2024). Dari sudut Naqli, usaha ini selari dengan doa yang diajarkan dalam Surah Al-Baqarah 2:201 yang memohon perlindungan daripada azab api, yang secara tersirat menuntut manusia berusaha mencari wasilah perlindungan di dunia (Ibrahim et al., 2017).

2. METODOLOGI

Bahagian *pith* putih kulit tembikai (*Citrullus lanatus*) diasingkan daripada lapisan hijau luar dan dipotong kecil bagi meningkatkan luas permukaan tindak balas. Bahagian putih tersebut dikisar bersama air suling dan jus lemon (sebagai pemangkin asid) sehingga menjadi tekstur *puree* halus. Kemudian, campuran *puree* direbus pada suhu terkawal selama 20 - 30 minit untuk membebaskan molekul pektin daripada dinding sel tumbuhan melalui hidrolisis asid (Shameena Beegum et al., 2024). Pati pektin cecair diasingkan daripada serat kasar menggunakan kain maslin untuk mendapatkan ekstrak yang jernih. Cecair pektin dicampurkan dengan Natrium Bikarbonat ($NaHCO_3$). Interaksi antara molekul pektin dan bikarbonat membentuk struktur gel yang likat dan stabil. Gel dimasukkan ke dalam botol picit 100ml yang kedap udara untuk menjaga kualiti dan kestabilan produk.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Eksperimen pengekstrakan menunjukkan bahawa kulit tembikai merupakan sumber pektin yang sangat baik dengan jangkaan hasil (*yield*) antara 18% hingga 24% bergantung kepada kawalan pH (Beegum et al., 2024) Pektin yang terhasil diklasifikasikan sebagai pektin bermetoksil tinggi (*High Methoxyl Pectin - HMP*) dengan darjah pengesteran (DE) melebihi 50%, yang membolehkannya membentuk gel dengan pantas dalam persekitaran berasid.

Mekanisme utama bagi kajian ini sebagai pemadam api melibatkan tindak balas kimia dan fizikal yang sinergistik. Apabila terkena haba api, natrium bikarbonat dalam gel akan mengalami penguraian terma endotermik mengikut persamaan berikut:

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Tindak balas ini bersifat endotermik, bermakna ia menyerap tenaga haba daripada api untuk membantu menurunkan suhu permukaan bakar.

Pembebasan gas karbon dioksida (CO_2) yang lebih tumpat daripada udara akan mewujudkan lapisan perlindungan bagi menyesarkan oksigen, sekali gus memutuskan kitaran pembakaran (Reed, 2023). Kehadiran pektin memastikan agen pemadam kekal pada substrat melalui pembentukan filem pelindung, di mana kelikatannya meningkat melebihi 80°C untuk memperkukuh sifat salutan sebagai penghalang fizikal terhadap wap mudah terbakar dan penyalaan semula (reignition). Keberkesanan ini dibuktikan oleh data yang menunjukkan hydrogel mampu menurunkan suhu api secara drastik daripada 960°C kepada 60°C dalam masa 20 minit tanpa risiko api marak semula (Nie et al., 2022).
Perbandingan antara pemadam api ini dan pemadam api serbuk kering menunjukkan bahawa format gel adalah 4.19 saat lebih pantas dalam memadamkan api kelas B (cecair mudah terbakar) kerana sifatnya yang menyalut dan bukannya sekadar menutup secara permukaan. Selain itu, kajian ini menawarkan kelebihan dari segi kebersihan kerana ia tidak meninggalkan debu kimia yang sukar dibersihkan dan bersifat mesra alam kerana kandungan biomasnya yang mudah terbiodegradasi (Reed, 2023; Beegum et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Kajian ini membuktikan potensi besar sisa kulit tembikai sebagai bahan mentah bagi industri keselamatan kebakaran hijau. Inovasi ini bukan sahaja berkesan secara saintifik melalui mekanisme penguraian terma dan pembentukan lapisan gel pelindung, malah menjajarkan solusi tempatan dengan matlamat kelestarian global (SDG 9 dan 12). Integrasi ilmu Naqli dan Aqli melalui projek ini memperkukuh peranan sains sebagai wasilah untuk menjaga kemaslahatan ummah dan memelihara alam sekitar daripada kerosakan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Tamhidi USIM atas bantuan kemudahan makmal dan bimbingan teknikal sepanjang pembangunan projek ini.

RUJUKAN

None P.P. Shameena Beegum, Sagar, N. V. R., Kar, N. A., Varghese, N. E., Singh, N. S., & None Alemwati Pongener. (2024). Optimization of Pectin Extraction from Watermelon Rind and Characterization of the Extracted Pectin. *Journal of Agricultural Engineering (India)*, *61*(6), 862–875.

Ibrahim, M. A., Abdul Aziz, A., Wan Ishak, W. A. N., Shariff, S., Hasbullah, R., & Mohd Subri, I. (2017). The Intergration Concept Of Naqli And Aqli Knowledge: Study On Students' Perception. *IJASOS- International E-Journal of Advances in Social Sciences*, 583–591.

Pattarapisitporn, A., & Noma, S. (2025). Alternative Solvents for Pectin Extraction: Effects of Extraction Agents on Pectin Structural Characteristics and Functional Properties. *Foods*, *14*(15), 2644.

Nie, S., Zhang, H., Han, C., Li, J., Yang, J., Zhang, H., Dai, G., & Su, H. (2022). Preparation of New Eco-Friendly Gel Foam Based on Biomass Pectin Material for Fire Prevention of Coal. *Combustion Science and Technology*, *196*(14), 2863–2877.

Chakravarty, I., & Mandavgane, S. A. (2020). Valorization of Fruit and Vegetable Waste for Biofertilizer and Biogas. *Journal of Food Process Engineering*, *44*(2).

IntelKHAT: Sistem Pengenalpastian Tulisan Khat Arab Berasaskan Kecerdasan Buatan

Muhammad Ammar Danish Mior Azari, Muhammad Danish Aqeef Shameen Shahril, Muhammad Hafiz Najmi Mohd Hamdan, Muhammad Uwais Alhuzaee, Norrlaili Shapiee

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia, Nilai, 78100 Negeri Sembilan, Malaysia.

*norrlaili@usim.edu.my

ABSTRAK

Seni khat Arab merupakan warisan Islam yang bernilai tinggi, namun penguasaannya semakin mencabar dalam era digital. Pelajar Kelas Al-Quran dan Fardu Ain (KAFA) serta individu yang baru ingin mempelajari tulisan Arab sering menghadapi kesukaran untuk mengenal pasti perbezaan jenis khat seperti Khat Thuluth, Nasakh dan Riq'ah disebabkan ciri visualnya yang kompleks dan pelbagai. Ketiadaan sistem pengenalpastian digital yang sistematik menyebabkan proses pembelajaran kurang efektif dan masih bergantung kepada bimbingan guru atau rujukan manual. Oleh itu, INTELKHAT dibangunkan sebagai sistem berasaskan kecerdasan buatan yang mampu mengenal pasti jenis tulisan khat secara automatik melalui analisis imej. Objektif utama projek ini adalah untuk membangunkan satu alat bantu pembelajaran digital yang interaktif bagi meningkatkan kefahaman pengguna terhadap variasi khat Arab. Metodologi kajian melibatkan pengumpulan dataset pelbagai gaya khat, prapemprosesan imej seperti penukaran kepada skala kelabu dan penapisan hingar, serta latihan model pembelajaran mesin menggunakan pendekatan rangkaian neural konvolusi (CNN). Dapatan menunjukkan bahawa sistem ini mampu mengenal pasti jenis khat dalam masa yang singkat dengan tahap ketepatan yang memuaskan bergantung kepada kualiti imej input. Kesimpulannya, INTELKHAT berpotensi sebagai platform pendidikan digital yang inovatif serta menyokong Sustainable Development Goals (SDG 4: Pendidikan Berkualiti) melalui integrasi teknologi moden dalam pemeliharaan seni tradisional.

Kata kunci: Kecerdasan buatan, Kaligrafi arab, Pengecaman imej, Pembelajaran mesin, Pendidikan digital

1. PENGENALAN

Seni khat Arab merupakan salah satu cabang seni Islam yang mempunyai nilai estetika dan sejarah yang tinggi. Ia bukan sahaja digunakan dalam penulisan Al-Quran, malah turut menjadi medium ekspresi seni yang berkembang dalam pelbagai gaya seperti Khat Thuluth, Nasakh, Riq'ah dan lain-lain. Walau bagaimanapun, dalam era digital masa kini, penguasaan terhadap seni khat semakin mencabar, khususnya dalam kalangan generasi muda yang kurang terdedah kepada pembelajaran secara tradisional.

Pelajar KAFA dan individu yang baru mempelajari tulisan Arab sering menghadapi kesukaran untuk membezakan jenis-jenis khat disebabkan bentuk huruf yang kompleks serta variasi gaya yang pelbagai. Tambahan pula, kebanyakan kaedah pembelajaran masih bergantung kepada buku atau bimbingan guru secara langsung, yang menghadkan peluang pembelajaran kendiri. Kekurangan sistem digital yang mampu mengenal pasti jenis khat secara automatik turut menyumbang kepada permasalahan ini.

Sehubungan itu, projek INTELKHAT dibangunkan bagi mengatasi jurang tersebut dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan. Objektif utama projek ini adalah untuk membangunkan sistem pengenalpastian jenis khat Arab berasaskan imej serta menyediakan alat bantu pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif.

2. METODOLOGI

Metodologi pembangunan sistem INTELKHAT direka secara sistematik bagi memastikan proses pengenalpastian tulisan khat dapat dijalankan dengan tepat dan efisien. Pendekatan yang digunakan melibatkan beberapa fasa utama bermula daripada pengumpulan data, prapemprosesan imej, latihan model pembelajaran mesin, sehingga kepada pembangunan sistem yang boleh digunakan oleh pengguna secara langsung. Setiap fasa ini memainkan peranan penting dalam memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan sistem yang dibangunkan.

2.1 Pengumpulan Dataset

Dalam fasa ini, dataset imej tulisan khat dikumpulkan daripada pelbagai sumber digital termasuk laman web, buku rujukan serta koleksi peribadi. Dataset ini merangkumi beberapa jenis khat utama seperti Khat Thuluth, Nasakh, Riq‘ah, Diwani dan Kufi. Setiap imej dikategorikan mengikut jenis khat bagi memastikan proses pelabelan data dilakukan dengan tepat dan sistematik. Kepelbagaian dataset ini penting bagi membantu model mengenal pasti ciri unik setiap gaya khat dengan lebih berkesan.

a. Prapemprosesan Imej

Sebelum proses latihan model dijalankan, semua imej melalui beberapa langkah prapemprosesan bagi meningkatkan kualiti data. Imej ditukarkan kepada skala kelabu (grayscale) untuk mengurangkan kerumitan warna dan menonjolkan struktur tulisan. Seterusnya, teknik penapisan seperti Gaussian blur digunakan untuk mengurangkan hingar pada imej. Proses thresholding turut dijalankan bagi menukar imej kepada bentuk binari, seterusnya memudahkan pengesanan ciri tulisan. Akhir sekali, semua imej diseragamkan kepada saiz tetap bagi memastikan keseragaman input kepada model pembelajaran mesin.

b. Latihan Model Pembelajaran Mesin

Model pembelajaran mesin dibangunkan menggunakan pendekatan rangkaian neural konvolusi (Convolutional Neural Network, CNN) yang sesuai untuk pemprosesan imej. Model ini dilatih menggunakan dataset yang telah diproses untuk mengenal pasti corak dan ciri unik bagi setiap jenis khat. Dataset dibahagikan kepada set latihan dan set pengesahan bagi menilai prestasi model secara objektif. Proses latihan ini membolehkan sistem meningkatkan keupayaan pengelasan imej secara berperingkat.

c. Pembangunan Sistem dan Implementasi

Setelah model dilatih, sistem INTELKHAT dibangunkan dalam bentuk platform berasaskan web bagi memudahkan penggunaan oleh pengguna. Antara muka sistem direka secara interaktif di mana pengguna hanya perlu memuat naik imej tulisan khat untuk mendapatkan keputusan pengenalpastian. Sistem ini mampu memproses imej dalam masa yang singkat dan memaparkan jenis khat yang dikenal pasti bersama tahap keyakinan (confidence level).

d. Penilaian Prestasi Sistem

Penilaian prestasi sistem dilakukan dengan menguji model menggunakan imej yang tidak pernah digunakan dalam proses latihan. Ketepatan model dinilai berdasarkan keupayaan sistem mengenal pasti jenis khat dengan betul. Faktor seperti kualiti imej, variasi gaya tulisan serta saiz dataset mempengaruhi tahap ketepatan sistem. Hasil penilaian ini digunakan untuk mengenal pasti kelemahan dan potensi penambahbaikan pada masa hadapan.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan dapatan kajian berdasarkan ujian prestasi sistem INTELKHAT dalam mengenal pasti jenis tulisan khat Arab. Penilaian dilakukan menggunakan data ujian yang tidak terlibat dalam proses latihan. Prestasi model dinilai melalui metrik ketepatan (accuracy) dan skor F1. Dapatan utama dipersembahkan dalam bentuk jadual dan rajah bagi memudahkan analisis.

3.1 Prestasi Pengenalpastian

Jadual 1 menunjukkan prestasi pengenalpastian jenis khat bagi setiap kategori. Khat Nasakh mencatatkan ketepatan tertinggi iaitu 95.83% diikuti oleh Khat Riq‘ah (93.33%). Manakala Khat Kufi mencatatkan ketepatan terendah iaitu 84.17% kerana variasi bentuk tulisan yang lebih kompleks dan berornamen.

Jenis Khat	Jumlah Imej (Ujian)	Betul Dikenal Pasti	Salah Dikenal Pasti	Ketepatan (%)	F1-Score
Khat Thuluth	120	106	14	88.33	0.88
Khat Nasakh	120	115	5	95.83	0.96
Khat Riq‘ah	120	112	8	93.33	0.93
Khat Diwani	120	104	16	86.67	0.87
Khat Kufi	120	101	19	84.17	0.84
Purata Keseluruhan	**600**	**538**	**62**	**89.67**	**0.90**

Rajah 1. Prestasi pengenalpastian setiap jenis khat

3.2 Analisis Kekeliruan Model

Rajah 1 menunjukkan matriks kekeliruan bagi model INTELKHAT. Warna hijau gelap pada diagonal utama menunjukkan jumlah ramalan yang betul bagi setiap jenis khat. Kebanyakan kesilapan berlaku antara Khat Thuluth dan Khat Diwani kerana kedua-duanya mempunyai ciri visual yang hampir serupa.



Jadual 1. Matriks kekeliruan prestasi model IntelKHAT

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, projek INTELKHAT berjaya membangunkan satu sistem pengenalpastian tulisan khat Arab berasaskan kecerdasan buatan yang mampu membantu pengguna memahami perbezaan jenis khat dengan lebih mudah dan interaktif. Sistem ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai aplikasi pendidikan digital serta mempunyai nilai komersial dalam sektor pendidikan dan teknologi. Pada masa hadapan, penambahbaikan boleh dilakukan dengan memperluaskan dataset dan meningkatkan keupayaan model bagi mencapai ketepatan yang lebih tinggi.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia (USIM) atas peluang penyertaan serta tajaan yuran pendaftaran, kepada semua ahli kumpulan penyelidik atas komitmen dalam merealisasikan projek ini, serta kepada UiTM Cawangan Selangor Kampus Dengkil atas peluang mendokumentasikan inovasi dalam bentuk abstrak lanjutan.

RUJUKAN

Alrobah, N., & Albahli, S. (2022). Arabic handwritten recognition using deep learning: A survey. Arabian Journal for Science and Engineering. https://doi.org/10.1007/s13369-021-06363-3

Shams, M. (2020). Arabic handwritten character recognition using deep convolutional neural networks. arXiv. https://arxiv.org/abs/2009.13450

Elsayed, M., Alnaggar, A., Abdeen, M., Wahdan, A., & Gomaa, W. (2024). Arabic handwritten text recognition using advanced CNN-RNN architecture. ResearchGate.

Hakim, B. (2024). Deep learning for accurate recognition of Arabic manuscripts. Procedia Computer Science.

Masruroh, S. U. (2023). Deep convolutional neural networks for Arabic handwriting recognition. Journal of Informatics and Visualization.

PISAH : Teknologi Pemisah, Alam Terpelihara

Nur Syaza Afrina Al-Azizol, Arifah Madihah Musa, Anas Naufal Hanif, Muhammad Aliff Luqman Firdaus, Muhammad Anas Imran Solihin, Nur Akmal Ishak

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia,
43400 UPM Serdang, Selangor Malaysia

*nurakmal@upm.edu.my

ABSTRAK

Sisa lemak, minyak dan gris (LMG) seperti minyak masak dan mentega sering dibuang terus ke dalam longkang domestik, menyebabkan paip tersumbat serta meningkatkan kos penyelenggaraan. Bagi mengatasi masalah ini, projek PISAH diperkenalkan sebagai satu alternatif hijau dalam pengasingan sisa LMG. Objektif utama projek ini adalah untuk mengesan dan mengasingkan sisa LMG dengan lebih cekap di peringkat rumah, sekali gus memudahkan pengurusan sisa dapur. Satu prototaip sistem PISAH telah dibangunkan dengan mengintegrasikan penderia ultrasonik untuk mengukur ketebalan lapisan minyak. Apabila tahap tertentu dikesan, sistem secara automatik mengaktifkan mekanisme pengasingan. Hasil ujian ke atas prototaip menunjukkan bahawa sensor yang diinovasi mampu membezakan minyak daripada air dengan ketepatan tinggi. Ia juga membuktikan PISAH berupaya mengurangkan jumlah minyak yang memasuki saluran paip. Kesimpulannya, PISAH bukan sahaja memudahkan pengurusan sisa dapur tetapi juga berpotensi dikomersialkan sebagai teknologi hijau mesra alam yang menyokong kelestarian.

Kata kunci: Inovasi dapur, Kitar semula, LMG, Penderia ultrasonik, Teknologi hijau

1. PENGENALAN

Pengurusan sisa lemak, minyak, dan gris (LMG) telah lama dikenal pasti sebagai cabaran utama dalam sistem perparitan domestik dan bandar. Kajian oleh Wallace et al. (2017) menunjukkan bahawa pembuangan minyak masak terpakai secara tidak terkawal menyumbang kepada pembentukan *fatberg*, iaitu gumpalan pepejal yang menyebabkan penyumbatan paip dan pencemaran air. Sistem pemintas gris konvensional yang digunakan di restoran dan dapur komersial terbukti berkesan dalam menahan LMG, namun keberkesanannya di peringkat rumah adalah terhad kerana memerlukan pembersihan manual yang kerap (Ahmed el al., 2026).

Inovasi teknologi sensor telah mula diterokai dalam bidang pengurusan sisa. Menurut Atehortúa et al. (2019), penggunaan penderia ultrasonik dalam sistem pemantauan bendalir mampu mengesan perbezaan ketumpatan dan ketebalan lapisan minyak dengan ketepatan tinggi. Pendekatan automasi ini bukan sahaja meningkatkan kecekapan pengasingan, malah mengurangkan kebergantungan kepada tenaga kerja manual. Selain itu, kajian oleh Rahman et al. (2021) menekankan kepentingan kitar semula minyak masak terpakai sebagai sumber biodiesel, sekali gus menyokong agenda kelestarian dan ekonomi hijau.

Secara keseluruhannya, literatur terdahulu menegaskan bahawa pengurusan sisa LMG memerlukan pendekatan teknologi yang lebih praktikal dan mesra pengguna. Justeru, prototaip sistem PISAH yang dilengkapi dengan penderia ultrasonik perlu dibangunkan dan diuji

kecekapannya dalam mengesan ketebalan lapisan minyak dan keupayaanya dalam mengasingkan minyak dari sisa dapur rumah.

2. METODOLOGI

Metodologi kajian ini dirangka bagi menilai keberkesanan sistem pengasingan minyak dalam mengurangkan pencemaran air serta meningkatkan kecekapan pengurusan sisa minyak masak. Pendekatan yang digunakan adalah berbentuk eksperimen, melibatkan pembangunan dan pengujian prototaip alat pengasingan minyak.

Persoalan kajian utama adalah untuk menentukan sejauh mana sistem yang dibangunkan mampu mengasingkan minyak daripada air secara efektif, serta menilai kesesuaian penggunaannya dalam persekitaran domestik. Kepentingan kajian ini adalah selaras dengan keperluan semasa dalam menangani isu pencemaran air akibat pembuangan minyak masak secara tidak terkawal.

Rangka kerja kajian merangkumi tiga fasa utama iaitu reka bentuk sistem, pembangunan prototaip dan pengujian prestasi. Kajian dimulakan dengan analisis literatur bagi memahami konsep asas pengasingan cecair tidak bercampur, khususnya berdasarkan perbezaan ketumpatan antara minyak dan air. Seterusnya, reka bentuk sistem dibangunkan dengan mengambil kira faktor kos, kebolehgunaan dan keberkesanan.

Kaedah eksperimen dipilih kerana ia membolehkan penilaian secara langsung terhadap prestasi sistem yang dibangunkan. Data diperoleh melalui pemerhatian dan pengukuran parameter seperti masa pengasingan, kejelasan air selepas proses dan jumlah minyak yang berjaya diasingkan. Data tersebut dianalisis bagi menentukan tahap keberkesanan sistem serta mengenal pasti ruang penambahbaikan.

2.1 Reka Bentuk Sistem

Projek PISAH dilaksanakan melalui pembangunan satu prototaip sistem pemisah minyak automatik yang berasaskan penderia ultrasonik. Prototaip ini direka bentuk untuk mengesan ketebalan lapisan minyak yang terapung di atas permukaan air dalam saluran dapur. Apabila tahap tertentu dikesan, sistem secara automatik mengaktifkan mekanisme pengasingan bagi memisahkan minyak daripada air.

Ujian makmal dijalankan menggunakan sampel campuran minyak masak terpakai dan air bagi menilai kecekapan sistem. Parameter utama yang diperhatikan termasuk keupayaan sensor dalam membezakan lapisan minyak daripada air, masa pengasingan, tahap kejernihan air dan isipadu minyak yang diasingkan direkodkan. Data kuantitatif dikumpulkan untuk menilai ketepatan penderia dan keberkesanan mekanisme pengasingan.

2.2 Pembangunan Prototaip

Prototaip sistem dibina berdasarkan reka bentuk yang telah ditetapkan. Proses pemasangan dilakukan secara berperingkat bagi memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik dan sistem dapat mengasingkan minyak daripada air secara optimum.

2.3 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dijalankan dengan menggunakan campuran minyak dan air dalam nisbah tertentu. Parameter seperti masa pengasingan, tahap kejernihan air dan isipadu minyak yang berjaya diasingkan direkodkan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif bagi menilai prestasi sistem serta keberkesanannya dalam aplikasi sebenar.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Keputusan Ujian Penderiaan

Keputusan ujian sensor menunjukkan bahawa sensor kapasitif yang dibangunkan mampu membezakan medium udara, minyak dan air berdasarkan nilai dielektrik yang berbeza. Bacaan konsisten yang diperoleh membuktikan keupayaan sensor untuk mengesan kehadiran minyak dalam air dengan ketepatan tinggi. Keberkesanan ini bergantung kepada penetapan nilai ambang (*threshold*), di mana bacaan air yang rendah (<2000) akan melonjak secara mendadak kepada julat 2000–2500 apabila minyak dikesan. Lonjakan bacaan ini bertindak sebagai indikator utama bagi mengaktifkan secara automatik. Hasil dapatan ini selari dengan dapatan kajian terdahulu yang menekankan potensi teknologi sensor dalam pemantauan bendalir (Dengaev et al., 2022). Keputusan ini penting kerana ia mengesahkan fungsi asas sistem PISAH dalam mengenal pasti lapisan minyak sebelum proses pengasingan dijalankan.

Jadual 1. Keberkesanan Sensor

Medium	Nilai ambang	Indikator sensor dan pam
Udara	>2500	LED hijau menyala, pam tidak berfungsi
Minyak	2000-2500	LED merah menyala, pam menyedut
Air	<2000	LED hijau menyala, pam tidak berfungsi

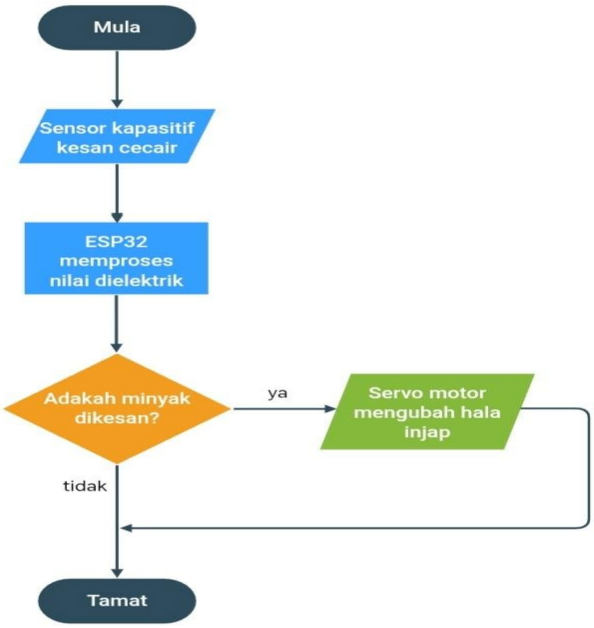
Manakala, keputusan daripada ujian kecekapan pemisahan LMG pula menunjukkan bahawa sistem telah berjaya mengaktifkan pam tenggelam secara automatik apabila minyak dikesan. Ini menunjukkan keberkesanan mekanisme pengasingan oleh PISAH. Data menunjukkan kadar pemisahan yang tinggi, iaitu 94.0% bagi input 500 mL diikuti dengan 93.3% bagi input 750 mL dan 91.0% bagi input 1000 mL. Keputusan ini membuktikan bahawa prototaip PISAH berfungsi secara konsisten dalam mengurangkan jumlah minyak yang bercampur dengan air, walaupun jumlah input meningkat. Kecekapan pemisahan yang dicapai melebihi 90% menunjukkan bahawa sistem ini berdaya saing sebagai alternatif kepada pemintas gris manual yang memerlukan pembersihan berulang (Tang et al., 2024). Selain itu, pencapaian ini menyokong usaha mengurangkan pencemaran air akibat pembuangan minyak masak terpakai, serta membuka peluang untuk kitar semula minyak sebagai sumber biodiesel (Rahman et al., 2021).

Jadual 2. Ujian Kecekapan Pemisahan LMG

Input (sisa LMG) (mL)	Output (sisa LMG) (mL)	Peratusan pemisahan (%)
500	470	94.0
750	700	93.3
1000	910	91.0

3.2 Analisis Aliran Kerja Sistem

Sistem ini berfungsi mengikut logik pengaturcaraan yang ditetapkan dalam ESP32. Rajah 1 di bawah menerangkan langkah-langkah pemprosesan data bermula daripada input sensor sehingga tindakan mekanikal oleh motor servo.



Rajah 1. Carta alir logik pengoperasian PISAH

Secara keseluruhannya, keputusan ujian membuktikan bahawa PISAH bukan sahaja berfungsi dengan baik di peringkat prototaip, tetapi juga mempunyai potensi besar untuk dikomersialkan sebagai teknologi hijau mesra alam.

4. KESIMPULAN

Prototaip sistem PISAH berasaskan penderia ultrasonik terbukti berkesan dalam mengesan perbezaan ketumpatan minyak dan berfungsi secara konsisten mengasingkan minyak daripada air dengan kecekapan melebihi 90%. Keputusan ini menegaskan potensi PISAH sebagai alternatif praktikal kepada kaedah manual, sekali gus menyokong pengurusan sisa dapur yang lebih sistematik, pengurangan kos penyelenggaraan paip, serta kelestarian melalui kitar semula minyak masak terpakai.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dirakamkan kepada Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia ambilan 2025/2026 atas peluang dan kemudahan infrastruktur yang diberikan sepanjang tempog penyelidikan dijalankan. Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada pensyarah pembimbing, Dr Nur Akmal Ishak yang telah memberikan bimbingan kepakaran dan sokongan sehingga terhasilnya prototaip PISAH. Sumbangan Pihak Asasi Sains UPM juga amatlah dihargai dan diiktiraf sebagai pemangkin kepada kejayaan program ini.

RUJUKAN

Ahmed, N., Straub, A. & Ali, M. (2026). Fats, oil, and grease (FOG) in wastewater: sources, mechanisms, control, and removal strategies. *International Journal of Environmental Science and Technology,* 23, 161. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06977-2

Atehortúa, C. M. G., Pérez, N., Andrade, M. A. B., Pereira, L. O. V., & Adamowski, J. C. (2019). Water-in-oil emulsions separation using an ultrasonic standing wave coalescence chamber. Ultrasonics sonochemistry, 57, 57–61. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.04.043

Dengaev, A., Verbitsky, V., Eremenko, O., Novikova, A., Getalov, A., & Sargin, B. (2022). Water-in-Oil Emulsions Separation Using a Controlled Multi-Frequency Acoustic Field at an Operating Facility. *Energies*, *15*(17), 6369. https://doi.org/10.3390/en15176369

Rahman, M. M., Hamzah, N., Yusof, I., Samad, W. Z., Saleh, S. H., Ahmad Tajuddin, N., & Ibrahim, M. L. (2021). Production of biodiesel from waste cooking oil using bentonite catalysts.
Journal of Academia, 9(1), 139–144. Universiti Teknologi MARA. https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/48564

Tang, L. Y., Wong, N. H., Chieng, T. A., Kiu, A. K. J., Choo, C. S., Li, Y., Tan, C. P., Yaser, A. Z., Khaerudini, D. S., Chen, G. H. & Sunarso, J. (2024). Physicochemical characteristics of grease-trap wastewater with different potential mechanisms of FOG solid formation, separation, and accumulation inside grease traps. *Water Research*, 256: 121607. https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121607.

Wallace, T., Gibbons, D., O'Dwyer, M., & Curran, T. P. (2017). International evolution of fat, oil and grease (FOG) waste management - A review. *Journal of Environmental Management,* 187, 424–435. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.003

Penggunaan Semula Air Buangan Untuk Menjana Tenaga Elektrik

Mohamad Hafiz Danial Hani Zeman, Muhammad Irfan Farhan Zakaria, Muhammad Airil Muhammad Shaari

Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah,Semambu, 25350 Kuantan Pahang Darul Makmur

hafizdnial21@gmail.com

ABSTRAK

Projek ini bertujuan untuk mengurangkan penggunaan tenaga elektrik konvensional melalui pembangunan satu sistem penjanaan tenaga elektrik alternatif yang memanfaatkan aliran air buangan di longkang. Sistem ini direka untuk dipasang pada longkang tanpa mengganggu aliran air, dengan menggunakan komponen yang kos efektif dan mudah diperoleh seperti wayar penyambung, turbin air, penjana elektrik, bateri boleh dicas semula dan balang kosong. Kaedah pelaksanaan melibatkan reka bentuk dan pemasangan turbin bersaiz kecil yang digerakkan oleh aliran air buangan bagi menghasilkan tenaga elektrik. Tenaga yang dijana disimpan menggunakan sistem bateri untuk menghidupkan lampu pada waktu malam. Ujian prestasi dijalankan bagi menilai jumlah tenaga elektrik yang dihasilkan berdasarkan kadar aliran air buangan. Hasil kajian dapat menghasilkan sumber tenaga boleh diperbaharui yang mesra alam dan praktikal, khususnya untuk kegunaan pencahayaan asas seperti lampu luar dan lampu hiasan. Projek ini berpotensi menjadi satu alternatif tenaga yang menjimatkan kos serta sesuai diaplikasikan di kawasan surau, masjid dan perumahan, di samping menyokong usaha pemuliharaan tenaga dan teknologi hijau.

1. PENGENALAN

Kajian ini membincangkan perkembangan tenaga boleh diperbaharui dalam proses penjanaan tenaga elektrik di Malaysia. Tenaga boleh diperbaharui merupakan satu bentuk tenaga daripada sumber semulajadi seperti hidro , angin , solar , ombak , geoterma ,biojisim,biogas dan lain-lain lagi . Sumber tenaga ini boleh digunakan untuk menggantikan sumber tenaga tidak boleh diperbaharui. Seperti diketahui penjanaan tenaga elektrik dunia kebanyakannya menggunakan sumber tenaga tidak boleh diperbaharui (bahan api fosil iaitu arang batu, gas asli dan diesel). Menurut statistik Agensi Tenaga Antarabangsa terdapat kira-kira 909 000 juta tan arang batu di dunia yang dapat bertahan selama 155 tahun tetapi ia semakin berkurang disebabkan peningkatan penggunaan arang batu adalah sebanyak 5% setahun ,secara tidak langsung tempoh tersebut akan dikurangkan kepada 45 tahun iaitu sehingga 2051. Sumber tenaga tidak boleh diperbaharui ini lama kelamaan akan habis digunakan kerana ia adalah terhad. Manakala penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui adalah lebih baik serta ianya tidak akan habis. Selain itu juga ia tidak menghasilkan gas rumah hijau dan tidak mencemarkan alam sekitar, ia adalah sumber tenaga yang bersih. Objektif kertas kerja ini adalah untuk membincangkan perkembangan sumber tenaga yang boleh diperbaharui di Malaysia terutama sekali dalam penjanaan tenaga elektrik. Tenaga elektrik memainkan peranan yang penting dalam proses pembangunan, pertumbuhan, perindustrian dan perbandaran sesebuah negara. Permintaan tenaga elektrik sentiasa meningkat untuk memenuhi keperluan hidup masyarakat Malaysia yang semakin berkembang.

2. METODOLOGI

2.1 Kajian Eksperimen

Kajian ini menggunakan kaedah eksperimen dan pemerhatian bagi menilai keupayaan aliran air buangan di longkang masjid untuk menjana tenaga elektrik melalui sistem mini hidroelektrik. Reka bentuk kajian ini melibatkan pembinaan model penjana berskala kecil, pengukuran parameter aliran air serta pengujian prestasi penjana elektrik yang dihasilkan. Antara peralatan dan bahan yang digunakan dalam kajian ini adalah dua motor, dua bilah kipas, wayar penyambung, pembaris 1meter, jam randik dan, penutup botol. Cara-cara untuk mengambil bacaan kelajuan air adalah yang pertama letak pembaris di tepi longkang.Kedua ,letakkan penutup botol di dalam longkang dan tahan penutup menggunakan tangan .Ketiganya ialah bersedia dengan jam randik .Keempatnya ialah lepaskan penutup dan ambil masa mengguna jam randik sehingga 1 meter.

2.2 Ujian Kelajuan Air

Metodologi bagi ujian kelajuan air dijalankan melalui kaedah eksperimen untuk mengukur kelajuan aliran air menggunakan hubungan antara jarak dan masa. Dalam eksperimen ini, jarak tertentu seperti 1 meter diukur menggunakan pembaris atau pita ukur. Seterusnya, satu objek kecil yang boleh terapung seperti bola ping pong atau daun dilepaskan pada titik permulaan aliran air. Masa diambil menggunakan jam randik bermula apabila objek dilepaskan dan dihentikan apabila objek sampai ke hujung jarak yang telah ditetapkan. Eksperimen ini diulang sebanyak tiga kali bagi mendapatkan bacaan yang lebih tepat dan seterusnya purata masa dikira. Kelajuan air kemudian ditentukan menggunakan formula kelajuan iaitu jarak dibahagikan dengan masa. Data yang diperoleh dianalisis dan boleh dipersembahkan dalam bentuk jadual atau graf untuk melihat perbezaan dan corak bacaan yang diperoleh.

3. DAPATAN KAJIAN

Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem penjanaan tenaga elektrik alternatif yang dibangunkan berjaya menjana tenaga elektrik menggunakan aliran air buangan di longkang. Aliran air buangan yang berterusan dapat memutarkan turbin bersaiz kecil dan seterusnya menggerakkan penjana elektrik untuk menghasilkan tenaga elektrik dalam skala kecil.

Ujian prestasi mendapati bahawa kadar kelajuan aliran air mempengaruhi jumlah tenaga elektrik yang dihasilkan, di mana aliran air yang lebih deras menghasilkan putaran turbin yang lebih stabil dan meningkatkan voltan elektrik yang dijana. Tenaga elektrik yang dihasilkan adalah mencukupi untuk kegunaan asas seperti menyalakan lampu LED.

Tenaga elektrik yang dijana telah berjaya disimpan menggunakan bateri boleh dicas semula. Sistem penyimpanan ini membolehkan tenaga yang terkumpul digunakan pada waktu malam untuk tujuan pencahayaan. Dapatan ini menunjukkan bahawa sistem yang dibangunkan bukan sahaja mampu menjana tenaga elektrik, malah berfungsi sebagai sumber tenaga sokongan bagi kegunaan asas.

Dapatan kajian juga menunjukkan bahawa sistem penjanaan ini boleh dipasang di longkang tanpa mengganggu aliran air sedia ada. Penggunaan komponen yang mudah diperoleh seperti turbin kecil, wayar dan penjana mini menjadikan sistem ini praktikal dan berpotensi untuk diaplikasikan di kawasan lain seperti surau, masjid dan perumahan.

4. PERBINCANGAN

4.1 Potensi Air Buangan Sebagai Sumber Tenaga Boleh Diperbaharui

Berdasarkan dapatan kajian, air buangan di longkang mempunyai potensi sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui yang boleh dimanfaatkan secara berterusan. Walaupun tenaga yang dihasilkan adalah dalam kuantiti kecil, ia masih berguna untuk kegunaan pencahayaan asas. Hal ini membuktikan bahawa air buangan bukan sekadar sisa, malah boleh dijadikan sumber tenaga alternatif yang mesra alam.

4.2 Sokongan Terhadap Penggunaan Tenaga Hijau

Projek ini menyokong usaha pengurangan kebergantungan terhadap tenaga elektrik konvensional dengan memperkenalkan sistem penjanaan tenaga alternatif yang menggunakan sumber semula jadi. Penggunaan sistem ini dapat membantu penjimatan tenaga elektrik serta menggalakkan penggunaan teknologi hijau dalam komuniti setempat.

4.3 Kelebihan Dan Kekurangan Sistem

Antara kelebihan sistem ini adalah kos pembinaan yang rendah, reka bentuk yang ringkas dan penggunaan komponen yang mudah diperoleh. Namun begitu, sistem ini mempunyai beberapa kekangan seperti kebergantungan kepada kadar aliran air dan keupayaan penjanaan tenaga yang terhad. Oleh itu, sistem ini lebih sesuai digunakan sebagai sumber tenaga tambahan dan bukan sebagai sumber tenaga utama.

5. POTENSI PENAMBAHBAIKAN

Bagi meningkatkan prestasi sistem, penambahbaikan boleh dilakukan dari segi reka bentuk turbin, jenis penjana yang digunakan serta sistem penyimpanan tenaga yang lebih cekap. Selain itu, kajian lanjutan boleh dilakukan untuk menilai keberkesanan sistem ini jika diaplikasikan di lokasi lain dengan kadar kelajuan aliran air yang berbeza.

4. KESIMPULAN

Keseluruhannya**,** projek mini hidroelektrik ini berjaya membuktikan bahawa aliran air longkang masjid boleh menghasilkan tenaga elektrik dalam skala yang kecil. Keputusan menunjukkan semakin laju aliran air longkang, semakin tinggi voltan yang dihasilkan.

PENGHARGAAN

Kami bersyukur kepada Tuhan kerana dengan limpah kurniaNya dapat juga kami menyiapkan tugasan kami yang telah diusahakan selama ini. Tugasan ini amat penting kepada kami memandangkan tugasan ini merupakan antara elemen yang menentukan keputusan kami. Ribuan terima kasih kami ucapkan kepada semua pensyarah dan Jabatan Kejuruteraan Awam kerana memberi peluang kepada kami menghasilkan tugasan ini dengan memberi tunjuk ajar dan dorongan bagi menyiapkan tugasan ini. Sekalung penghargaan untuk pensyarah kami, Puan Zaleha binti Abd Aziz kerana memberikan tunjuk ajar kepada kami sepanjang kami menyiapkan tugasan ini. Selain itu, kami juga sangat menghargai jasa beliau kerana memberikan bimbingan, dan nasihat yang amat berguna kepada kami. Seterusnya, terima kasih juga kepada ibu bapa kami kerana memberikan sokongan dan dorongan kepada kami sepanjang

tugasan ini disiapkan. Terima kasih yang tidak terhingga juga kami ucapkan atas bantuan yang diberi dari pelbagai aspek khususnya kewangan. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan kami. Bantuan kalian dari segi informasi terkini mengenai tugasan amat kami hargai. Budi kalian yang sanggup meluangkan masa untuk memberikan kami maklumat tidak akan kami lupakan. Akhir sekali terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kami secara langsung atau tidak langsung sepanjang tugasan kami dijalankan dan disiapkan.

RUJUKAN

Hamid, H. H. B. A., Zakaria, I. B., & Othman, M. S. B. (2019). Tenaga boleh diperbaharui bagi penjanaan tenaga elektrik di Malaysia: Satu kajian literatur. Journal on Technical and Vocational Education, 4(3).

BarleyFresh: Untuk Gigi Sihat, Cerah dan Bersih

Tanissha T. Selvanathan, Chloe Casandra Ken Dangi, Dhiya Zulaikha Dzulhizam, Mahidawati Mamat, Mohd Ulul Ilmie Ahmad Nazri

Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu

*ululilmie@umt.edu.my

ABSTRAK

Penyakit mulut seperti karies gigi, pembentukan plak dan keradangan gusi sebahagian besarnya disebabkan oleh pertumbuhan bakteria berbahaya dalam rongga mulut. Banyak produk ubat gigi konvensional bergantung kepada agen antibakteria sintetik yang mungkin menyebabkan kesan sampingan jika digunakan dalam jangka masa panjang. Oleh itu, pembangunan produk alternatif yang semula jadi dan lebih selamat menjadi lebih penting. BarleyFresh ialah ubat gigi inovatif yang diformulasikan menggunakan ekstrak barli (*Hordeum vulgare*) sebagai agen antibakteria semula jadi. Barli mengandungi sebatian bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan antioksidan yang mempunyai sifat antimikrob. Dalam formulasi ini, ekstrak barli dimasukkan ke dalam asas ubat gigi untuk menghalang pertumbuhan bakteria oral yang menyebabkan pembentukan plak dan nafas berbau, di samping mengekalkan kebersihan mulut. Ujian antibakteria makmal yang dijalankan ke atas ekstrak barli menunjukkan kesan perencatan yang jelas terhadap bakteria oral terpilih, sekali gus mengesahkan potensinya sebagai bahan antibakteria semula jadi dalam produk penjagaan mulut. *BarleyFresh* direka untuk memberikan pembersihan yang berkesan sambil menggalakkan kesihatan gusi dan gigi melalui penggunaan bahan berasaskan tumbuhan. Inovasi ini menawarkan alternatif yang lebih mampan dan selamat berbanding ubat gigi konvensional dengan mengurangkan kebergantungan kepada agen antibakteria sintetik serta menyokong penyelesaian penjagaan mulut yang mesra alam.

Kata kunci: Ekstrak barli, antibakteria semula jadi, kebersihan mulut, pembentukan plak, ubat gigi mampan

1. PENGENALAN

Jangkitan bakteria kekal menjadi kebimbangan kesihatan global yang ketara, terutamanya dengan peningkatan ketahanan bakteria terhadap antibiotik yang biasa digunakan (Ventola, 2015). Fenomena rintangan antibiotik ini berpunca daripada penggunaan antibiotik yang tidak terkawal dalam bidang perubatan, veterinar dan juga pertanian, yang akhirnya mendorong evolusi bakteria menjadi lebih kebal (Laxminarayan et al., 2013). Keadaan ini menyukarkan rawatan jangkitan biasa, meningkatkan tempoh rawatan, kos perubatan serta risiko komplikasi kesihatan yang serius (O'Neill, 2016). Oleh itu, usaha untuk mencari alternatif yang lebih selamat, berkesan dan mampan menjadi semakin mendesak (Newman & Cragg, 2020).

Seiring dengan itu, penyelidik kini memberi tumpuan kepada sumber semula jadi, khususnya tumbuh-tumbuhan, sebagai agen antibakteria alternatif (Newman & Cragg, 2020). Tumbuhan menghasilkan pelbagai metabolit sekunder yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan semula jadi terhadap mikroorganisma, dan sebatian ini boleh dimanfaatkan dalam bidang perubatan moden (Bakkali et al., 2008). Antara mekanisme tindakan sebatian bioaktif tumbuhan termasuk merosakkan dinding dan membran sel bakteria, mengganggu sintesis

protein, menghalang aktiviti enzim penting, serta mengganggu pembentukan biofilm yang melindungi bakteria daripada persekitaran luar (Borges et al., 2016).
Barli merupakan antara sumber semula jadi yang semakin mendapat perhatian dalam pembangunan agen antibakteria (Idehen et al., 2017). Ia mengandungi pelbagai fitokimia seperti sebatian fenolik, flavonoid dan antioksidan yang menyumbang kepada aktiviti antimikrobnya (Zhao et al., 2008). Sebatian ini berupaya menghalang pertumbuhan bakteria dengan merosakkan struktur sel serta mengganggu proses metabolik mikroorganisma (Daglia, 2012). Selain itu, kandungan antioksidan dalam barli membantu mengurangkan tekanan oksidatif, sekali gus menyokong kesihatan secara keseluruhan (Baik & Ullrich, 2008).

Selain itu, barli juga dilaporkan mengandungi sebatian antimikrob khusus yang dikenali sebagai barleycin, iaitu sejenis peptida atau sebatian bioaktif yang mempunyai keupayaan untuk merencat pertumbuhan bakteria (Jin et al., 2008). Barleycin bertindak dengan mengganggu integriti membran sel bakteria serta boleh menyebabkan kebocoran kandungan sel, sekali gus membawa kepada kematian sel bakteria (Hancock & Sahl, 2006). Kehadiran sebatian ini meningkatkan lagi potensi barli sebagai sumber agen antibakteria semula jadi yang berkesan (Hancock & Sahl, 2006).

Oleh itu, penerokaan barli, termasuk kandungan bioaktif seperti barleycin, sebagai sumber agen antibakteria semula jadi menjadi fokus utama produk inovasi, BarleyFresh yang mematuhi SDG 3 iaitu kesihatan dan kesejahteraan baik, membuka peluang dalam inovasi produk kesihatan yang lebih selamat dan mampan, di samping menyumbang kepada usaha global dalam menangani isu rintangan antibiotik. Objektif penyelidikan ini memfokuskan kepada pengujian ciri-ciri antimikrob barli dan penghasilan ubat gigi dengan ekstrak barli.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Ekstrak Barli

Proses pengekstrakan dilakukan menggunakan kaedah maserasi sejuk bagi mengekalkan sebatian bioaktif dalam bijirin. Biji barli berkualiti tinggi terlebih dahulu dibersihkan, kemudian direndam dalam air suling selama 48 jam. Tempoh rendaman ini penting untuk melembutkan tekstur bijirin serta memudahkan pelepasan fitokimia di dalamnya. Selepas proses maserasi, campuran tersebut diblend dan ditapis menggunakan penapis halus atau kertas turas. Filtrat yang terhasil dikumpulkan sebagai ekstrak barli pekat dan disimpan pada suhu terkawal sehingga digunakan untuk ujian seterusnya.

2.2 Ujian Antibakteria Kaedah Resapan Disk

Potensi antimikrob ekstrak barli dinilai menggunakan kaedah resapan disk Kirby-Bauer. Kultur bakteria piawai (*Staphylococcus aureus*) disapukan secara sekata ke atas permukaan agar Mueller-Hinton (MHA). Kertas turas steril yang telah direndam dengan 1 ml ekstrak barli diletakkan di atas permukaan agar yang telah diinokulasi. Plat kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktiviti antimikrob diukur melalui diameter zon perencatan, iaitu kawasan jernih di sekeliling disk yang menunjukkan tiada pertumbuhan bakteria.

2.3 Ujian Kekeruhan (Analisis Spektrofotometri)

Bagi menilai lagi sifat antibakteria, ujian kekeruhan dijalankan untuk menentukan perencatan pertumbuhan bakteria dalam medium cecair. Sebanyak 1 ml ekstrak barli dimasukkan ke dalam

enam tabung uji yang berasingan, masing-masing mengandungi kultur bakteria dalam sup nutrien piawai. Ketumpatan optik atau tahap kekeruhan diukur menggunakan spektrofotometer. Pendekatan kuantitatif ini membolehkan penilaian pembiakan bakteria dari semasa ke semasa, di mana penurunan kekeruhan berbanding kumpulan kawalan menunjukkan kesan bakteriostatik atau bakterisidal ekstrak tersebut.

2.4 Formulasi Asas Ubat Gigi

Ubat gigi diformulasikan menggunakan asas standard yang direka untuk memberikan tekstur optimum, kestabilan dan keberkesanan pembersihan. Komponen asas termasuk agen pelelas seperti kalsium karbonat atau natrium bikarbonat yang digunakan untuk menanggalkan plak secara mekanikal serta menggilap permukaan gigi. Humektan seperti gliserin digunakan bagi mengekalkan kelembapan pes ubat gigi supaya tidak kering serta memastikan konsistensi yang licin. Selain itu, pemekat seperti gusi xanthan ditambah untuk memberikan kelikatan dan tekstur yang sesuai, memastikan produk kekal stabil semasa digunakan. Ekstrak barli kemudian dimasukkan ke dalam asas ini pada kepekatan tertentu untuk menghasilkan ubat gigi antimikrob eksperimen.

2.5 Penggabungan Agen Bioaktif dan Bahan Tambahan

Selepas asas ubat gigi disediakan, ekstrak barli dimasukkan secara sistematik ke dalam campuran tersebut. Bagi meningkatkan sifat organoleptik serta penerimaan pengguna, agen perisa seperti minyak pudina ditambah untuk memberikan rasa dan bau yang menyegarkan. Selain itu, xylitol turut dimasukkan sebagai pemanis bukan kariogenik yang juga berfungsi menghalang pertumbuhan beberapa bakteria oral, sekali gus berpotensi meningkatkan keberkesanan antimikrob formulasi bersama ekstrak barli.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Keberkesanan antimikrob bagi ekstrak barli telah dinilai melalui dua kaedah berbeza: ujian difusi cakera (Kirby-Bauer) dan ujian kekeruhan (turbiditi) menggunakan spektrofotometer. Berdasarkan Jadual 1, kaedah difusi cakera tidak menunjukkan sebarang zon perencatan (0 mm) bagi ekstrak barli dalam kedua-dua replikasi, manakala kawalan positif (antibiotik) menghasilkan zon yang jelas dengan purata 1.75 mm.

Jadual 1. Ukuran Zon Perencatan (dalam mm)

Piring	Kawalan (Antibiotik)	Air Suling	Ekstrak Barli
1	1.8	0	0
2	1.7	0	0

Walau bagaimanapun, ujian kekeruhan (Jadual 2) menunjukkan penurunan ketara dalam ketumpatan optik, di mana bacaan purata menurun daripada 1.056 kepada 0.610 selepas penambahan ekstrak.

Jadual 2. Bacaan Kekeruhan (Ketumpatan Optik - OD)

Sampel	Sebelum Ekstrak (OD)	Selepas Ekstrak (OD)
Purata (Tabung 1–6)	1.056	0.610

Percanggahan antara dua keputusan ujian ini memberikan gambaran penting mengenai sifat sebatian bioaktif dalam barli. Kegagalan ujian difusi cakera untuk menghasilkan zon perencatan tidak bermakna ekstrak tersebut tidak mempunyai aktiviti antimikrob. Lazimnya, ekstrak semula jadi mengandungi sebatian dengan berat molekul yang besar atau molekul bukan polar yang sukar meresap melalui medium agar yang bersifat polar (Eloff, 2019). Hal ini sering menyebabkan "negatif palsu" di mana bahan aktif terperangkap di dalam cakera kertas turas manakala agen antimikrob yang lebih polar meresap dengan lebih mudah (Burt, 2004).

Sebaliknya, ujian kekeruhan menunjukkan keputusan positif, yang menandakan kesan bakterio-statik yang jelas. Dalam medium cecair, ekstrak barli bersentuhan secara langsung dan menyeluruh dengan sel bakteria, membolehkan fitokimia seperti asid fenolik dan proantosianidin berinteraksi dengan lebih cekap terhadap membran mikrob (Idehen et al., 2017). Penurunan tahap kekeruhan yang mencerminkan pengurangan biojisim bakteria mengesahkan bahawa barli mempunyai sifat antibakteria yang signifikan dalam menghalang pembiakan kultur yang diuji, selaras dengan kajian terdahulu yang menunjukkan potensi bijirin dalam menghalang patogen oral (Philips et al., 2010).

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian ini membuktikan bahawa walaupun kesan ekstrak barli sukar dikesan melalui kaedah difusi agar, ia secara signifikan mengurangkan pertumbuhan bakteria dalam kultur cecair. Ketumpatan optik purata berjaya dikurangkan sebanyak kira-kira 42%, sekali gus membuktikan potensi barli sebagai agen antimikrob semula jadi yang berkesan. Oleh itu, penggunaan ekstrak ini dalam produk kesihatan, seperti formulasi ubat gigi dalam kajian ini, adalah disokong secara saintifik dan menawarkan alternatif semula jadi yang menjanjikan untuk penjagaan kebersihan mulut.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih kepada pihak Universiti Malaysia Terengganu kerana menaja penyertaan projek ini untuk PITRAM 2026.

RUJUKAN

Baik, B. K., & Ullrich, S. E. (2008). Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, *48*(2), 233–242.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils: A review. *Food and Chemical Toxicology*, *46*(2), 446–475.

Borges, A., Abreu, A. C., Dias, C., Saavedra, M. J., Borges, F., & Simões, M. (2016). New perspectives on the use of phytochemicals as an emergent strategy to control bacterial infections including biofilms. *Molecules*, *21*(7), Article 877.

Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, *94*(3), 223–253.

Daglia, M. (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, *23*(2), 174–181.

Eloff, J. N. (2019). Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts. *South African Journal of Botany*, *122*, 484–487.

Hancock, R. E. W., & Sahl, H. G. (2006). Antimicrobial and host-defense peptides as new anti-infective therapeutic strategies. *Nature Biotechnology*, *24*(12), 1551–1557.

Harvey, A. L., Edrada-Ebel, R., & Quinn, R. J. (2015). The re-emergence of natural products for drug discovery in the genomics era. *Nature Reviews Drug Discovery*, *14*(2), 111–129.

Idehen, E., Tang, Y., & Sang, S. (2017). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*, *25*(1), 148–161.

Jin, Y., & Hammerschmidt, R. (2008). Antimicrobial compounds in barley and their role in plant defense. *Plant Disease*, *92*(4), 617–622.

Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A. K. M., Wertheim, H. F. L., Sumpradit, N., Vlieghe, E., Simonsen, G. S., Levy-Hara, G., Mendelson, M., Brink, A. J., Herriman, J., Voss, A., So, A. D., Hoffman, B. D., Outterson, K., Chandy, D. C., Froeschel, G., Røttingen, J.-A.,Cars, O. (2013). Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, *13*(12), 1057–1098.

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades. *Journal of Natural Products*, *83*(3), 770–803.

O'Neill, J. (2016). *Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations*. Review on Antimicrobial Resistance.

Philips, K. M., Ruggio, D. M., & Ashraf-Khorassani, M. (2010). Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(24), 9436–9445.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.

Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, *40*(4), 277–283.

Zhao, H., Fan, W., Dong, J., Lu, J., Chen, J., Shan, L., & Kong, W. (2008). Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties. *Food Chemistry*, *107*(1), 296–304.

Where2UMS

Qaid Danish Hakimi Abdul Marsudi, Muhammad Firhan Jaslim, Elbner Mark Maluda, Caleb Christinillus, Joewe Jeffreader Johan, Jonathan Likoh, Asni Tahir

Preparatory Centre for Science & Technology, Jalan UMS, Universiti Malaysia Sabah 88400, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

*qaid_danish_ft25@iluv.ums.edu.my

ABSTRAK

Projek *"Where2UMS"* membangunkan aplikasi mudah alih navigasi dan penemuan lokasi untuk menangani cabaran penerokaan kampus Universiti Malaysia Sabah (UMS) yang luas dan kaya dengan lokasi tersembunyi. Masalah utama ialah ketiadaan platform berpusat untuk maklumat lokasi tepat dan saluran maklum balas pengguna terhadap kemudahan kampus, yang mengakibatkan pengalaman lawatan kurang memuaskan. Objektif projek adalah membangunkan aplikasi navigasi komprehensif, mengimplementasi sistem ulasan berasaskan lokasi, dan menyediakan data maklum balas kepada pihak pengurusan. Metodologi pembangunan mengaplikasikan Model Air Terjun meliputi pengumpulan keperluan (temu bual), reka bentuk sistem, implementasi menggunakan *Flutter* serta *Firebase*, dan pengujian fungsian. Aplikasi mengintegrasikan *API OpenStreetMap* dan *Google Maps* untuk pemetaan dan navigasi. Hasil pengujian mengesahkan semua modul utama (pengesahan pengguna, penjanaan rawak lokasi, pengurusan ulasan dan acara) berfungsi dengan baik. Aplikasi ini berjaya meningkatkan pengalaman navigasi warga UMS dan pelancong, di samping merapatkan jurang komunikasi antara komuniti universiti dan pengurusan. Potensi pengkomersialannya adalah signifikan melalui penyesuaian untuk kampus universiti lain di Malaysia.

Kata kunci: Aplikasi Mudah Alih, Navigasi Kampus, Sistem Maklum Balas, *Flutter*, *Firebase*

1. PENGENALAN

Universiti Malaysia Sabah (UMS) yang terkenal dengan kampus hijau dan keluasan melebihi 999 ekar merupakan tarikan utama bukan sahaja kepada warga kampus malah para pelancong. Walau bagaimanapun, keluasan kampus ini mewujudkan cabaran navigasi yang signifikan. Pencarian lokasi spesifik seperti Pantai ODEC, kafe, atau kemudahan sukan seringkali bergantung kepada pengetahuan peribadi penduduk lama atau carian dalam talian yang tidak cekap. Kebergantungan ini bukan sahaja membazirkan masa dan bahan api, malah menimbulkan kekecewaan apabila pengunjung gagal menemui lokasi tersembunyi atau mendapatkan maklumat terkini mengenai kemudahan tersebut.

Di samping isu navigasi, terdapat jurang komunikasi yang ketara antara pengguna kemudahan kampus dengan pihak pengurusan. Ketiadaan platform bersepadu untuk menyalurkan maklum balas mengenai kerosakan fasiliti atau tahap kepuasan perkhidmatan telah menyebabkan isu-isu kecil sukar dikesan dan berlarutan. Hal ini secara langsung menjejaskan kualiti pengalaman pelawat dan menghalang usaha penambahbaikan berterusan oleh pihak universiti.

Berbeza dengan aplikasi umum seperti *Google Maps* atau *TripAdvisor* yang terlalu luas dan tidak menawarkan penapisan khusus kampus, projek *Where2UMS (W2UMS)* diilhamkan

sebagai solusi teradun. Aplikasi ini dibangunkan khusus untuk menyediakan navigasi tepat dalam persekitaran UMS serta bertindak sebagai jambatan komunikasi dua hala melalui sistem ulasan berasaskan lokasi. Dengan pendekatan ini, *Where2UMS* berpotensi mengubah pengalaman penerokaan kampus daripada aktiviti yang berpotensi mengecewakan kepada pengembaraan mini yang menyeronokkan dan efisien.

2. METODOLOGI

Metodologi projek Where2UMS mengaplikasikan **Model Air Terjun (*Waterfall Model*)** yang menyediakan pendekatan linear dan berstruktur dalam kitar hayat pembangunan perisian. Model ini dipilih kerana skop dan keperluan projek yang jelas serta stabil dari peringkat awal pembangunan. Pelaksanaan projek dibahagikan kepada lima fasa utama seperti yang diperincikan di bawah.

2.1 Pengumpulan Keperluan (*Requirement Gathering*)

Bagi memahami keperluan dan gelagat pengguna sasaran, kaedah kualitatif iaitu temu bual telah dijalankan ke atas sekumpulan pelajar UMS dan pelancong. Analisis dapatan temu bual mendedahkan dua perkara penting:

- Pengguna (khususnya pelajar) sering mempunyai masa lapang antara waktu kuliah dan mencari aktiviti untuk mengisi masa tersebut.

- Pelancong sering mengalami kesukaran menavigasi kampus dan mencari lokasi makanan atau tempat bersantai yang sesuai.

Maklumat ini menjadi asas kepada pembentukan ciri-ciri utama aplikasi.Reka Bentuk Sistem

Fasa ini melibatkan penghasilan pelan untuk sistem secara menyeluruh. Carta Aliran Data (*DFD*) Tahap 0 dan Rajah Konteks digunakan untuk memvisualisasikan interaksi antara entiti luar, proses sistem, dan storan data. Seni bina sistem direka bentuk menggunakan pendekatan Tiga Lapisan yang terdiri daripada:

- Lapisan Klien: Antara muka pengguna yang responsif, dibangunkan menggunakan rangka kerja *Flutter*.

- Lapisan Aplikasi: Perkhidmatan *backend* yang menguruskan fungsi teras seperti pengesahan pengguna (*Firebase Authentication*), perkhidmatan navigasi (integrasi *OSM & Google Maps API*), pengurusan ulasan, dan pengurusan acara.

- Lapisan Data: Menggunakan *Firebase Firestore*, sebuah pangkalan data *NoSQL*, untuk penyimpanan data masa nyata seperti profil pengguna, lokasi, ulasan, dan acara.

Selain itu, reka bentuk antara muka pengguna dibangunkan secara berasingan untuk tiga jenis aktor (Staf, Pelajar, Pelancong) bagi memastikan pengalaman pengguna yang relevan dan kawalan akses yang sesuai.

2.2 Reka Bentuk Sistem

Fasa ini melibatkan penghasilan pelan untuk sistem secara menyeluruh. Carta Aliran Data (DFD) Tahap 0 dan Rajah Konteks digunakan untuk memvisualisasikan interaksi antara entiti luar, proses sistem, dan storan data. Seni bina sistem direka bentuk menggunakan pendekatan Tiga Lapisan yang terdiri daripada:

- Lapisan Klien: Antara muka pengguna yang responsif, dibangunkan menggunakan rangka kerja Flutter.
- Lapisan Aplikasi: Perkhidmatan backend yang menguruskan fungsi teras sepertipengesahan pengguna (Firebase Authentication), perkhidmatan navigasi (integrasiOSM & Google Maps API), pengurusan ulasan, dan pengurusan acara.
- Lapisan Data: Menggunakan Firebase Firestore, sebuah pangkalan data NoSQL, untuk penyimpanan data masa nyata seperti profil pengguna, lokasi, ulasan, dan acara.

Selain itu, reka bentuk antara muka pengguna dibangunkan secara berasingan untuk tiga jenis aktor (Staf, Pelajar, Pelancong) bagi memastikan pengalaman pengguna yang relevan dan kawalan akses yang sesuai.

2.2 Implementasi

Pembangunan aplikasi dilaksanakan menggunakan *Microsoft Visual Studio Code* sebagai Persekitaran Pembangunan Bersepadu (*IDE*) utama. Rangka kerja Flutter dengan bahasa pengaturcaraan Dart digunakan bagi membolehkan pembangunan aplikasi merentas platform (*Android*) dengan satu pangkalan kod. Integrasi teknologi luaran adalah seperti berikut:

- Firebase Authentication: Menguruskan log masuk selamat menggunakan akaun
- Google (Gmail).
- Firebase Firestore: Menyimpan dan menyegerakkan data aplikasi.
- OpenStreetMap (OSM) API: Untuk render peta statik/interaktif dalam aplikasi.
- Google Maps API: Untuk melancarkan navigasi berpandu ke destinasi yang dipilih.
- Cloudinary: Platform penyimpanan media awan yang digunakan untuk mengurus imej lokasi sebelum pautannya disimpan dalam Firestore.

2.3 Pengujian

Fasa pengujian menumpukan kepada pengujian fungsian menggunakan pendekatan Kotak Hitam. Setiap modul kritikal (Log Masuk, Penjanaan Rawak Lokasi, Pengurusan Ulasan, dan Pengurusan Acara) diuji secara berasingan untuk memastikan output yang dihasilkan adalah selari dengan hasil jangkaan berdasarkan keperluan fungsian yang telah ditetapkan.

2.4 Pelancaran

Setelah melalui fasa pengujian dan pembaikan pepijat, fail pakej aplikasi *Android (APK)* disediakan untuk dimuat turun dan digunakan oleh komuniti sebenar Universiti Malaysia Sabah bagi tujuan penilaian prestasi dan maklum balas pengguna.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan hasil daripada fasa pengujian sistem yang telah dijalankan serta analisis terhadap pencapaian objektif projek.

3.1 Hasil Pengujian Modul Sistem

Pengujian sistem dilaksanakan ke atas beberapa modul kritikal aplikasi *Where2UMS*. Jadual 1, 2, 3, dan 4 di bawah meringkaskan hasil pengujian tersebut.

Jadual 1. Keputusan Pengujian Modul Log Masuk

Kaedah Pengujian	Tindakan Dilakukan	Hasil Jangkaan	Keputusan
Log masuk dengan format e-mel salah	Daftar masuk sebagai "test.com"	Amaran "format e-mel adalah salah" dipaparkan	**LULUS**
Log masuk dengan e-mel pelajar/staf palsu	Daftar masuk dengan akaun pelajar palsu	Sistem menolak dan memaparkan mesej ralat	**LULUS**
Mengosongkan ruangan kata laluan	Hanya menulis nama pengguna dan e-mel	Sistem memberi amaran mengisi ruangan kosong	**LULUS**

Jadual 2. Keputusan Pengujian Modul Penjana Rawak Lokasi

Kaedah Pengujian	Tindakan Dilakukan	Hasil Jangkaan	Keputusan
Rawak lokasi tanpa memulakan pelayan	Tidak memulakan pelayan ‘backend’	Aplikasi memaparkan "tiada lokasi ditemui dalam kategori ini"	**LULUS**
Rawak lokasi berdasarkan 'mood'	Menekan butang "Rasa Lapar"	Hanya lokasi kategori tempat makan dipaparkan	**LULUS**

Jadual 3. Keputusan Pengujian Modul Paparan Semua Ulasan

Kaedah Pengujian	Tindakan Dilakukan	Hasil Jangkaan	Keputusan
Log masuk sebagai Staf	Log masuk menggunakan akaun staf	Butang tambah (+) untuk menambah acara baharu dipaparkan	**LULUS**
Log masuk sebagai Pelancong atau Pelajar	Log masuk menggunakan akaun pelajar	Butang tambah (+) tidak dipaparkan	**LULUS**

Jadual 4. Keputusan Pengujian Modul Penambahan Acara Baharu

Kaedah Pengujian	Tindakan Dilakukan	Hasil Jangkaan	Keputusan
Log masuk sebagai Staf	Log masuk menggunakan akaun staf	Butang tambah (+) untuk menambah acara baharu dipaparkan	**LULUS**
Log masuk sebagai Pelancong atau Pelajar	Log masuk menggunakan akaun pelajar	Butang tambah (+) tidak dipaparkan	**LULUS**

3.2 Perbincangan Pencapaian Objektif

Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi *Where2UMS* telah berjaya mencapai objektif yang telah ditetapkan. Modul navigasi dan penemuan lokasi berfungsi dengan baik, menyediakan cadangan rawak yang dapat menggalakkan penerokaan spontan di sekitar UMS.

Sistem ulasan berasaskan lokasi juga telah berjaya diimplementasikan. Ciri pembezaan pengguna (pelajar/staf vs. pelancong) berfungsi seperti yang direka, di mana hanya pelajar dan staf yang diberi akses untuk melihat semua ulasan, sesuai dengan peranan mereka sebagai sebahagian daripada komuniti yang berpotensi memberi maklum balas yang lebih terperinci untuk penambahbaikan fasiliti. Modul acara yang eksklusif untuk staf juga berfungsi dengan baik, menyediakan platform pengumuman aktiviti kampus secara terpusat.

Walaupun berjaya, aplikasi ini mempunyai beberapa limitasi. Kebergantungan kepada *API* pihak ketiga seperti *Google Maps* dan *OSM* menyebabkan pengalaman pengguna sedikit terjejas dari segi estetika peta berbanding aplikasi navigasi komersial yang lain. Selain itu, pangkalan data lokasi pada versi ini masih terhad dan memerlukan usaha berterusan untuk pengemaskinian.

4. KESIMPULAN

Projek *Where2UMS* telah berjaya membangunkan sebuah aplikasi mudah alih berfungsi yang secara langsung menangani isu navigasi dan maklum balas di kampus Universiti Malaysia Sabah. Aplikasi ini menawarkan penyelesaian yang praktikal dan mesra pengguna dengan ciri-ciri utama seperti cadangan lokasi rawak, navigasi bersepadu, sistem ulasan, dan hebahan acara. Kekuatan utama sistem ini terletak pada antara muka yang ringkas, integrasi log masuk *Google* yang selamat, dan fungsinya yang spesifik untuk konteks UMS.

Penambahbaikan untuk masa hadapan adalah penting bagi meningkatkan nilai dan kebolehgunaan aplikasi. Antara cadangan yang dikenal pasti termasuklah:

- Pengembangan Pangkalan Data Lokasi: Menambah lebih banyak lokasi termasuk tempat-tempat 'rahsia' yang dicadangkan oleh pengguna.
- Pembangunan Sistem Navigasi Dalaman: Mengurangkan kebergantungan kepada Google Maps dengan membangunkan modul navigasi berpandu sendiri yang lebih terperinci.

- Mod Luar Talian: Membolehkan akses asas kepada peta dan maklumat lokasi tanpa sambungan internet.

Dari segi potensi pengkomersialan, konsep *Where2UMS* sangat sesuai untuk direplikasi dan disesuaikan untuk kampus-kampus universiti lain di seluruh Malaysia. Dengan model lesen atau penyesuaian, aplikasi ini berpotensi menjadi produk yang menguntungkan serta menyumbang kepada pengalaman kampus yang lebih baik di peringkat nasional.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Puan Asni dan Tuan selaku penyelia projek atas bimbingan dan tunjuk ajar yang tidak ternilai sepanjang pembangunan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Pusat Persediaan Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah, atas sokongan dan kemudahan yang disediakan. Tidak lupa juga kepada semua responden yang terlibat dalam sesi temu bual, sumbangan anda amat bermakna.

RUJUKAN

Adila, N., Hakimi, N., Arsat, N., & Sallehudin, H. (2020). Development of tourism and hospitality mobile application: A conceptual framework of tourist's perspective. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(4), 042056. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/4/042056

Daily Express. (n.d.). *UMS eco-campus a hit among tourists*. Retrieved from https://www.dailyexpress.com.my/news/134906/ums-eco-campus-a-hit-among-tourists/

GRORapid Labs. (n.d.). *Creating a mobile app from scratch with Flutter*. Retrieved from https://www.grorapidlabs.com/blog/creating-a-mobile-app-from-scratch-with-flutter

OxyGlow: Sistem Penulen Udara Pintar Berasaskan Mikroalga

Siti Nor Ani Azaman, Amir Safuan Mohamad Zamri, Nik Ashraf Ameen Nik Zuhaini, Humaira Nardenne Jamaludin, Aimi Shasha Alwin Aswad, Syakirah Khairuddin

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

s_norani@upm.edu.my

ABSTRAK

Kualiti udara dalaman semakin menjadi isu penting kerana peningkatan karbon dioksida (CO_2) di ruang tertutup boleh menjejaskan kesihatan, keselesaan dan tumpuan. Kebanyakan sistem penulen udara sedia ada bergantung kepada penapis sintetik dan penggunaan tenaga yang tinggi, sekali gus menimbulkan keperluan kepada pendekatan yang lebih lestari. Projek ini memperkenalkan **OxyGlow**, iaitu satu sistem penulen udara berasaskan mikroalga yang mengintegrasikan elemen biologi dalam peranti moden. Sistem ini direka sebagai prototaip kompak yang menggabungkan komponen pencahayaan dan medium biologi bagi menyokong proses semula jadi dalam meningkatkan kualiti udara dalaman. Penilaian awal dijalankan secara kualitatif melalui pemerhatian terhadap fungsi sistem dan indikator umum penghasilan oksigen. Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem yang dibangunkan berupaya menyokong peningkatan keadaan udara dalam persekitaran tertutup, sekali gus membuktikan kebolehlaksanaan konsep yang dicadangkan. Secara keseluruhannya, OxyGlow berpotensi sebagai alternatif penulen udara hijau yang lebih mesra alam dan praktikal untuk kegunaan harian. Pendekatan ini membuka peluang kepada penerokaan teknologi berasaskan mikroalga dalam pembangunan sistem persekitaran dalaman yang lebih sihat dan mampan.

Kata kunci: Mikroalga, kualiti udara dalaman, penulen udara, fotobioreaktor mini.

1. PENGENALAN

Kualiti udara dalaman merupakan cabaran yang semakin ketara dalam persekitaran moden, khususnya di ruang tertutup yang mempunyai pengudaraan terhad. Peningkatan kepekatan karbon dioksida (CO_2) dalam ruang kecil boleh menjejaskan keselesaan dan tahap tumpuan penghuni (Satish et al., 2012).

Sehubungan itu, projek ini memperkenalkan **OxyGlow**, iaitu sistem penulen udara berasaskan mikroalga yang mengintegrasikan elemen biologi dalam peranti moden. Mikroalga diketahui mempunyai keupayaan fotosintesis yang membolehkan penyerapan CO_2 dan penghasilan oksigen dalam persekitaran terkawal (Wang et al., 2008).

Sistem ini direka dalam bentuk kompak dan mudah alih, menjadikannya sesuai untuk aplikasi berskala kecil seperti ruang pembelajaran, pejabat individu dan kediaman. Pendekatan ini memberi penekanan kepada penggunaan proses semula jadi sebagai sokongan kepada peningkatan kualiti udara dalaman secara praktikal dan lestari.

2. METODOLOGI

Kajian ini melibatkan pembangunan sebuah prototaip sistem kompak yang mengintegrasikan komponen pencahayaan, ruang tindak balas biologi dan medium hidup dalam satu konfigurasi bersepadu. Reka bentuk sistem memberi penekanan kepada kestabilan operasi, kecekapan interaksi antara komponen serta kesesuaian penggunaan dalam persekitaran tertutup berskala kecil.

Prototaip dibangunkan bagi membolehkan proses biologi berlaku secara berterusan di bawah keadaan operasi terkawal, dengan sokongan sumber pencahayaan sebagai pemacu utama sistem. Susun atur komponen direka untuk memastikan interaksi efektif antara medium biologi dan persekitaran sekeliling tanpa memerlukan sistem sokongan yang kompleks.

Penilaian awal dijalankan menggunakan pendekatan eksperimen secara kualitatif bagi menilai kebolehlaksanaan sistem. Pemerhatian difokuskan kepada fungsi keseluruhan sistem serta perubahan indikator umum yang berkaitan dengan penghasilan oksigen dan respons persekitaran. Analisis dilakukan secara deskriptif berdasarkan pemerhatian visual terhadap prestasi sistem di bawah keadaan operasi yang ditetapkan, tanpa melibatkan pengukuran kuantitatif atau analisis mekanisme dalaman secara terperinci.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil pemerhatian menunjukkan bahawa prototaip OxyGlow berfungsi dengan stabil di bawah keadaan operasi yang ditetapkan. Sistem didapati mampu menyokong proses biologi yang menyumbang kepada penghasilan oksigen, yang ditunjukkan melalui perubahan indikator visual semasa ujian dijalankan. Pemerhatian ini mengesahkan kebolehlaksanaan konsep penggunaan mikroalga sebagai komponen aktif dalam sistem penulen udara berskala kecil.

Dari segi fungsi, integrasi komponen pencahayaan dan medium biologi dalam satu konfigurasi kompak membolehkan interaksi berterusan antara sistem dan persekitaran sekeliling. Pendekatan ini menyokong penggunaan proses semula jadi dalam meningkatkan keadaan udara tanpa memerlukan mekanisme penapisan yang kompleks. Keupayaan mikroalga untuk menjalankan fotosintesis serta menyerap karbon dioksida dalam sistem terkawal telah dilaporkan secara meluas dalam kajian terdahulu (Wang et al., 2008; Singh & Dhar, 2011), sekali gus menyokong asas saintifik pendekatan yang digunakan dalam projek ini.

Selain itu, reka bentuk sistem yang ringkas dan mudah alih menjadikannya sesuai untuk aplikasi dalam ruang tertutup berskala kecil seperti bilik pembelajaran, ruang kerja individu dan kediaman. Pendekatan ini selari dengan perkembangan teknologi berasaskan mikroalga yang semakin diteroka untuk aplikasi persekitaran dan bioteknologi mampan (Chisti, 2007).

Walaupun dapatan adalah bersifat kualitatif, hasil yang diperoleh menunjukkan potensi awal sistem untuk menyokong peningkatan kualiti udara dalaman. Namun demikian, kajian ini mempunyai beberapa kekangan, termasuk ketiadaan pengukuran kuantitatif bagi menentukan kadar penghasilan oksigen dan kecekapan sistem secara tepat. Oleh itu, kajian lanjutan disarankan bagi menilai prestasi sistem secara lebih terperinci melalui analisis kuantitatif serta pengoptimuman parameter operasi.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, OxyGlow menunjukkan potensi sebagai sistem penulen udara berasaskan mikroalga yang praktikal untuk ruang tertutup berskala kecil. Dapatan awal mengesahkan kebolehlaksanaan konsep melalui pendekatan biologi dalam menyokong peningkatan kualiti udara dalaman. Walaupun kajian ini bersifat kualitatif, sistem ini berpotensi dikembangkan sebagai teknologi lestari yang mudah alih dan sesuai untuk aplikasi harian.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Makmal Biologi, Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia (ASPutra) atas kemudahan penyelidikan yang disediakan. Penulis juga merakamkan penghargaan kepada Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia atas sokongan yang diberikan.

RUJUKAN

Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances, 25*(3), 294–306.

Satish, U., Mendell, M. J., Shekhar, K., Hotchi, T., Sullivan, D., Streufert, S., & Fisk, W. J. (2012). Is CO_2 an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO_2 concentrations on human decision-making performance. *Environmental Health Perspectives, 120*(12), 1671–1677.

Singh, J., & Dhar, D. W. (2011). Microalgal biorefinery concept. *Frontiers in Environmental Science & Engineering, 5*(3), 285–295.

Wang, B., Li, Y., Wu, N., & Lan, C. Q. (2008). CO_2 bio-mitigation using microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology, 79*(5), 707–718.

Ecolette

Sanjanasri Chandramogan, Siti Zairyn Fakurol Rodzi*, Thivashni Narendran, Nur Syahidah Shamsul Anwar, Nurul Atiqah Syakirah Mohd Razal

Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia

*siti.zairyn@umt.edu.my

ABSTRAK

Ecolette merupakan sabun herba semula jadi yang dibangunkan sebagai alternatif yang lebih selamat dan mesra alam berbanding sabun komersial. Kebanyakan sabun di pasaran mengandungi bahan kimia seperti triclosan, paraben dan sodium lauryl sulfate (SLS) yang boleh menyebabkan kekeringan, iritasi dan alahan kulit. Produk ini diformulasikan menggunakan bahan berasaskan tumbuhan serta minyak masak terpakai yang diproses semula bagi mengurangkan pembaziran dan menyokong kelestarian alam sekitar. Ecolette dihasilkan dalam bentuk paper soap, iaitu kepingan sabun nipis seperti kertas yang mudah dibawa dan akan larut apabila terkena air untuk menghasilkan sabun. Pembungkusannya direka dalam bentuk kotak keychain, membolehkan pengguna, khususnya pelajar sekolah, membawanya ke mana-mana dengan mudah. Inovasi ini menjadikan produk lebih praktikal, mesra perjalanan dan sesuai digunakan untuk menjaga kebersihan tangan pada bila-bila masa.

1. PENGENALAN

Ecolette merupakan sabun herbal yang berasaskan bahan semula jadi yang dibangunkan sebagai alternatif lebih selamat dan mesra alam berbanding sabun komersial. Kebanyakan sabun di pasaran mengandungi bahan kimia seperti triclosan, paraben dan sodium lauryl sulfate (SLS) yang berpotensi menyebabkan kekeringan, iritasi serta alahan kulit (Rosman *et al*., 2023). Selain itu, penggunaan minyak masak terpakai (Irawan *et al*., 2022) yang tidak diurus dengan baik turut menyumbang kepada pencemaran alam sekitar. Oleh itu, terdapat keperluan untuk menghasilkan produk pembersihan yang bukan sahaja selamat digunakan pada kulit, malah menyokong amalan kelestarian.



Rajah 1. Ilustrasi Produk Ecolette

Sehubungan itu, objektif kajian ini adalah untuk membangunkan Ecolette, iaitu sabun herbal dalam bentuk paper soap yang inovatif, mudah dibawa dan larut apabila terkena air. Produk ini diformulasikan menggunakan bahan berasaskan tumbuhan serta minyak masak terpakai yang dikitar semula bagi mengurangkan pembaziran. Selain itu, reka bentuk pembungkusan dalam bentuk kotak keychain seperti di **Rajah 1** bertujuan meningkatkan kebolehgunaan, khususnya dalam kalangan pelajar sekolah. Inovasi ini diharapkan dapat menyediakan alternatif sabun yang praktikal, mesra pengguna dan menyokong penjagaan kebersihan tangan pada bila-bila masa.

2. METODOLOGI

Proses penghasilan Ecolette melibatkan tindak balas saponifikasi antara serbuk sodium hydroxide dan minyak masak terpakai sebagai bahan asas (Rahayu *et al.,* 2021). Minyak tersebut terlebih dahulu ditapis sebelum dicampurkan dengan larutan sodium hydroxide pada suhu terkawal bagi menghasilkan sabun asas (Ahadito *et al*., 2023). Seterusnya, ekstrak daun neem ditambah sebagai agen antibakteria semula jadi, diikuti vitamin C dalam bentuk cecair sebagai antioksidan untuk meningkatkan kestabilan formulasi. Minyak pati seperti tea tree oil atau lavender oil dimasukkan bagi memberikan aroma semula jadi serta kesan tambahan kepada kulit (Uzwatania *et al*., 2020).



Rajah 2. Carta Alir Metodologi Penghasilan Ecolette

Campuran kemudian diratakan nipis membentuk kepingan seperti kertas dan dikeringkan sebelum dipotong kepada saiz kecil serta dibungkus dalam bekas keychain. Metodologi telah diringkaskan seperti dalam **Rajah 2**.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Kajian mendapati bahawa formulasi Ecolette berjaya menghasilkan sabun dalam bentuk kepingan nipis (*paper soap*) yang stabil, mudah larut dalam air dan praktikal untuk kegunaan harian. Proses saponifikasi menggunakan minyak masak terpakai dan sodium hydroxide menghasilkan sabun asas yang mempunyai tekstur sesuai untuk dibentuk nipis tanpa mudah pecah. Penambahan ekstrak daun neem menunjukkan potensi sifat antibakteria, manakala vitamin C membantu meningkatkan kestabilan formulasi. Selain itu, penggunaan essential oils seperti tea tree atau lavender memberikan aroma yang menyenangkan serta meningkatkan nilai komersial produk. Produk akhir didapati ringan, mudah dibawa dan sesuai digunakan terutama dalam situasi luar atau perjalanan**.**

Dapatan ini menunjukkan bahawa penggunaan bahan semula jadi dan minyak masak terpakai bukan sahaja berfungsi dengan baik dalam penghasilan sabun, malah menyumbang kepada aspek kelestarian alam sekitar. Keupayaan Ecolette untuk larut dengan cepat apabila terkena air membuktikan keberkesanan reka bentuk paper soap berbanding sabun konvensional yang lebih besar dan kurang praktikal. Sifat antibakteria daripada ekstrak neem dan tea tree oil menyokong fungsi pembersihan tangan, walaupun kajian lanjut seperti ujian mikrobiologi kuantitatif perlu dijalankan untuk pengesahan yang lebih tepat. Dari sudut pengguna, reka bentuk *keychain* meningkatkan kebolehgunaan dan kebolehaksesan, terutamanya dalam kalangan pelajar. Namun begitu, beberapa penambahbaikan boleh dipertimbangkan seperti meningkatkan ketahanan kepingan sabun terhadap kelembapan serta menilai jangka hayat produk bagi memastikan kualiti kekal optimum sepanjang penyimpanan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, Ecolette merupakan inovasi sabun herbal yang menggabungkan aspek keselamatan, kemudahan dan kelestarian alam sekitar. Penggunaan bahan semula jadi serta minyak masak terpakai bukan sahaja mengurangkan kesan negatif terhadap kulit, malah membantu mengurangkan pencemaran. Reka bentuk paper soap yang ringan dan mudah dibawa menjadikan produk ini praktikal untuk kegunaan harian, khususnya dalam memastikan kebersihan tangan. Oleh itu, produk ini berpotensi menjadi alternatif yang berdaya saing kepada sabun komersial sedia ada serta menyokong gaya hidup lebih sihat dan lestari.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan ditujukan kepada Universiti Malaysia Terengganu atas tajaan yang diberikan bagi membolehkan penyertaan dan pelaksanaan kajian ini. Tajaan ini amat dihargai dalam memastikan kelancaran proses penyelidikan yang dijalankan. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Pusat Asasi STEM atas sokongan akademik yang berterusan sepanjang kajian ini dilaksanakan. Bimbingan dan bantuan yang diberikan telah banyak membantu dalam memastikan kajian ini dapat dijalankan dengan lebih sistematik dan berkesan.

RUJUKAN

Ahadito, B. R. & Afriani, S. R. (2023). Soap production from waste cooking oil: A review. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*.

Irawan, N. Z. P. et al. (2022). The properties of waste cooking oil soap with avocado waste extract as filler, *Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics.*

Rahayu, S. et al*. (2021).* Environmentally safe technology with the conversion of used cooking oil into soap. *Journal of Physics: Conference Series.*

Rosman, M. N. I. et al. (2023). Optimisation of NaOH concentration for sustainable soap production using waste cooking oil, *Journal of Advanced Mechanical Engineering Applications.*

Uzwatania, F. et al*. (2020).* Formulation of liquid hand soap made from neem seed oil and lemongrass essential oil. *Indonesian Journal of Applied Research.*

Nurtura Jardin: Sistem Penanaman Menegak Hibrid Hidroponik-Aeroponik untuk Persekitaran Bandar

Mimi Syazwani Suhaimi*, Wan Nuraisyah Syaqirah Mohd Shaffie, Muhammad Azfar Daniel Abd Hamid, Syahmina Afrina Syahril Azizi, Medhavani Nooka Raju

Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

*mimi.suhaimi@umt.edu.my

ABSTRAK

Pertanian bandar semakin mendapat perhatian sebagai strategi penting untuk menangani kekangan ruang serta peningkatan kos makanan di kawasan berpenduduk padat. Kajian ini memperkenalkan Nurtura Jardin, iaitu sistem penanaman menegak hibrid yang mengintegrasikan prinsip hidroponik dan aeroponik bagi meningkatkan kecekapan penggunaan air dan nutrien dalam skala domestik. Sistem ini menggunakan sabut kelapa sebagai medium perantara antara kabus nutrien dan akar tanaman, sekali gus meningkatkan kadar penyerapan kelembapan dan nutrien secara optimum. Reka bentuk sistem yang fleksibel membolehkan ia dipasang sama ada secara gantung atau berdiri, menjadikannya sesuai untuk rumah teres dan pangsapuri. Metodologi kajian melibatkan pembangunan prototaip serta kajian persepsi pengguna terhadap penanaman menegak. Dapatan soal selidik melibatkan 38 responden menunjukkan bahawa 65.8% menghadapi kekangan ruang, manakala 73.1% menunjukkan minat terhadap penanaman sistem penanaman secara menegak. Pemerhatian awal terhadap prototaip yang dibangunkan pula menunjukkan sistem ini berpotensi mengingkatkan kecekapan penggunaan air berbanding kaedah konvensional, selaras dengan ciri sistem aeroponik yang membekalkan nutrien secara terus kepada akar dalam bentuk kabus. Walau bagaimanapun, kajian lanjut dengan pengukuran kuantitatif diperlukan bagi menilai secara tepat tahap penjimatan air sistem ini. Secara keseluruhannya, kajian ini menawarkan penyelesaian praktikal, kos efektif dan mesra alam untuk pengeluaran makanan bandar berskala kecil, serta berpotensi untuk dikomersilkan sebagai sistem pertanian pintar domestik.

Kata kunci: pertanian bandar, penanaman menegak, hidroponik, aeroponik, kelestarian makanan

1. PENGENALAN

Pertumbuhan pesat urbanisasi global telah membawa kepada peningkatan kepadatan penduduk kawasan bandar, sekali gus mengurangkan ketersediaan ruang untuk aktiviti pertanian konvensional. Keadaan ini meningkatkan kebergantungan terhadap sumber makanan luar serta menyumbang kepada peningkatan kos sara hidup dalam kalangan isi rumah bandar. Di Malaysia, kekangan ruang khususnya di kawasan perumahan teres dan pangsapuri menjadi antara faktor utama yang menghalang amalan penanaman sendiri (Ishak, 2022). Walaupun begitu, kesedaran terhadap kepentingan keselamatan makanan dan kelestarian alam sekitar dalam kalangan masyarakat bandar semakin meningkat, sekali gus meningkatkan minat terhadap pertanian bandar sebagai alternatif pengeluaran makanan (Awang et al., 2024).

Seiring dengan cabaran ni, teknologi hidroponik dan aeroponik dilaporkan mampu meningkatkan kecekapan penggunaan air dan nutrien serta menyokong pengeluaran tanaman tanpa kebergantungan kepada tanah (Sharma et al., 2018; Rajaseger et al., 2023). Selain itu,

sistem penanaman menegak dikenal pasti sebagai pendekatan inovatif untuk memaksimumkan penggunaan ruang dalam persekitaran bandar yang terhad (Benke & Tomkins, 2017). Namun begitu, kebanyakan sistem sedia ada masih menghadapi kekangan dari segi kos, reka bentuk dan kesesuaian untuk kegunaan domestik. Oleh itu, kajian ini memperkenalkan Nurtura Jardin, iaitu sistem penanaman menegak hibrid yang direka untuk pertanian lebih fleksibel, praktikal dan mesra pengguna.

2. METODOLOGI

2.1 Kajian soal selidik

Kajian soal selidik telah dijalankan melibatkan 38 responden daripada komuniti bandar berumur antara 17 hingga lebih 55 tahun. Instrumen kajian merangkumi beberapa aspek penggunaan ruang, amalan bercucuk tanam, serta minat terhadap penanaman menegak. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan peratusan dan taburan kekerapan.

2.2 Reka bentuk sistem

Sistem Nurtura Jardin dibangunkan sebagai sistem penanaman menegak hibrid yang mengintegrasikan prinsip hidroponik dan aeroponik. Struktur utama sistem berbentuk silinder menegak yang diperbuat daripada PVC ringan. Lubang tanaman disusun secara bertingkat bagi memaksimumkan penggunaan ruang. Silinder PVC ini dilekatkan ke sekeping kayu yang ringan dan dipasang kaki bagi menyokong kestabilan sistem untuk berdiri. Bahagian belakang kayu turut dipasang penyangkut bagi membolehkan Nurtura Jardin ini digantung di pagar atau di pintu. Reka bentuk hibrid ini membolehkan Nurtura Jardin sesuai digunakan dalam pelbagai jenis kediaman bandar seperti rumah teres dan pangsapuri kerana menjimatkan ruang dan mudah digunakan.

2.3 Integrasi sistem hidroponik dan aeroponik

Sistem ini menggabungkan prinsip hidroponik dan aeroponik. Sabut kelapa digunakan sebagai medium untuk mengekalkan kelembapan, manakala larutan nutrien dibekalkan dalam bentuk kabus terus ke akar tanaman. Integrasi ini menyokong keseimbangan antara kelembapan dan pengudaraan akar sekali gus menyokong pertumbuhan tanaman yang lebih efisien.

2.4 Sistem penyiraman

Sistem penyiraman menggunakan pam air elektrik yang disambungkan kepada nozel semburan bagi menghasilkan kabus halus. Larutan nutrien dipam dari takungan di bahagian bawah sistem dan diedarkan ke zon akar. Lebihan larutan nutrien akan dikumpulkan semula dalam takungan untuk digunakan semula dan menjadikan sistem ini cekap dari segi penggunaan air dan mengurangkan pembaziran.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Persepsi pengguna

Hasil kajian menunjukkan 71.1% responden telah mengamalkan aktiviti bercucuk tanam di kawasan kediaman, namun 65.8% menghadapi kekangan ruang. Keadaan ini menunjukkan keperluan yang signifikan terhadap sistem penanaman yang lebih kecil dan jimat ruang.

Sebanyak 73.1% responden menyatakan minat yang tinggi terhadap penanaman menegak berasaskan hidroponik atau aeroponik ini. Ini membuktikan bahawa terdapat potensi penerimaan yang baik dalam kalangan pengguna bandar terhadap teknologi pertanian moden.

Selain itu, maklum balas responden turut menunjukkan bahawa sistem ini dianggap menjimatkan ruang, praktikal, dan sesuai untuk kediaman bandar. Dapatan ini menunjukkan bahawa sistem Nurtura Jardin selari dengan keperluan sebenar pengguna bandar, yang mana kekangan ruang merupakan cabaran utama pertanian bandar.

3.2 Sistem Nurtura Jardin

Sistem Nurtura Jardin direka dalam bentuk penanaman menegak dan dibina menggunakan komponen seperti pam air dan penyembur kabus yang membawa larutan nutrien terus ke akar tanaman. Sabut kelapa turut digunakan bagi mengekalkan mengekalkan kelembapan setelah semburan kabus dijalankan terhadap tanaman. Sistem dibina secara hibrid, iaitu boleh digantung atau berdiri bagi mempelbagaikan fleksibiliti ruang dan cara penggunaan (Rajah 1).



Rajah 1. Sistem Nurtura Jardin diletakkan secara tergantung dan berdiri di atas meja.

4. KESIMPULAN

Kajian ini berjaya membangunkan Nurtura Jardin, iaitu sistem penanaman menegak secara hibrid yang mengintegrasikan sistem hidroponik dan aeroponik sebagai penyelesaian inovatif terhadap kekangan ruang dan pertanian bandar. Reka bentuk sistem yang kecil dan fleksibel menjadikan Nurtura Jardin sesuai untuk aplikasi domestik, khususnya di persekitaran kediaman bandar yang mempunyai ruang yang terhad.

Dari perspektif teknikal, sistem ini berpotensi menyokong pertumbungan tanaman melalui pengagihan nutrien yang efisien menggunakan mekanisma semburan kabus serta medium sabut kelapa yang mengkalkan keseimbangan kelembapan dan pengudaraan akar. Pemerhatian awal menunjukkan sistem Nurtura Jardin dilihat mampu meningkatkan kecekapan penggunaan air sejajar dengan prinsip pertanian mampan. Dapatan soal selidik juga turut mengesahkan kewujudan keperluan sebenar dalam kalangan pengguna bandar serta menunjukkan potensi penerimaan yang tinggi terhadap sistem ini.

Secara keseluruhannya, Nurtura Jardin bukan sahaja menawarkan pendekatan alternatif yang praktikal dan mampan untuk pengeluaran makanan bandar, malah mempunyai potensi yang signifikan untuk dikembangkan sebagai produk sektor pertanian pintar.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan sekalung penghargaan terima kasih kepada Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu atas sokongan yang diberikan dalam melaksanakan kajian ini.

RUJUKAN

Awang, N., Saad, S., & Sum, S. M. (2024). Fostering empowerment of urban community gardening through urban agriculture initiatives in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences, 14*(1), 3115–3124. https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i1/20487

Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, *13*(1), 13–26. https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054

Ishak, N. (2022). Challenges of urban garden initiatives for food security in Malaysia. *Kajian Geografi, 41*(4), 57–72. https://doi.org/10.14746/quageo-2022-0038

Rajaseger, G., Chan, K. L., Yee Tan, K., Ramasamy, S., Khin, M. C., Amaladoss, A., & Kadamb Haribhai, P. (2023). Hydroponics: current trends in sustainable crop production. *Bioinformation*, *19*(9), 925–938. https://doi.org/10.6026/97320630019925

Rodríguez-Delfín, A., Gruda, N., Eigenbrod, C., Orsini, F., Gianquinto, G. (2017). Soil Based and Simplified Hydroponics Rooftop Gardens. In: Orsini, F., Dubbeling, M., de Zeeuw, H., Gianquinto, G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. *Urban Agriculture*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_5

Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production. *Journal of Soil and Water Conservation, 17*(4), 364–371. http://dx.doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5

Chewrasa Herba: A Soothing Lozenge With White Roselle And Ginger

Aisyah Humaira Zainui'ariffin, Auni Nurdini Mohd Zulkifli, Nur Adlin Abd Wahab, Nur Syahida Abdul Rahim

STEM Foundation Centre, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia.

* syahida.rahim@umt.edu.my

ABSTRACT

Herbal gummy lozenges are gaining attention as functional confectionery products due to their potential health benefits and improved consumer acceptability. However, conventional lozenges are often hard, difficult to swallow, and commonly contain synthetic ingredients that may not be suitable for sensitive users. In addition, although Red Roselle has been widely studied, White Roselle remains underexplored despite its antioxidant and anti-inflammatory potential. This study aligns with Sustainable Development Goals (SDG) 3 (Good Health and Well-being), SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production) by promoting healthier, innovative, and natural product development. Therefore, this study aims to prepare lozenges containing White Roselle and ginger extract, and to evaluate their texture properties, including texture, aroma, appearance, and elasticity. The gummy lozenges were prepared using a standardized formulation process involving weighing, mixing, heating, and molding to obtain a uniform product. Sensory evaluation was conducted with 35 participants using structured questionnaires to assess consumer perception and preference. The findings indicated that Red Roselle with ginger was the most balanced formulation (57.14%) and the most preferred (51.43%), followed by White Roselle with ginger and Chrysanthemum with ginger. In conclusion, although White Roselle lozenges were successfully developed and evaluated, Red Roselle demonstrated higher consumer acceptance. This study highlights the potential of herbal gummy lozenges as a natural alternative to conventional products. The formulation developed shows promising commercial potential as a functional, consumer-friendly lozenge while supporting sustainable and responsible product innovation.

Keywords: Herbal gummy lozenges, White Roselle, Ginger extract, Sensory evaluation, Consumer preference

1. INTRODUCTION

White roselle (*Hibiscus sabdariffa*) is a lesser-known variety of roselle valued for its milder taste and potential health benefits, including antioxidant and soothing properties (Almajid et al., 2023). In recent years, there has been increasing consumer demand for natural and plant-based remedies, particularly for minor ailments such as throat irritation caused by infections, environmental factors, or vocal strain.

Conventional throat lozenges are widely used to provide temporary relief; however, many products contain synthetic ingredients that may not be suitable for all users. This has created a need for safer, natural alternatives that are both effective and acceptable in taste and texture. Therefore, this project introduces Formulating a Soothing Lozenge with White Roselle and Ginger (*Zingiber officinale*), branded as ChewRasa Herba, which focuses on developing a

natural and consumer-friendly functional lozenge. By incorporating natural ingredients with potential therapeutic benefits, this innovation aims to provide a more effective and pleasant alternative to conventional lozenges.

The development process encompasses raw material preparation, controlled heating and mixing, molding, and solidification to achieve a stable gummy formulation, as outlined by Almajid et al. (2023). Given its preliminary nature, the evaluation is strictly limited to sensory analysis, including texture, aroma, appearance, and elasticity, based on consumer perception. This feedback was gathered from 35 respondents who participated in a sensory evaluation utilizing structured questionnaires. Consequently, this study excludes clinical testing, medical validation of therapeutic effects, chemical stability testing, long-term storage analysis, and pharmaceutical-grade production standards.

The initiative for this research stems from the fact that commercial lozenges frequently contain synthetic ingredients that may not suit sensitive consumers. While the demand for natural throat relief products is steadily increasing, the development of purely herbal lozenges remains limited. Furthermore, white roselle is highly underexplored in this context despite possessing significant potential soothing and antioxidant properties. This highlights a clear need to develop a safe, natural, white roselle-based lozenge as an alternative remedy.

To address these gaps, the primary objectives of this project are twofold: first, to successfully prepare lozenges containing white roselle and ginger extract, and second, to comprehensively evaluate their consumer-perceived quality through detailed sensory and texture analyses encompassing texture, aroma, appearance, and elasticity.

2. METHODOLOGY

This project focuses on the formulation of a white roselle-flavored soothing lozenge with ginger, aiming to produce a safe and acceptable product in terms of taste and texture. The methodology is carried out in three main phases, starting with raw material preparation, followed by gummy lozenge formulation and production, and finally evaluation and packaging of the finished product (Figure 1).

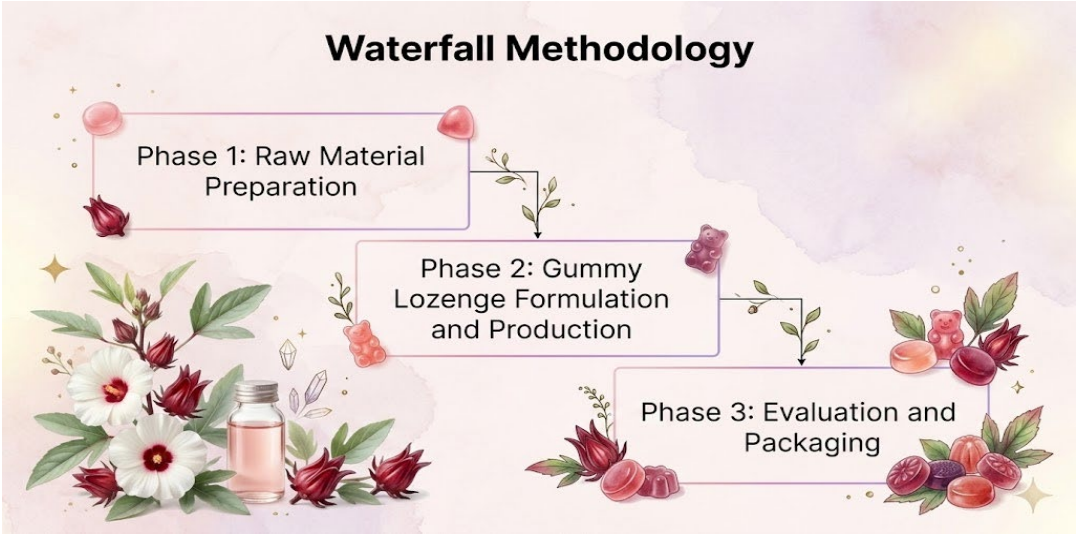


Figure 2. Waterfall Methodology

2.1 Phase 1: Raw Material Preparation

Phase 1 involves raw material preparation, where fresh White Roselle calyces and ginger were selected as the main ingredients. Gelatin was used as the gelling agent, honey as a sweetener, and water as the base for extraction and formulation.

The White Roselle and ginger extracts were prepared by boiling in hot water to obtain concentrated solutions. The extracts were then strained to remove solid particles and blended to ensure a smooth consistency suitable for gummy formulation.

Finally, gelatin was dissolved into the prepared extracts, while honey was gently warmed to facilitate mixing. All ingredients were carefully measured to ensure accurate proportions for the gummy lozenge formulation.

2.2 Phase 2: Gummy Lozenge Formulation and Production

Phase 2 is the gummy lozenge formulation and production stage. Gelatin was first added into the ginger decoction and stirred until fully dissolved. This step is important to make sure the gelatin is cooked properly and forms a smooth, lump-free mixture that will give a soft and chewy texture.

Next, the White Roselle extract was added into the mixture and gently heated while stirring until everything was well mixed. The heating was controlled to avoid overcooking, and stirring was done carefully to prevent bubbles that could affect the texture and appearance of the lozenges.

After that, the heat was turned off, and honey was added for sweetness. The mixture was then poured into silicone molds and left at room temperature for a short time before being placed in the refrigerator for 2 to 3 hours until fully set and firm.

2.3 Phase 3: Evaluation and Packaging

Phase 3 involves evaluation and packaging of the gummy lozenges. The finished gummies are stored in an airtight container to prevent them from drying out or absorbing moisture, ensuring that their texture and quality are maintained.

After that, the product is labelled with important information such as ingredients, basic nutritional content, and storage instructions. This is to ensure proper identification, safe usage, and correct storage by users.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Texture Analysis of Gummy Lozenges with Different Plant Extracts

The gummy lozenge formulations using White Roselle, Red Roselle, and Chrysanthemum were successfully produced and formed stable gel structures after cooling (Figure 2). All samples showed a uniform shape, smooth surface, and acceptable firmness, indicating that the gelatin concentration and formulation method were suitable for gummy production. No defects such as phase separation, excessive stickiness, or incomplete gelation were observed, showing that the heating and mixing processes were well controlled.

The good gel formation suggests that the formulation parameters, especially gelatin hydration and heating conditions, were appropriate for developing a stable structure. Gelatin acts as a gelling agent by forming a three-dimensional network that traps water and other components, producing the gummy texture (Kaewpetch et al., 2024). Consistent ingredient proportions such as ginger extract, honey, and gelatin also contributed to product stability.

Differences in color and aroma among the samples were mainly due to the type of plant extract used rather than formulation errors. This shows that the extraction methods successfully preserved the natural properties of each ingredient while maintaining overall product uniformity (Roudbari, 2024).

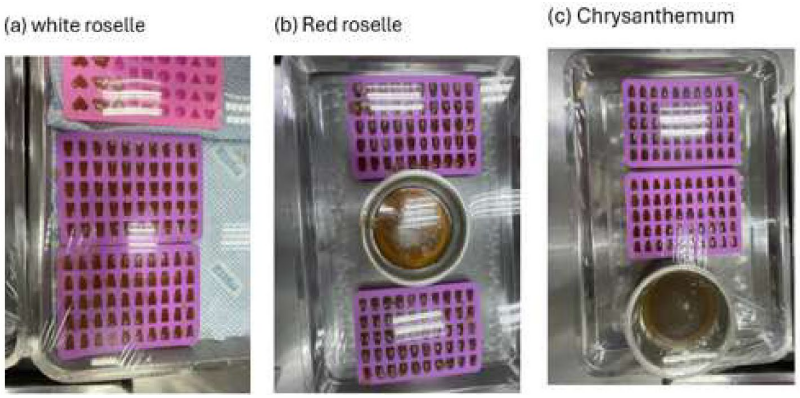


Figure 2. Three formulas of lozenges

3.2 Sensory Analysis of Gummy Lozenges

Sensory evaluation was conducted to assess consumer acceptance of three gummy lozenge formulations based on appearance, color, aroma, texture, sweetness, taste, aftertaste, and overall acceptability. Statistical analysis using one-way ANOVA (Table 1) showed that there were no significant differences ($p > 0.05$) among all samples for the evaluated attributes.

Although no significant differences were found, the Red Roselle (Sample B) formulation recorded the highest mean scores for most parameters, including overall acceptance, followed by White Roselle (Sample A) and Chrysanthemum (Sample C). This indicates a general preference trend towards the Red Roselle sample, even though all formulations were considered acceptable. The percentages of acceptance and taste balance are shown in Table 1.

Table 1: Overall sensory properties of soothing lozenges

Sample	A	B	C
Appearance	4.11 ± 1.76^{a}	4.34 ± 1.77^{a}	4.06 ± 1.89^{a}
Colour	4.09 ± 1.79^{a}	4.31 ± 1.89^{a}	4.06 ± 1.89^{a}
Aroma	3.20 ± 1.76^{a}	3.46 ± 1.92^{a}	3.57 ± 1.84^{a}
Texture	3.74 ± 1.77^{a}	3.69 ± 1.81^{a}	3.77 ± 1.86^{a}
Sweetness	2.49 ± 1.38^{a}	3.26 ± 1.67^{a}	3.06 ± 1.85^{a}
Taste	2.46 ± 1.25^{b}	3.34 ± 1.64^{a}	2.97 ± 1.77^{ab}
Aftertaste	2.69 ± 1.61^{a}	3.37 ± 1.73^{a}	3.17 ± 1.98^{a}
Overall acceptance	3.29 ± 1.64^{a}	3.77 ± 1.72^{a}	3.26 ± 1.77^{a}

Data values are expressed as mean ± standard deviation of 35 replicates (n=35). Values with different superscripts within the row are significantly different at ($p<0.05$); Sample A: White Roselle: Ginger; Sample B: Red Roselle, Ginger; Sample C: Chrysanthemum, Ginger.

The lack of significant differences suggests that sensory properties were mainly influenced by the standardized base formulation rather than the type of plant extract used. Consistent ingredient ratios contributed to stable texture and sweetness, which are important factors in confectionery acceptance (Renaldi, 2022).

The slightly higher preference for Red Roselle may be due to its stronger color and flavor, which enhances visual appeal and taste perception. However, all formulations remain suitable for product development, with potential improvements in flavor intensity and sweetness balance (Kaewpetch et al., 2024).

Based on pie chart analysis (Figure 3 and Figure 3), Sample 436 (Red Roselle with Ginger, Sample B) was identified as the most balanced and most preferred formulation among respondents, indicating the highest consumer acceptance compared to the other samples. Sample 321 corresponds to White Roselle (Sample A), while Sample 249 represents Chrysanthemum (Sample C).

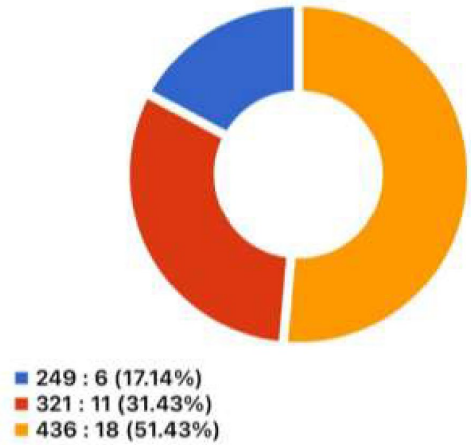


Figure 3. Pie chart of preferred sample

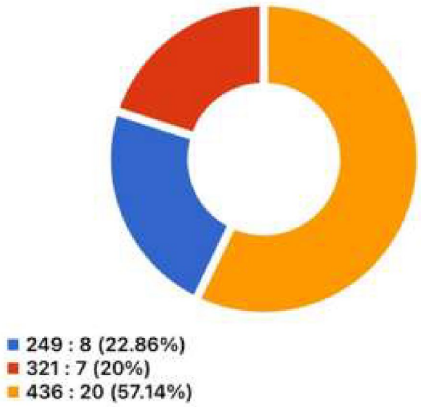


Figure 4. Pie chart of most balanced sample

4. CONCLUSION AND POTENTIAL COMMERCIAL

The main objective of this project was to prepare gummy lozenges containing white roselle and ginger extract and to evaluate their texture and sensory characteristics. Based on the results obtained, three formulations (white roselle, red roselle, and chrysanthemum with ginger) were successfully produced, all showing stable gel structures with acceptable texture, firmness, and appearance. Texture analysis confirmed that all samples were free from defects such as stickiness, phase separation, or structural instability, indicating that the formulation process was well controlled.

Sensory evaluation showed no significant differences ($p > 0.05$) among all formulations for all attributes. However, the red roselle with ginger sample recorded slightly higher preference and was identified as the most balanced formulation based on pie chart analysis. Despite this, the white roselle with ginger formulation, which is the focus of this project, also demonstrated acceptable sensory qualities. Overall, the findings show that white roselle has good potential as a natural ingredient for gummy lozenge development with satisfactory texture and consumer acceptance.

Several improvements can be made to enhance the quality of the gummy lozenge in future studies. The sweetness level can be adjusted to achieve a better taste balance, while the type and concentration of gelatin can be optimised to produce a more ideal chewy texture. In addition, maintaining consistent ingredient proportions is important to ensure fair comparison between formulations. Future sensory evaluations should also involve a larger number of respondents or trained panelists to obtain more accurate and reliable results.

From a commercial perspective, the formulation shows potential for development as a natural throat-soothing product. Improvements in flavor balance, particularly in adjusting sweetness, roselle concentration, and ginger intensity, may further increase consumer acceptance. With proper optimisation, the white roselle and ginger gummy lozenge has potential to be commercialised as a functional confectionery product that offers a natural alternative to conventional lozenges.

ACKNOWLEDGEMENT

At the end of this project, the author would like to express sincere appreciation to everyone who contributed directly and indirectly to the completion of this work. First, the author would like to thank the supervisor, Madam Nur Syahida binti Abdul Rahim, for her continuous guidance, support, and valuable feedback throughout the development of this project. The author also extends appreciation to the co-supervisor, T.S. Dr. Fisal bin Haji Ahmad, for his advice and academic support throughout this study.

The author would also like to acknowledge the teammates, Aisyah Humaira, Auni Nurdini and Nur Adlin for their cooperation, teamwork, and assistance during the preparation, formulation, and evaluation stages of this project. Finally, appreciation is given to the STEM Foundation Centre, Universiti Malaysia Terengganu (UMT) for providing the necessary facilities, resources, and academic environment that contributed to the successful completion of this project.

REFERENCES

Almajid, A., Bazroon, A., AlAhmed, A., Bakhurji, O., & Bakhurji, O. M. (2023). Explorinthe health benefits and therapeutic potential of roselle (Hibiscus sabdariffa) in human studies: A comprehensive review. Cureus, 15(11).

Chanda, R., & Nallaguntla, L. (2020). Formulation and evaluation of medicated lozenges for sore throat. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 62–67.

Chew, L. Y., Teng, S. K., Neo, Y. P., Sim, Y. Y., & Chew, S. C. (2024). The potential of roselle (Hibiscus sabdariffa) plant in industrial applications: A promising source of functional compounds. Journal of Oleo Science, 73(3), 275–292.

Kaewpetch, K., Yolsuriyan, S., Disayathanoowat, T., Phokasem, P., Jannu, T., Renaldi, G., & Samakradhamrongthai, R. S. (2024). Influence of gelatin and propolis extract on honey gummy jelly properties: Optimization using D-optimal mixture design. Gels, 10(4), Article 282.

Renaldi, G., Junsara, K., Jannu, T., Sirinupong, N., & Samakradhamrongthai, R. S. (2022). Physicochemical, textural, and sensory qualities of pectin/gelatin gummy jelly incorporated with Garcinia atroviridis and its consumer acceptability. International Journal of Gastronomy and Food Science, 28, Article 100505.

Roudbari, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Gavlighi, H. A. (2024). Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. Heliyon, 10(11), Article e32120.

JUVELLY: Tablet Syampu Herba Effervescent Mengandungi Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus jujuba*)

Rizki Wannahari, Ahmad Saufi Mohd Nawi, Nor Anis Atiqah Che Shamsudin, Alya Khadeeja Zaini, Nur Syifa Ezzati Ahmad Shukri, Puteri Airyn Alysa Megat Mohammed Mahathir

Centre for Foundation Studies & Faculty of Agro-Based Industry, Universiti Malaysia Kelantan, Kampus Jeli, 17600 Jeli, Kelantan, Malaysia

*rizki.w@umk.edu.my

ABSTRAK

Penggunaan syampu cecair konvensional secara meluas menyumbang kepada peningkatan sisa plastik disebabkan penggunaan botol plastik sebagai pembungkusan utama. Selain itu, syampu cecair juga kurang praktikal untuk aktiviti perjalanan dan penggunaan luar. Seiring dengan peningkatan kesedaran terhadap kelestarian alam sekitar dan permintaan terhadap produk penjagaan diri berasaskan bahan semula jadi, pembangunan formulasi alternatif yang lebih kompak, mesra alam dan mudah digunakan semakin mendapat perhatian. Kajian ini bertujuan membangunkan JUVELLY, iaitu tablet syampu herba effervescent yang mengandungi ekstrak daun bidara (*Ziziphus jujuba*) sebagai bahan aktif semula jadi yang berpotensi memberikan manfaat antioksidan dan pembersihan kulit kepala. Dua kaedah pengekstrakan digunakan bagi mendapatkan sebatian bioaktif daripada daun bidara iaitu pengekstrakan etanol dan ekstrak berasaskan gliserin (glycerite). Tablet syampu effervescent diformulasikan menggunakan natrium bikarbonat dan asid sitrik sebagai agen effervescent, kanji jagung dan laktosa sebagai pengikat dan pengisi, serbuk aloe vera sebagai agen perapi rambut, garam Epsom sebagai agen menenangkan kulit kepala, minyak kelapa sebagai emolien, serta natrium benzoat sebagai bahan pengawet. Hasil pemerhatian awal menunjukkan tablet menghasilkan tindak balas effervescent yang cepat apabila terdedah kepada air dan menghasilkan buih pembersih dalam masa beberapa saat. Larutan syampu yang disediakan pada kepekatan 1% menunjukkan nilai pH 7.53 dan tablet kekal stabil pada suhu bilik. Selain itu, kajian literatur menunjukkan daun bidara mengandungi sebatian fitokimia seperti flavonoid, saponin, alkaloid dan tanin yang berpotensi memberikan aktiviti antioksidan dan antimikrob. Dengan mengurangkan penggunaan botol plastik serta mengintegrasikan bahan semula jadi berasaskan tumbuhan, JUVELLY menunjukkan potensi sebagai inovasi penjagaan rambut yang mesra alam serta menyokong Matlamat Pembangunan Mampan SDG 3 (Kesihatan Baik dan Kesejahteraan) dan SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab).

Kata kunci: tablet syampu, effervescent, daun bidara, fitokimia, produk kosmetik lestari

1. PENGENALAN

Produk pembersihan rambut seperti syampu merupakan antara produk penjagaan diri yang paling banyak digunakan dalam kehidupan seharian. Kebanyakan syampu komersial dipasarkan dalam bentuk cecair dan dibungkus menggunakan botol plastik sekali guna. Menurut kajian oleh UNEP (2021), industri kosmetik global menghasilkan berjuta-juta tan sisa plastik setiap tahun, sebahagian besarnya datang daripada pembungkusan produk penjagaan diri.

Sebagai alternatif yang lebih lestari, formulasi syampu pepejal seperti shampoo bar dan tablet syampu semakin mendapat perhatian kerana memerlukan pembungkusan yang minimum serta lebih mudah dibawa ketika perjalanan. Tablet syampu effervescent khususnya mempunyai kelebihan kerana dapat menghasilkan buih pembersih dengan cepat apabila dicampurkan dengan air, sekali gus memberikan pengalaman penggunaan yang lebih praktikal.

Selain aspek kelestarian alam sekitar, terdapat juga peningkatan minat pengguna terhadap penggunaan bahan semula jadi dalam produk kosmetik. Bahan tumbuhan sering mengandungi sebatian bioaktif yang berpotensi memberikan manfaat kesihatan kepada rambut dan kulit kepala.

Salah satu tumbuhan yang berpotensi digunakan dalam formulasi kosmetik ialah daun bidara (*Ziziphus sp*). Daun bidara secara tradisional digunakan dalam penjagaan rambut dan rawatan kulit. Kajian menunjukkan bahawa daun bidara mengandungi pelbagai sebatian fitokimia seperti flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid yang mempunyai aktiviti antioksidan dan antimikrob (Kim et al., 2011; Abdoul-Azize, 2016).

Sebatian saponin yang terdapat dalam daun bidara juga diketahui mempunyai sifat seperti surfaktan semula jadi yang boleh membantu proses pembersihan rambut. Oleh itu, penggunaan ekstrak daun bidara dalam formulasi syampu berpotensi meningkatkan keberkesanan pembersihan sambil memberikan manfaat tambahan kepada kulit kepala. Sehubungan itu, kajian ini dijalankan untuk membangunkan JUVELLY, iaitu tablet syampu effervescent berasaskan ekstrak daun bidara yang berpotensi menjadi alternatif mesra alam kepada syampu konvensional.

2. METODOLOGI

Bahan-bahan utama yang digunakan sepanjang penyelidikan ini merangkumi serbuk daun bidara, etanol 70%, gliserin sayuran, dan air suling. Bagi menghasilkan struktur tablet yang stabil dan berfungsi, beberapa bahan sokongan turut diadunkan termasuklah natrium bikarbonat, asid sitrik, kanji jagung, laktosa, serbuk aloe vera, garam Epsom, minyak kelapa, natrium benzoat, minyak pewangi, serta isopropil alkohol (70%).

2.1 Penyediaan Ekstrak Daun Bidara (Pengekstrakan Etanol)

Sebanyak 10 g serbuk daun bidara dicampurkan dengan 100 mL etanol 70% untuk menghasilkan campuran pengekstrakan 10% (w/v). Campuran tersebut dimaserasi selama 24 jam pada suhu bilik dengan pengacauan berkala. Selepas itu, campuran dituras untuk menyingkirkan sisa tumbuhan dan filtrat yang diperoleh dipanaskan menggunakan water bath pada suhu di bawah 40°C bagi menumpukan ekstrak daun bidara mentah.

2.2 Penyediaan Ekstrak Gliserin (Glycerite)

Sebanyak 15 g serbuk daun bidara dicampurkan dengan pelarut yang terdiri daripada gliserin sayuran dan air suling pada nisbah 60:40 (v/v). Campuran dipanaskan menggunakan kaedah double boiler pada suhu 50–60°C selama kira-kira 3 jam dengan pengacauan berkala. Selepas penyejukan, campuran dituras bagi mendapatkan ekstrak gliserin daun bidara.

2.3 Formulasi Tablet Syampu JUVELLY

Setiap bahan yang dipilih mempunyai peranan tersendiri di dalam matriks tablet. Kombinasi natrium bikarbonat dan asid sitrik masing-masing bertindak sebagai agen effervescent dan pencetus tindak balas gasingan (effervescent). Kanji jagung digunakan sebagai agen pengikat untuk menyatukan komponen, manakala laktosa berfungsi sebagai pengisi volum tablet. Sifat fungsian syampu diperkukuh dengan penambahan serbuk aloe vera sebagai agen perapi rambut dan garam Epsom untuk memberikan kesan menenangkan pada kulit kepala. Selain itu, minyak kelapa disatukan sebagai emolien, manakala ekstrak daun bidara yang telah disediakan bertindak sebagai bahan aktif utama yang kaya dengan antioksidan.

Bagi memastikan kestabilan dan kualiti produk, natrium benzoat ditambah sebagai pengawet, sementara minyak pewangi digunakan untuk memberikan penambah aroma yang menyenangkan. Dari segi pembuatan, kesemua bahan kering diayak terlebih dahulu dan dicampurkan secara mekanikal sehingga mencapai tahap homogen yang sekata. Semasa proses pengadunan, isopropil alkohol ditambah secara titisan demi titisan ke dalam campuran sehingga ia membentuk tekstur granul yang sesuai untuk proses pemampatan. Akhir sekali, sebanyak kira-kira 4 g daripada campuran granul tersebut dimasukkan ke dalam acuan tablet yang khusus dan dibiarkan kering pada suhu bilik selama 24 hingga 48 jam sehingga tablet syampu JUVELLY mengeras dengan sempurna.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Penilaian keberkesanan dan kualiti produk yang dihasilkan dilakukan secara komprehensif melalui pengujian beberapa parameter asas. Antara parameter utama yang dinilai termasuklah pemerhatian terhadap tindak balas effervescent bagi melihat kadar keterlarutan tablet, serta keupayaan pembentukan buih yang dihasilkan semasa penggunaan. Selain itu, nilai pH larutan syampu turut diukur bagi memastikan ia berada pada julat yang selamat untuk kulit kepala, di samping pemantauan terhadap kestabilan fizikal produk apabila disimpan pada suhu bilik dalam tempoh masa tertentu.Selain itu, data sekunder daripada kajian literatur digunakan untuk menganalisis kandungan fitokimia daun bidara serta potensi aplikasinya dalam produk kosmetik.

3.1 Tindak Balas Effervescent dan Pembentukan Buih

Tablet syampu yang diformulasikan menunjukkan tindak balas effervescent segera apabila bersentuhan dengan air. Tindak balas antara natrium bikarbonat dan asid sitrik menghasilkan gas karbon dioksida yang membentuk gelembung dan membantu melarutkan tablet dengan cepat. Fenomena ini meningkatkan penyebaran bahan aktif dalam air serta membantu pembentukan buih pembersih. Larutan syampu yang dihasilkan menghasilkan buih dalam masa beberapa saat, menunjukkan bahawa formulasi effervescent berfungsi dengan baik.

3.2 Nilai pH Larutan Syampu

Nilai pH larutan syampu pada kepekatan 1% direkodkan pada pH 7.53. Nilai ini sedikit lebih tinggi daripada julat pH ideal bagi kulit kepala iaitu sekitar pH 5.0–6.5 (Dombrink & Tanis, 1983). pH yang terlalu tinggi boleh menyebabkan kutikel rambut terbuka dan meningkatkan risiko kerosakan rambut. Namun, formulasi JUVELLY direka dengan pH yang hampir neutral bagi menyesuaikan dengan pelbagai jenis kulit kepala termasuk kulit sensitive. Oleh itu,

penambahbaikan formulasi seperti penambahan agen pengawal pH mungkin diperlukan dalam kajian lanjutan.

3.3 Komposisi Fitokimia Daun Bidara Berdasarkan Kajian Terdahulu

Daun bidara diketahui mengandungi pelbagai sebatian bioaktif yang memberikan potensi farmakologi dan kosmetik. Analisis fitokimia menunjukkan kehadiran kumpulan sebatian seperti flavonoid, saponin, tanin, alkaloid serta pelbagai asid fenolik. Sebatian ini berfungsi sebagai antioksidan, antimikrob serta agen pembersih semula jadi yang berpotensi digunakan dalam formulasi produk penjagaan rambut.

Kajian analisis kromatografi dan spektrometri massa mendapati lebih daripada 40 sebatian fenolik dan flavonoid telah dikenal pasti dalam ekstrak daun bidara, dengan kandungan flavonoid keseluruhan sekitar 2.6 hingga 25.1 mg/g berat kering, bergantung kepada kultivar dan keadaan tumbuhan (Song et al., 2019). Selain itu, beberapa flavonoid utama seperti quercetin, rutin, catechin dan luteolin dikenal pasti sebagai komponen dominan dalam daun bidara seperti diperlihatkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Komposisi fitokimia daun bidara daripada beberapa kajian

Kumpulan sebatian	**Contoh sebatian utama**	**Fungsi biologi**	**Sumber kajian**
Flavonoid	Quercetin, Rutin, Catechin, Luteolin	Antioksidan, melindungi sel daripada tekanan oksidatif	Kim et al., 2011
Fenolik	Asid galik, Asid klorogenik, Asid ferulik	Aktiviti antimikrob dan anti-radang	Zhang et al., 2021
Saponin	Jujuboside A dan B	Agen surfaktan semula jadi, menghasilkan buih	Abdoul-Azize, 2016
Tanin	Gallic tannin	Antibakteria dan astringen	IJCBS, 2020
Alkaloid	Alkaloid tumbuhan	Aktiviti biologi dan perlindungan mikroorganisma	IJCBS, 2020

Kajian juga menunjukkan bahawa daun bidara mempunyai kandungan fenolik yang lebih tinggi berbanding buahnya, menjadikannya sumber antioksidan yang berpotensi untuk aplikasi farmaseutikal dan kosmetik.

Kehadiran saponin dalam daun bidara amat penting dalam konteks formulasi syampu kerana sebatian ini mempunyai sifat surfaktan semula jadi yang boleh menghasilkan buih apabila dicampur dengan air, sekali gus membantu proses pembersihan rambut dan kulit kepala.

3.4 Perbandingan Formulasi Shampoo Tablet dan Shampoo Cecair

Produk syampu komersial kebanyakannya berada dalam bentuk cecair yang memerlukan penggunaan botol plastik sebagai pembungkusan. Walau bagaimanapun, trend produk penjagaan diri moden menunjukkan peningkatan minat terhadap formulasi pepejal seperti shampoo bar dan shampoo tablet kerana lebih mesra alam dan mudah dibawa.

Tablet syampu effervescent seperti JUVELLY mempunyai beberapa kelebihan dari segi kestabilan produk, kecekapan pengangkutan serta pengurangan penggunaan plastik. Perbandingan lain dibahas pada Jadual 2.

Jadual 2. Perbandingan ciri shampoo tablet dan shampoo cecair

Parameter	ShampooTablet Effervescent	Shampoo Cecair
Bentuk produk	Pepejal (tablet)	Cecair
Pembungkusan	Boleh menggunakan kertas atau bekas kecil	Botol plastik
Berat dan saiz	Lebih ringan dan kompak	Lebih berat
Kemudahan perjalanan	Sangat sesuai untuk travel	Risiko tumpahan
Kandungan air	Sangat rendah	Tinggi (60–80%)
Jangka hayat	Lebih stabil kerana kandungan air rendah	Bergantung kepada pengawet
Kesan alam sekitar	Kurang sisa plastik	Menghasilkan sisa plastik
Kaedah penggunaan	Dilarutkan dalam air sebelum digunakan	Digunakan terus

Dari perspektif kelestarian alam sekitar, produk pepejal seperti tablet syampu berpotensi mengurangkan penggunaan plastik sekali guna serta meminimumkan jejak karbon semasa proses pengangkutan kerana berat produk yang lebih rendah. Selain itu, kandungan air yang rendah dalam formulasi tablet juga membantu meningkatkan kestabilan produk dan mengurangkan keperluan penggunaan bahan pengawet.

3.5 Perbandingan Dengan Produk Komersial

Harga JUVELLY dibandingkan dengan syampu pepejal lain yang terdapat dipasaran dan dapatan data dinyatakan di dalam Jadual 3. Kebanyakan produk tersebut menggunakan surfaktan sintetik seperti Sodium Cocoyl Isethionate atau Sodium Lauryl Sulfate.

Sebaliknya, JUVELLY menggunakan ekstrak tumbuhan semula jadi sebagai bahan tambahan aktif, yang berpotensi menarik pengguna yang mencari produk kosmetik berasaskan bahan semula jadi.

Jadual 3. Harga syampu komersil dibandingkan dengan JUVELLY syampu tablet

Produk	Harga anggaran	Bentuk
Lush Shampoo Bar	RM55 – RM75	Bar
Ethique Shampoo Bar	RM60 – RM80	Bar
HiBAR Shampoo BaR	RM50-RM70	Bar
JUVELLY Shampoo Tablet	RM10-RM15	Tablet

3.6 Analisis Potensi Pasaran

Industri kosmetik global menunjukkan peningkatan ketara dalam permintaan terhadap produk berasaskan bahan semula jadi. Laporan oleh Statista (2023) menunjukkan bahawa pasaran kosmetik global bernilai lebih daripada USD 262 bilion. Di Malaysia, industri kosmetik dan

penjagaan diri dianggarkan bernilai sekitar RM13 bilion pada tahun 2022, dengan pertumbuhan tahunan sekitar 7–9% (MATRADE, 2023).

Trend pengguna menunjukkan peningkatan minat terhadap kosmetik berasaskan bahan semula jadi, produk mesra alam dan pembungkusan zero waste. Menurut laporan pasaran oleh Grand View Research (2023), pasaran natural personal care products dijangka berkembang pada kadar CAGR 9.4% sehingga tahun 2030. Oleh itu, produk seperti JUVELLY yang menggunakan bahan tumbuhan tempatan dan pembungkusan minimum mempunyai potensi untuk memasuki segmen pasaran kosmetik herba dan produk penjagaan diri lestari.

3.7 Perbandingan Kajian Pengekstrakan

Dalam kajian ini, dua kaedah pengekstrakan digunakan secara berasingan iaitu etanol-air dan gliserin bagi menghasilkan dua batch formulasi shampoo yang berbeza. Pengekstrakan etanol lebih efektif dalam mengekstrak sebatian bioaktif seperti flavonoid dan tannin, manakala pengekstrakan gliserin menghasilkan ekstrak yang lebih lembut dan sesuai untuk kulit sensitif. Perbezaan ini menunjukkan bahawa pemilihan pelarut memainkan peranan penting dalam menentukan sifat ekstrak dan prestasi produk akhir.

Pengekstrakan menggunakan etanol mampu mengekstrak sebatian bioaktif seperti crocin yang mempunyai aktiviti antioksidan serta berpotensi digunakan dalam formulasi produk penjagaan kesihatan dan kecantikan. Pengekstrakan menggunakan gliserin, atau dikenali sebagai glycerite extraction, digunakan dalam formulasi berasaskan bahan semula jadi kerana sifatnya yang lebih lembut dan sesuai untuk kulit sensitif

KESIMPULAN

Kajian ini berjaya membangunkan formulasi awal JUVELLY, iaitu tablet syampu herba effervescent yang mengandungi ekstrak daun bidara sebagai bahan aktif semula jadi. Tablet yang dihasilkan menunjukkan tindak balas effervescent yang cepat, pembentukan buih yang baik serta kestabilan fizikal pada suhu bilik.

Kajian literatur turut menunjukkan bahawa daun bidara mengandungi pelbagai sebatian fitokimia yang berpotensi memberikan manfaat antioksidan dan antimikrob kepada kulit kepala.

Walaupun nilai pH larutan syampu masih perlu dioptimumkan bagi mencapai julat pH yang lebih sesuai untuk kulit kepala, formulasi ini menunjukkan potensi yang baik sebagai inovasi produk penjagaan rambut yang mesra alam.

Dengan menggabungkan bahan semula jadi dan konsep pembungkusan lestari, JUVELLY berpotensi menyumbang kepada pembangunan produk kosmetik yang lebih bertanggungjawab terhadap alam sekitar serta menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG).

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih kepada pihak Universiti Malaysia Kelantan kerana menyokong penyertaan projek ini untuk PITRAM 2026.

RUJUKAN

Abdoul-Azize, S. (2016). Potential benefits of jujube (Ziziphus jujuba) in health and disease. Journal of Nutritional Biochemistry, 33, 1–7.

Dombrink, K. J., & Tanis, D. O. (1983). pH and hair shampoo. American Chemical Society.

Grand View Research. (2023). Natural personal care products market report. Grand View Research.

Kim, I. H., Jeong, C. H., Park, S. J., & Shim, K. H. (2011). Nutritional components and antioxidative activities of jujube fruit and leaf. Korean Journal of Food Preservation, 18(3), 341–348.

Lieberman, H. A., Lachman, L., & Schwartz, J. B. (1989). Pharmaceutical dosage forms: Tablets. Marcel Dekker.

Malaysia External Trade Development Corporation. (2023). Malaysia cosmetics and personal care industry report. MATRADE.

Song, L., Zheng, J., Zhang, L., Yan, S., Huang, W., He, J., & Liu, P. (2019). Phytochemical profiling and fingerprint analysis of Chinese jujube (Ziziphus jujuba Mill.) leaves of 66 cultivars from Xinjiang Province. Molecules, 24(24), Article 4528. https://doi.org/10.3390/molecules24244528

United Nations Environment Programme. (2021). Single-use plastics: A roadmap for sustainability. United Nations Environment Programme.

Edisense: Pengoptimuman Pengekstrakan Antosianin Daripada Kobis Merah (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*) untuk Sensor Kerosakan Makanan Biokimia yang Boleh Dimakan

Rizki Wannahari[1], Heah Jing Yao[1], Putri Barizah Damia Binti Suhadi[1], Joey Pang Chu Yu[1], Neveikka Neera Kathiresh[1] and Ahmad Saufi Mohd Nawi[2]

[1]Centre for Foundation Studies, Universiti Malaysia Kelantan, Jeli Campus, 17600 Jeli, Kelantan, Malaysia

[2]Faculty of Agro-Based Industry, Universiti Malaysia Kelantan, Jeli Campus, 17600 Jeli, Kelantan, Malaysia

*rizki.w@umk.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini mengoptimumkan pengekstrakan antosianin daripada *Brassica oleracea var. capitata f. rubra* (kubis merah) menggunakan Metodologi Permukaan Tindak Balas (RSM) untuk menyokong aplikasinya dalam keselamatan makanan melalui pembangunan sensor biokimia yang boleh dimakan. Jisim kubis merah dan masa pengekstrakan telah dikaji sebagai parameter utama yang mempengaruhi kecekapan pengekstrakan. Hasil antosianin tertinggi (114.053 mg/L) dicapai menggunakan 30 g kubis merah dengan masa pengekstrakan selama 45 minit, menghasilkan nilai penyerapan sebanyak 0.683. Analisis statistik menunjukkan bahawa jisim Brassica oleracea var. capitata f. rubra mempengaruhi pengekalan antosianin dengan ketara ($p = 0.0076$, $p < 0.1$), manakala masa pengekstrakan menunjukkan pengaruh yang minimum terhadap hasil. Antosianin yang diekstrak kemudiannya dimasukkan ke dalam formulasi keselamatan makanan, termasuk sistem sensor biokimia yang boleh dimakan (EdiSense). Sifat antosianin yang berubah warna semula jadi membolehkan pengesanan visual kerosakan makanan, meningkatkan pemantauan kesegaran dan kualiti makanan. Penemuan ini menunjukkan potensi antosianin yang berasal dari kubis merah sebagai komponen berfungsi dalam pembangunan penunjuk keselamatan makanan yang boleh dimakan.

Kata kunci: *Brassica olerecea var. capitata f. rubra* (kubis merah), pengekstrakan antosianin, keselamatan makanan semula jadi.

1. PENGENALAN

Brassica olerecea var. capitata f. rubra, yang biasanya dikenali sebagai Kubis Merah, tergolong dalam varieti berdaun ungu (Kumpulan Capitata) dan juga dikenali sebagai Rotkohl dalam bahasa Jerman. Spesies ini dinamakan "*Brassica olerecea var. capitata f. rubra*" kerana ia tergolong dalam keluarga kubis (*Brassica*), ditanam sebagai sayur-sayuran (*oleracea*), membentuk kepala (*Capitata*), dan mempunyai daun berwarna merah (merah), yang dicipta dan diseragamkan secara rasmi di Eropah, khususnya melalui ahli botani Sweden pada abad ke-18 (terutamanya dalam Spesies Plantarum, 1753). Kubis merah dikenali secara meluas kerana penunjuk pH semula jadinya, yang mengandungi antosianin, pigmen yang berubah warna bergantung pada keasidan atau kealkalian. Selain itu, disebabkan oleh keasidan, warna akan berubah menjadi warna merah atau merah jambu, apabila ia berada dalam keadaan neutral, ia akan kekal sebagai warna ungu, apabila ia berada dalam keadaan alkali, warna akan berubah

menjadi warna biru, hijau atau kuning. Ini membantu untuk memeriksa sama ada makanan telah rosak, ditapai terlalu banyak atau tercemar. Kubis merah digunakan kerana pengekstrakannya boleh dimakan, tidak toksik dan mesra alam. Produk ini disunting daripada kaedah Sifat Fizikal Penunjuk Filem Berasaskan Kanji Ubi Kayu dengan Ekstrak Antosianin daripada Ubi Keledek Ungu (Ipomoea batatas L.) dan Tindak Balas terhadap Perubahan pH [1] dengan menukar antosianin kepada ekstrak kubis merah dan menambah Kitosan untuk tujuan pengawetan.

Antosianin ialah pigmen semula jadi yang terdapat dalam kubis merah yang memberikannya warna merah-ungu. Ia tergolong dalam sekumpulan sebatian tumbuhan yang dipanggil flavonoid dan disimpan dalam vakuol sel tumbuhan. Ia juga berfungsi sebagai penunjuk pH semula jadi kerana sifat istimewa antosianin ialah ia berubah warna apabila pH berubah. Pigmen ini mengalami perubahan warna bergantung pada pH: ia kelihatan berwarna merah dalam keadaan berasid kuat (pH 1-2); warna merah jambu atau magenta dalam keadaan berasid (pH 3-4); warna ungu dalam keadaan berasid lemah dan neutral (pH 5-7); warna biru dalam keadaan alkali lemah (pH 8-9); Warna hijau dalam keadaan alkali (pH 10-11); warna kuning atau kuning kehijauan dalam keadaan alkali kuat.

Untuk mengoptimumkan pengekstrakan antosianin daripada kubis merah, Reka Bentuk Komposit Kecil Hartley – sejenis reka bentuk eksperimen khusus dalam Metodologi Permukaan Tindak Balas (RSM) – telah digunakan. Secara amnya, pengekstrakan antosianin berlaku pada suhu rendah (di bawah 30°C) dan dalam persekitaran berasid. Reka bentuk komposit amat berguna untuk eksperimen langkah demi langkah. Pada mulanya, bahagian kiub menganggarkan kesan asas, manakala penambahan titik bintang membolehkan anggaran interaksi yang lebih kompleks. Jika perlu, pembolehubah penyekat boleh diperkenalkan, bergantung pada bilangan larian. Untuk eksperimen yang mahal atau memakan masa, reka bentuk yang lebih kecil mungkin lebih baik.

Setiap tahun, kira-kira 600 juta, hampir 1 dalam 10 populasi di seluruh dunia, jatuh sakit selepas mengambil makanan yang tercemar dan lebih 420,000 meninggal dunia. Makanan yang tidak selamat menimbulkan risiko kesihatan global yang menyebabkan semua orang berisiko, terutamanya bayi, kanak-kanak kecil, wanita hamil, warga emas, dan mereka yang mempunyai penyakit asas sangat mudah terdedah. Akibatnya, pengesan kerosakan makanan sangat diperlukan untuk komuniti yang dapat membantu mengesan kerosakan makanan dan menghalang pengguna daripada memakan makanan yang rosak tersebut. Pengguna berasa bebas untuk mendapatkan makanan mereka sendiri.

Dalam kajian ini, ekstrak *Brassica olerecea var. capitata f. rubra* (kubis merah) telah dimasukkan ke dalam formulasi produk keselamatan makanan, termasuk sensor biokimia yang boleh dimakan yang digunakan untuk mengesan kerosakan makanan. Ciri penunjuk pH semula jadinya meningkatkan pengesanan kerosakan makanan dengan bergantung pada perubahan warna. Kajian ini menunjukkan bahawa *Brassica olerecea var. capitata f. rubra* (kubis merah) berfungsi sebagai alternatif mampan kepada penunjuk pH, menyumbang kepada pembangunan produk keselamatan makanan yang mesra alam.

2. METODOLOGI

2.2.1 Pengekstrakan Antosianin *Brassica olerecea var. capitata f. rubra* (Kubis Merah)

10g, 30g, dan 50g kepingan kecil kubis merah diletakkan di dalam bikar 500 mL, dan 250 mL air suling ditambah. Proses pengekstrakan dijalankan dalam mandian air pada suhu yang dikehendaki (75-80°C) selama 30 minit, 45 minit, dan 60 minit. Jumlah kubis merah yang digunakan bergantung pada reka bentuk eksperimen Metodologi Permukaan Tindak Balas (RSM). Ekstrak kubis merah kemudiannya ditapis menggunakan kertas turas untuk membuang sisa pepejal. Filtrat yang terhasil disimpan dalam bekas yang bersih dan disterilkan.

2.2.2 Reka Bentuk Eksperimen

Reka Bentuk Komposit Kecil Hartley telah digunakan dalam kajian ini untuk meneroka hubungan antara pembolehubah penjelasan dan pembolehubah tindak balas. Ia merupakan jenis reka bentuk eksperimen khusus dalam Metodologi Permukaan Tindak Balas (RSM) dan reka bentuk ini merupakan pengubahsuaian reka bentuk komposit pusat (CCD) tetapi memerlukan lebih sedikit larian eksperimen, menjadikannya lebih cekap apabila sumber terhad. Matriks eksperimen terdiri daripada 9 larian eksperimen. Kesemua 9 larian telah dijalankan, dan respons disenaraikan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Reka Bentuk Permukaan Gerak Balas

Larian	Jisim Kubis Merah (g)	Masa Pengekstrakan (minit)
1	10	30
2	50	60
3	10	45
4	50	45
5	30	30
6	30	60
7	30	45
8	30	45
9	30	45

2.2.3 Penentuan Penyerapan Ekstrak Kubis Merah

Ekstrak kubis merah asal digunakan untuk menentukan penyerapan sampel pada panjang gelombang 510 nm. Panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV Spectrophotometer UV-1900) ditetapkan kepada 510 nm, iaitu puncak penyerapan untuk antosianin yang biasanya terdapat dalam ekstrak kubis merah. Sediakan spektrofotometer dengan menentukurnya dengan bekas kosong dan letakkan sampel ekstrak kubis merah ke dalam kuvet, kemudian masukkan ke dalam spektrofotometer. Penyerapan pada 510 nm telah direkodkan.

2.2.4 Penentuan Kandungan Antosianin Keseluruhan

Penentuan kandungan antosianin keseluruhan diukur dengan menggunakan kaedah pembezaan pH. Dua sistem penimbal telah disediakan dalam kaedah ini termasuk kalium klorida dan hidrogen klorida dengan pH 1.0 dan natrium asetat dengan pH 4.5. Kemudian, 1 ml setiap sampel ekstrak kubis merah dicairkan dalam larutan penimbal 9 ml dengan pH 1.0 dan pH 4.5 secara berasingan. Setiap larutan diukur untuk penyerapan pada 510 nm dan 700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV Spectrophotometer UV-1900). Penyerapan sampel yang dicairkan (A) ditentukan oleh persamaan 1.

$$A = (A510\text{-}A700)_{\text{pH 1.0}} - (A510\text{-}A700)_{\text{pH 4.5}} \quad (1)$$

The total anthocyanin content in the sample is then calculated using the equation 2.

$$\text{Total Anthocyanin (mg/L)} = \frac{A \times BM \times DF \times 1000}{\varepsilon \times l} \quad (2)$$

Di mana,
A = penyerapan sampel
BM = berat molekul Cyanidin-3-glukosida (449.2 g/mol)
DF = faktor pencairan
(ε) = penyerapan molar cyanidin-3-glukosida (26 900 L/(mol.cm))
(l) = ketebalan kuvet (1cm)

Larutan ekstrak kubis merah kemudiannya disejat sehingga ekstrak pekat diperoleh. Ekstrak yang diperoleh kemudiannya digunakan sebagai pewarna semula jadi dalam formulasi sensor biokimia yang boleh dimakan.

2.2.5 Sensor Biokimia Boleh Dimakan

Penghasilan sensor biokimia boleh dimakan bermula dengan menimbang setiap bahan yang diperlukan. Bahan-bahan seperti serbuk gelatin, larutan kitosan, cuka, ekstrak kubis merah, dan air suling disediakan. Pertama, 1 g serbuk gelatin dicampur dengan 5 mL air suling dan dipanaskan dalam julat suhu 50-60 °C selama 30 minit untuk menghasilkan larutan serbuk gelatin. Secara beransur-ansur, campurkan ekstrak kubis merah dengan larutan serbuk gelatin. Seterusnya, 0.5 g serbuk kitosan dicampur dengan 20 mL cuka dan 80 mL air suling (F2) untuk menyediakan larutan kitosan. Campuran ekstrak kubis merah, larutan serbuk gelatin dan larutan kitosan dikacau rata dan dituang ke dalam acuan silikon. Jadual 2 menunjukkan semua bahan yang diperlukan dalam formulasi sensor biokimia boleh dimakan.

Jadual 2. Formulasi Sensor Biokimia yang Boleh Dimakan

Ramuan	Formulasi	
	F1	F2
Ekstrak kubis merah	10 mL	10mL
Serbuk gelatin	1 g	1 g
Air suling 1	5 mL	5 mL
(Dicampur dengan Gelatin)	0.5 g	0.5 g
Kitosan	1 mL	20 mL
Cuka	99mL	80 mL

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Brassica olerecea var. capitata f. rubra, atau juga dikenali sebagai kubis merah, telah mendapat perhatian yang ketara dalam industri keselamatan makanan kerana penunjuk pH organik dan sifat perubahan warna, terutamanya kandungan antosianinnya yang kaya. Kajian ini memberi tumpuan kepada penggabungan ekstrak kubis merah ke dalam produk keselamatan makanan termasuk sensor biokimia yang boleh dimakan. Keputusan menunjukkan bahawa ekstrak kubis merah menawarkan pelbagai manfaat, mempunyai potensi yang luar biasa untuk meningkatkan daya tarikan pengguna dan fungsi produk, sekali gus menggalakkan penggunaan bahan semula jadi dan lestari sebagai alternatif kepada bahan kimia sintetik dalam produk keselamatan makanan.

3.1 Analisis Data Ekstrak Kubis Merah

Kajian ini mengkaji kesan suhu dan kepekatan kubis merah terhadap penyerapan (ABS) dan kandungan antosianin (ANTHOCYA) menggunakan metodologi permukaan tindak balas. Reka bentuk komposit kecil melalui kaedah Hartley telah digunakan dengan sembilan percubaan. Jadual 6 menunjukkan bahawa hasil penyerapan dan kandungan antosianin melalui kombinasi suhu dan kepekatan kubis merah yang berbeza.

Jadual 6. Keputusan Penyerapan dan Kandungan Antosianin dalam Kubis Merah

Larian	Jisim (g)	Masa Ekstrak (minit)	Penyerapan	Antosianin
1	10	30	0.077	12.858
2	50	60	0.599	100.026
3	10	45	0.150	25.048
4	50	45	0.596	99.525
5	30	30	0.650	108.543
6	30	60	0.411	68.632
7	30	45	0.683	114.053
8	30	45	0.683	114.053
9	30	45	0.683	114.053

Keputusan menunjukkan pengaruh jisim dan masa ekstrak terhadap penyerapan (ABS) dan kandungan antosianin. ABS dan ANTHOCYA berbeza-beza mengikut larian, menurut data eksperimen. Nilai penyerapan ialah 0.683 dan kandungan antosianin berada pada tahap tertinggi (114.053 mg/L) apabila jisim ialah 30 g dan masa ekstrak kubis merah ditetapkan kepada 45 minit. Sebaliknya, penyerapan kubis merah kepada 0.077 pada jisim maksimum 10 minit dan masa ekstrak 30 minit, tetapi kandungan antosianin menurun secara mendadak kepada 12.858 mg/L. Penemuan ini menunjukkan bahawa antosianin mungkin terdegradasi pada jisim rendah, mengakibatkan pengekalan pigmen yang kurang.

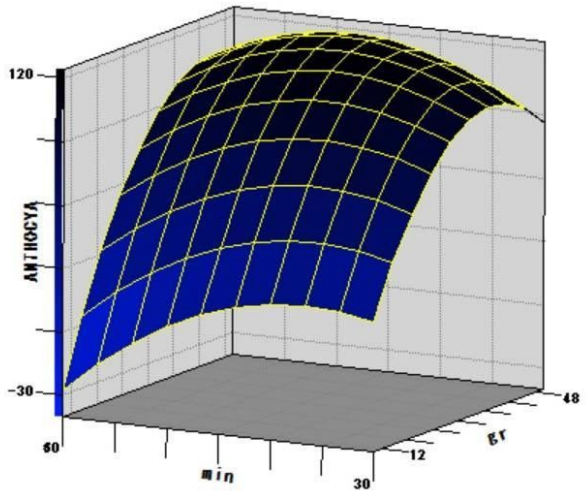
Analisis statistik telah dijalankan menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk menentukan kepentingan faktor yang mempengaruhi penyerapan dan kandungan antosianin. Jadual 7 di bawah menunjukkan keputusan ANOVA untuk penyerapan.

Jadual 7. Analisis Varians untuk Penyerapan

Sumber	Darjah kebebasan	Jumlah kuasa dua	Nilai purata kuasa dua	Nilai F	Nilai P
A - Jisim	1	6349.518	6349.518	41.30558	0.0076
B - Masa ekstrak	1	375.5476	375.5476	2.443054	0.2160
AB	1	3215.725	3215.725	20.91929	0.0196
A^2	1	209.9911	209.9911	1.366057	0.3269
B^2	1	778.19	778.19	5.062367	0.1099
Kekurangan padanan	1	461.1617	461.1617	9999.99	< .0001
Ralat tulen	2	-728E -14	0		

Jadual 8. Statistik Kesesuaian untuk Penyerapan

	Model Induk	Model Ramalan
Purata	84.08789	84.08789
R^2	96.33%	96.33%
R^2 Terlaras	90.23%	90.23%
RMSE	12.39841	12.39841
Pekali variasi	14.74459	14.74459



Rajah 1. Plot Permukaan Tindak Balas Penyerapan: Jisim Kubis Merah Vs Masa Ekstrak.

Menurut analisis statistik untuk ABS, nilai R-kuadrat model regresi adalah 96.33%, dan nilai R-kuadrat terlarasnya adalah -90.23%. Memandangkan beberapa nilai-p adalah lebih tinggi daripada 0.05, varians analisis menunjukkan bahawa terdapat beberapa faktor yang mempunyai kesan statistik yang signifikan terhadap ABS. Dengan jisim 30 g dan masa ekstrak selama 45 minit, analisis kanonik mengunjurkan ABS maksimum sebanyak 0.683. Selepas aplikasi proses regresi RSM, persamaan polinomial yang diramalkan ditunjukkan sebagai:

$$ABS = 114.053 + 46.0055A - 11.1885B - 51.7665A^2 + 19.621AB - 25.4655B^2 \quad (3)$$

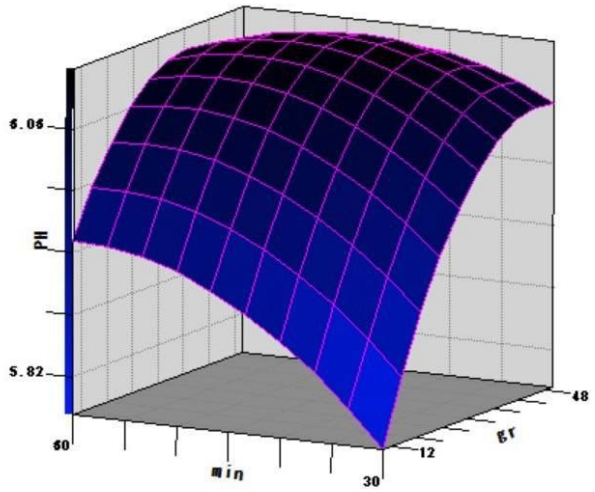
Walau bagaimanapun, ramalan ini harus ditafsirkan dengan berhati-hati kerana nilai R-kuadrat yang rendah.

Jadual 9. Analisis Varians untuk Kandungan Antosianin.

Sumber	Darjah kebebasan	Jumlah kuasa dua	Nilai purata kuasa dua	Nilai F	Nilai P
A - Jisim	1	0.020833	0.020833	1.5	0.3081
B - Masa ekstrak	1	0.003333	0.003333	0.24	0.6578
AB	1	0.012	0.012	0.864	0.4212
A^2	1	0.001364	0.001364	0.098182	0.7745
B^2	1	0.003	0.003	0.216	0.6738
Kekurangan padanan	1	0.041667	0.041667	9999.99	<.0001
Ralat tulen	2	-284E -16	0		

Jadual 10. Statistik Kesesuaian untuk Kandungan Antosianin

	Model Induk	Model Ramalan
Purata	6.022222	6.022222
R^2	69.26%	69.26%
R^2 Terlaras	18.03%	18.03%
RMSE	0.117851	0.117851
Pekali variasi	1.956938	1.956938



Rajah 2. Plot Permukaan Tindak Balas Kandungan Antosianin: Jisim Kubis Merah Vs Masa Ekstrak.

Sebaliknya, analisis statistik untuk ANTHOCYA menghasilkan model yang lebih mantap, dengan nilai R-kuadrat 69.26% dan R-kuadrat terlaras 18.03%. Faktor masa ekstrak didapati tidak mempunyai kesan yang ketara terhadap pengekalan antosianin, dengan semua nilai-p adalah lebih tinggi daripada 0.1, menunjukkan bahawa masa ekstrak tidak akan mempengaruhi kestabilan antosianin. Analisis kanonik mencadangkan bahawa kandungan antosianin optimum boleh diperolehi pada jisim 37.6190 g dan masa ekstrak 47.1429 minit, dengan tindak balas yang diramalkan sebanyak 6.118254 mg/L. Persamaan polinomial yang diramalkan ditunjukkan sebagai:

$$\text{Kandungan antosianin} = 6.1 + 0.083333A + 0.033333B - 0.1A^2 - 0.05AB - 0.05B^2 \quad (4)$$

Walau bagaimanapun, titik ini dikenal pasti sebagai titik pelana, yang menunjukkan bahawa pengoptimuman selanjutnya diperlukan.

Untuk mengimbangi kedua-dua tindak balas ABS dan ANTHOCYA, tetapan optimum ditentukan pada jisim 30 g kubis merah dan masa pengekstrakan selama 45 minit. Di bawah keadaan ini, nilai ABS yang diramalkan ialah 0.683, manakala nilai ANTHOCYA yang diramalkan ialah 114.053 mg/L.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, kajian ini memberi tumpuan kepada pengoptimuman keadaan pengekstrakan antosianin daripada *Brassica olerecea var. capitata f. rubra*. Keputusan menunjukkan bahawa keadaan pengekstrakan optimum adalah 30 g kubis merah dengan masa pengekstrakan selama 45 minit, menghasilkan jumlah kandungan antosianin tertinggi. Selain itu, ekstrak bunga raya pada kepekatan ini boleh digabungkan dengan mudah ke dalam sensor biokimia yang boleh dimakan. Semua bahan yang digunakan adalah gred makanan; walau bagaimanapun, ujian lanjut diperlukan untuk memastikan keselamatan. Menggabungkan ekstrak kubis merah sebagai bahan utama dalam produk keselamatan makanan kerana ia merupakan penunjuk pH semula jadi. Walau bagaimanapun, beberapa batasan harus ditangani dalam penyelidikan masa hadapan, terutamanya kekurangan ujian klinikal manusia. Percubaan ini perlu untuk mengesahkan keselamatan ekstrak kubis merah dan memastikan ia tidak menyebabkan sebarang reaksi beracun. Penyelidikan lanjut juga diperlukan untuk meningkatkan kestabilan jangka panjang dan teknik formulasi untuk memaksimumkan manfaatnya.

RUJUKAN

Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. D. L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry, 113*(4), 859–871. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001

Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). *Food safety and foodborne illness data and statistics*. U.S. Department of Health and Human Services. https://www.cdc.gov/food-safety/data-research/facts-stats/index.html

Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Anthocyanins: Characterization and measurement with UV–visible spectroscopy. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current protocols in food analytical chemistry* (Unit F1.2). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00

Kumaran, S., Saminathan, R., & Jayaraman, A. (2022). Causes of self-reported food poisoning among university respondents: A survey. *Journal of Public Health and Nutrition Studies, 8*(2), 45–53.

McGee, H. (2004). *On food and cooking: The science and lore of the kitchen* (Rev. ed.). Scribner.

Mshelia, A. B., Osman, M., & Misni, N. B. (2022). A cross-sectional study design to determine the prevalence of knowledge, attitude, and the preventive practice of food poisoning and its factors among postgraduate students in a public university in Selangor, Malaysia. *PLOS ONE, 17*(1), e0262313. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262313

Rahmadhia, S. N., Sidqi, A. A., & Saputra, Y. A. (2023). Physical properties of tapioca starch-based film indicators with anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and response to pH changes. *Sains Malaysiana, 52*(6), 1685–1697. https://doi.org/10.17576/jsm-2023-5206-06

United Nations. (n.d.). *The Sustainable Development Goals*. Retrieved February 22, 2026, from https://sdgs.un.org/goals

World Health Organization. (2015). *WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007–2015*. World Health Organization. https://www.who.int/activities/estimating-the-global-burden-of-foodborne-diseases

Gene Quest

Aainaa Syazwani Mohamad Amir Hamzah, Miftahul Rabi'atul Adawiyah Mohd Yunizal, Nur Sabrina Mohd Hafiz, Nurul Inas Syaza Aminuddin & Nor Alyaa Darussalam

Centre for Foundation Studies & Faculty of Agro-Based Industry
Universiti Malaysia Kelantan, Kampus Jeli, 17600 Jeli, Kelantan, Malaysia

*syazwani@umk.edu.my

ABSTRAK

Gene Quest merupakan inovasi Bahan Bantu Mengajar (BBM) interaktif yang dibangunkan untuk mengatasi kekangan pembelajaran teori bioteknologi yang abstrak, khususnya konsep elektroforesis dalam silibus Biologi Tingkatan 4 dan 5. Masalah utama yang dikenal pasti ialah kos peralatan makmal yang tinggi serta ketiadaan akses eksperimen praktikal di sekolah, menyebabkan pelajar sukar memvisualisasikan analisis genetik. Projek ini bertujuan menghasilkan kit Hands-on STEM kos rendah menggunakan bahan harian seperti agar-agar sebagai medium gel dan pisang sebagai sumber ekstraksi DNA. Kit ini turut menggunakan bekalan kuasa terminal blok 2 pin yang lebih stabil berbanding bateri konvensional. Apabila arus elektrik dikenakan, DNA bercas negatif bergerak ke arah elektrod positif, membolehkan visualisasi konsep elektroforesis secara praktikal. Hasil inovasi menunjukkan Gene Quest berjaya merapatkan jurang antara teori dan aplikasi saintifik tanpa memerlukan makmal khusus. Selain menyokong SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) dan SDG 9 (Inovasi), produk all-in-one ini berpotensi dikomersialkan untuk sekolah, matrikulasi dan pusat STEM sebagai penyelesaian pembelajaran yang lestari dan mudah akses.

Kata kunci: Bahan Bantu Mengajar (BBM), Elektroforesis, Kos Rendah, Ekstraksi DNA, Hands-on STEM.

1. PENGENALAN

Konsep elektroforesis dalam pembelajaran bioteknologi sukar difahami tanpa eksperimen sebenar walaupun diperkenalkan dalam silibus Biologi Tingkatan 4 dan 5. Kekangan utama ialah kos peralatan makmal yang tinggi dan ketiadaan akses di kebanyakan sekolah, menyebabkan pembelajaran banyak bergantung kepada teori. Tambahan pula, kit DIY sedia ada menggunakan bateri 9V yang kurang mampan. Keadaan ini menyukarkan pelajar memahami hubungan antara cas negatif DNA dan pergerakannya ke arah elektrod positif secara praktikal. Gene Quest dibangunkan sebagai kit elektroforesis DIY all-in-one yang mampu milik untuk menyediakan pengalaman Hands-on STEM menggunakan bahan harian. Kit ini menggunakan bekalan kuasa terminal blok 2 pin bagi memastikan eksperimen lebih stabil dan boleh diulang. Inovasi ini membantu memvisualisasikan konsep bioteknologi secara efektif, meningkatkan minat pelajar terhadap STEM, serta mempunyai potensi komersial sebagai alternatif pembelajaran selari dengan SDG 4.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Agar-agar sebagai Gel Elektroforesis

Proses dimulakan dengan menyediakan larutan penampan melalui campuran 2 gram serbuk penaik ke dalam 200 ml air suling, kemudian sebahagian larutan tersebut dicampurkan dengan 1 g serbuk agar-agar untuk dipanaskan di atas plat pemanas sehingga larutan menjadi jernih sepenuhnya. Larutan panas tersebut dituang ke dalam acuan yang dilengkapi sikat khas bagi membentuk telaga sampel dan dibiarkan sehingga mengeras, sebelum bahagian hujung agar-agar dipotong sedikit untuk memastikan keseragaman. Seterusnya, sistem elektrod dibina dengan memasang dawai keluli tahan karat pada hujung bekas plastik di mana elektrod negatif diletakkan pada hujung bahagian yang tiada telaga sampel, manakala sambungan elektrik dibuat menggunakan unit bekalan kuasa dan terminal blok 2-pin bagi membekalkan arus yang stabil untuk proses pemisahan molekul.

2.2 Penyediaan Sampel DNA dan Teknik Loading Gel

Penyediaan sampel dilakukan dengan mencampurkan DNA yang dibekalkan bersama alkohol ke dalam campuran pewarna makanan dan gliserin mengikut nisbah 1 kepada 2, di mana pewarna makanan bertindak sebagai penunjuk warna dan gliserin berfungsi sebagai pemberat untuk memastikan sampel tenggelam ke dasar telaga. Selepas campuran siap, sampel diambil menggunakan pipet dengan penuh teliti dan hujung pipet tersebut dilap terlebih dahulu bagi memastikan tiada baki warna yang melekat pada bahagian luar yang boleh menyebabkan warna terampai di dalam larutan penampan. Akhir sekali, hujung pipet dimasukkan ke dalam telaga gel secara perlahan-lahan untuk melepaskan sampel secara berperingkat bagi mengelakkan limpahan, sekali gus memastikan proses migrasi molekul dapat diperhatikan dengan jelas dan tepat.

2.3 Pengekstrakan DNA (Sekiranya DNA yang telah dibekalkan rosak)

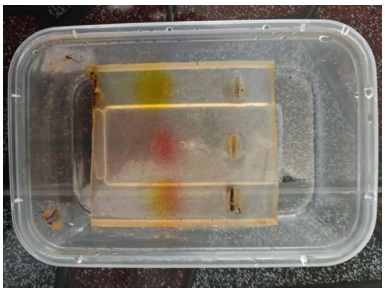
Proses pengekstrakan DNA dimulakan dengan melenyekkan sampel buah pisang sehingga hancur untuk memecahkan tisu tumbuhan, kemudian diikuti dengan penyediaan larutan lisis yang terdiri daripada campuran 10 ml sabun pencuci pinggan, secubit garam, dan 100 ml air penampan. Larutan lisis ini dicampurkan ke dalam pisang yang telah dilenyek dan dikacau secara perlahan bagi mengelakkan pembentukan buih kerana kehadiran buih boleh menyebabkan DNA terperangkap di dalamnya dan sukar untuk diasingkan. Seterusnya, campuran tersebut ditapis menggunakan penapis untuk mendapatkan hasil turasan yang jernih sebelum dicampurkan dengan alkohol isopropil 75 peratus yang telah disejukkan. Penambahan alkohol ini akan menyebabkan bebenang halus DNA memendap dan timbul ke permukaan, di mana bebenang tersebut kemudiannya boleh dikumpulkan dengan cara melilitkannya pada rod kaca secara berhati-hati.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahawa semua sampel bergerak dari kutub negatif (katod) ke kutub positif (anod), yang mengesahkan bahawa molekul pewarna makanan dan DNA membawa cas bersih negatif. Jarak migrasi dan pemerhatian fragmen bagi sampel pewarna dalam eksperimen elektroforesis gel Gene Quest (Jadual 1). Dalam eksperimen ini, pemisahan molekul dilakukan menggunakan alat elektroforesis gel DIY yang disambungkan kepada unit bekalan kuasa (*power supply*). Keberkesanan pemisahan diperhatikan melalui migrasi jalur

warna dan sampel DNA (Rajah 1). Kami juga berjaya menghasilkan kit Gene Quest dengan minimal visual (Rajah 2).

Penggunaan unit bekalan kuasa (*power supply*) luaran memberikan arus yang lebih stabil berbanding bateri 9V konvensional. Walau bagaimanapun, kawalan voltan yang tepat adalah kritikal untuk mengelakkan kesan pemanasan melampau pada gel agar-agar yang boleh menjejaskan integriti jalur. Perbezaan jarak migrasi antara pewarna makanan dan DNA membuktikan bahawa saiz molekul memainkan peranan utama dalam mobiliti elektroforetik, di mana molekul DNA yang lebih besar mengalami rintangan yang lebih tinggi semasa melepasi liang-liang gel.



Rajah 1.
Hasil pemisahan jalur pewarna makanan dan sampel DNA menggunakan elektroforesis gel.



Rajah 2.
Gene Quest DIY STEM Kit

Jadual 1. Jarak migrasi dan pemerhatian fragmen bagi sampel pewarna dalam eksperimen elektroforesis gel Gene Quest

Sampel	Label	Jarak Migrasi (cm)	Keterangan Fragmen
Pewarna Hijau	A1	3.5	Migrasi optimum, jalur jelas kelihatan.
Pewarna Merah	A2	2.8	Jalur sedikit tebal, menunjukkan kepekatan DNA tinggi.
Pewarna Jingga	A3	3.2	Pergerakan konsisten ke arah terminal positif.

4. KESIMPULAN

Konklusinya, inovasi Gene Quest membuktikan bahawa integrasi bahan polimer domestik mampu mereplikasi fungsi medium elektroforesis konvensional dengan ralat visual yang minimal. Hasil dapatan kajian mengesahkan keberkesanan kit ini dalam memudah cara pemahaman mekanisme migrasi molekul DNA secara empirikal. Selain itu, projek ini menawarkan solusi pedagogi yang mampan selaras dengan matlamat SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) dan SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur). Instrumen ini turut mempamerkan prospek komersial yang signifikan sebagai kit pembelajaran STEM berimpak tinggi serta kos efektif bagi institusi pendidikan pelbagai aras. Reka bentuk all-in-one yang kompak dan mesra pengguna ini secara tidak langsung membuka peluang pasaran sebagai kit pembelajaran kendiri (Home-Science Kit) di pasaran terbuka. Sebagai cadangan penambahbaikan masa hadapan,

penggunaan elektrod keluli tahan karat akan dipertingkatkan bagi menjamin ketekalan visual yang lebih jitu. Inovasi ini diharapkan dapat memperkasakan literasi saintifik dan memberikan kefahaman mendalam mengenai konsep genetik dalam kalangan pelajar.

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya, projek inovasi ini dapat disempurnakan dengan jayanya. Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dirakamkan kepada penyelia dan mentor kami, Dr. Aainaa Syazwani Binti Mohamad Amir Hamzah, atas bimbingan yang tidak berbelah bahagi, perkongsian ilmu, serta kesabaran beliau dalam memacu hala tuju projek ini. Ucapan terima kasih yang istimewa ditujukan kepada pihak Pusat Persediaan Sains dan Teknologi (Asasi Sains UMK As-cent), khususnya Fakulti Industri Asas Tani (FIAT), atas sokongan fasiliti dan ekosistem penyelidikan yang kondusif. Kami juga ingin menzahirkan apresiasi atas sokongan daripada pihak penaja yang telah membiayai sebahagian besar keperluan material projek ini. Akhir kata, terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam memastikan kelancaran dan kejayaan projek ini. Semoga usaha ini memberikan impak yang signifikan kepada dunia pendidikan STEM.

RUJUKAN

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). Garland Science.

Brown, T. A. (2016). *Gene cloning and DNA analysis: An introduction* (7th ed.). Wiley.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.

Green, M. R., & Sambrook, J. (2019). *Molecular cloning: A laboratory manual* (4th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

Kementerian Pendidikan Malaysia. (2020). *Biologi Tingkatan 4 KSSM*. Dewan Bahasa dan Pustaka.

Kementerian Pendidikan Malaysia. (2020). *Biologi Tingkatan 5 KSSM*. Dewan Bahasa dan Pustaka.

Lee, P. Y., Costumbrado, J., Hsu, C. Y., & Kim, Y. H. (2012). Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments. *Journal of Visualized Experiments, 62*, e3923.

Okebukola, P. A. (1986). Effects of laboratory and lecture instructional strategies on biology achievement of low ability students. *Journal of Research in Science Teaching, 23*(7), 629–636.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations.

Aquascape (Alat Pemecah Cermin Kenderaan Automatik)

Nursyaurah Batrisya Roslan, Muhammad Danish Hakim Rashidi, Saidatul Shikin Abdullah, Nur Natasya Mohd Azaman, Ikhwan Naim Md Nawi, Nurkhaizan Zulkifli

Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA (UiTM), Cawangan Selangor, Kampus Dengkil 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

*khaizan2821@uitm.edu.my

ABSTRAK

Kes kemalangan yang melibatkan kereta terjunam ke dalam air bukan lagi perkara asing di Malaysia. Kes-kes yang berlaku juga bukan sahaja telah menyebabkan kerugian kepada mangsa malahan ada juga yang melibatkan kemalangan jiwa. Situasi ini menunjukkan bahawa perlunya alat yang boleh digunakan untuk menyelamatkan diri dalam waktu emas yang ada tanpa memerlukan kekuatan fizikal yang tinggi. Kajian ini bertujuan untuk mereka bentuk dan menghasilkan alat kecemasan iaitu pemecah cermin kaca automatik yang boleh digunakan dengan mudah dan cepat bagi meminimumkan kadar kehilangan nyawa. Alat ini direka bentuk seperti sebatang pen bagi memudahkan produk ini dibawa ke mana-mana. Selain itu, alat ini menggunakan bahan tungsten karbida sebagai hujung pemecah cermin kerana sifatnya yang keras dan tahan tekanan tinggi. Tungsten karbida ini juga digabungkan dengan mekanisme spring digunakan bagi mengeluarkan daya yang mencukupi untuk memecahkan kaca. Malahan, alat ini mempunyai fungsi pemotong tali pinggang di satu lagi hujung sebelah pen. Tambahan lagi, alat ini turut mempunyai fungsi SOS automatik yang menghantar isyarat kecemasan kepada talian kecemasan dan juga mempunyai fungsi pendarcahaya yang boleh bercahaya di dalam gelap. Hasil kajian menunjukkan bahawa alat ini berjaya diaktifkan dengan cepat dan efektif tanpa memerlukan kekuatan fizikal yang tinggi, menjadikannya sesuai digunakan untuk semua golongan termasuk kanak-kanak. Dapat disimpulkan bahawa alat pemecah cermin ini berpotensi tinggi untuk dikomersialkan bagi kegunaan semua pemilik kenderaan persendirian bagi meningkatkan keselamatan mangsa daripada terperangkap dan lemas di dalam kenderaan mereka.

Kata kunci: aquascape, pemecah cermin automatik, kemalangan jalan raya

1. PENGENALAN

Dalam situasi kecemasan seperti kemalangan kenderaan di dalam air, masa sangat kritikal untuk menyelamatkan nyawa. Namun, cermin kenderaan yang diperbuat daripada kaca keselamatan sukar dipecahkan secara manual, terutamanya kanak-kanak dan individu yang kurang berpengalaman. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan alat pemecah cermin automatik yang mudah digunakan, selamat, dan sangat berkesan dalam situasi yang kritikal. Kajian literatur menunjukkan bahawa alat sedia ada memerlukan daya hentakan tinggi dan bergantung kepada kekuatan fizikal pengguna, serta berisiko mencederakan pengguna yang berada keadaan panik.

Bagi mengatasi masalah ini, satu alat pemecah cermin automatik direka untuk menghasilkan daya hentakan tanpa memerlukan tenaga yang besar daripada pengguna. Reka bentuk alat ini memberi penekanan terhadap kemudahan penggunaan, kecekapan, dan keselamatan pengguna.

Hasil kajian ini dijangka menghasilkan alat yang lebih efisien, praktikal, dan selamat digunakan. Inovasi ini harap dapat meningkatkan peluang pengguna untuk menyelamatkan diri dengan lebih cepat dalam situasi kecemasan.

2. METODOLOGI [

Metodologi kajian ini dimulakan dengan mengenal pasti masalah yang sering dihadapi pengguna kenderaan semasa situasi kecemasan seperti kemalangan, kebakaran atau kenderaan tenggelam di dalam air. Seterusnya, kajian mendalam dijalankan bagi meneliti produk sedia ada di pasaran serta kelemahan alat pemecah cermin konvensional. Berdasarkan maklumat yang diperoleh, reka bentuk alat pemecah cermin automatik dihasilkan dengan mengambil kira aspek keselamatan, saiz, kemudahan penggunaan dan keberkesanan fungsi.

Selepas itu, pemilihan bahan dan komponen yang sesuai dilakukan seperti tungsten carbide sebagai pemecah cermin, spring sebagai mekanisme hentaman, serta sensor dan modul komunikasi untuk sistem penghantaran SOS. Prototaip kemudian dibangunkan mengikut reka bentuk yang telah dirancang seperti di Rajah 1. Produk yang siap dibina seterusnya diuji bagi menilai keberkesanan fungsi pemecahan cermin, ketahanan alat, serta keupayaan sistem SOS beroperasi dengan baik. Akhir sekali, penambahbaikan dilakukan berdasarkan hasil pengujian bagi memastikan produk lebih efektif, selamat dan mesra pengguna.



Rajah 1. Reka Bentuk Pemecah Automatik Kenderaan

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan hasil ujian yang dijalankan ke atas prototaip alat pemecah cermin automatik. Ujian telah dijalankan untuk membandingkan daya yang diperlukan untuk memecahkan cermin kereta dengan ketebalan standard 4mm-6mm. Alat ini berbeza dengan alat tradisional yang memerlukan tenaga pengguna untuk memecahkan cermin kerana ia menggunakan tenaga keanjalan yang disimpan dalam spring untuk memecahkan cermin. Penggunaan tungsten karbida yang menumpukan seluruh daya pada satu titik membolehkan kaca dipecahkan serta-merta walaupun digunakan oleh kanak-kanak. Purata masa yang

diperlukan untuk memecahkan kaca sepenuhnya ialah 1.5 saat. Setelah 50 ujian simulasi dijalankan, hujung tungsten karbida tidak menunjukkan sebarang kehausan atau keretakan yang membuktikan ia boleh digunakan berulang kali. Sistem SOS merupakan inovasi utama yang terdapat dalam produk ini. Sebaik sahaja produk diaktifkan (semasa memecahkan cermin) dan alat bersentuhan dengan air signal SOS akan terus dihantar kepada talian kecemasan yang membolehkan bantuan diberikan dan pantas.

Dapatan menunjukkan bahawa Aquascape dapat menyelesaikan masalah utama mangsa kemalangan dalam air, iaitu terperangkap di dalam kenderaan. Penggunaan tungsten karbida terbukti lebih efektif berbanding logam lain seperti keluli. Mekanisme spring juga membantu dalam menghasilkan tekanan yang tinggi tanpa memerlukan tenaga yang banyak. Selain itu, integrasi sistem SOS ke dalam produk ini memberikan kelebihan kompetitif berbanding produk sedia ada di pasaran. Dapatan dan perbincangan diterangkan secara terperinci dalam bahagian ini.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, alat pemecah cermin kenderaan automatik ini merupakan satu inovasi yang direka khas bagi meningkatkan keselamatan pengguna . Cara penggunaannya yang mudah dan cepat menjadikan alat ini berpotensi untuk dipasarkan melalui penjualan secara dalam talian atau di kedai-kedai yang menjual aksesori kereta untuk dikomersialkan bagi kegunaan semua pemilik kenderaan persendirian. Diharapkan inovasi ini dapat mengurangkan kadar kematian mangsa akibat terperangkap dan lemas di dalam kenderaan yang terjunam ke dalam air serta memberi manfaat kepada masyarakat secara menyeluruh.

PENGHARGAAN

Kami ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pensyarah dari Pusat Asasi UiTM Dengkil atas bimbingan, tunjuk ajar serta sokongan yang diberikan sepanjang pelaksanaan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kelab Physics Explorer atas peluang dan platform yang diberikan untuk kami menjalankan serta membentangkan projek ini.

Selain itu, kami amat menghargai kerjasama dan komitmen setiap ahli kumpulan dalam menyumbang idea dan usaha bagi memastikan projek ini dapat disiapkan dengan jayanya. Akhir sekali, ribuan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung sepanjang proses untuk menjayakan projek ini

RUJUKAN

HyperPhysics. (2023). Pressure. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/pres.html

Karlsson, S., & Svensson, L. (2018). Mechanical properties of tempered glass and its fracture mechanisms. Engineering Failure Analysis, 91, 101–110. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.04.012

Chemistry LibreTexts. (2023, January 13). Graphite and diamond – structure and properties. In Inorganic Chemistry (Housecroft). https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Inorganic_Chemistry/Map:Inorganic_Chemistry(Housecroft)/14:_The_Group_14_Elements/14.04:_Allotropes_of_Carbon/14.4A:Graphite_and_Diamond-_Structure_and_Properties

ChemicalBook. (2024, January 16). Tungsten carbide: General properties, industrial preparation, industrial applications and uses.[Text Wrapping Break]https://www.chemicalbook.com/article/tungsten-carbide-general-properties-industrial-preparation-industrial-applications-and-uses.htm

Carbide Products. (2025, December 23). Tungsten carbide hardness vs diamond vs other high hardness materials. https://www.carbide-products.com/blog/tungsten-carbide-hardness-vs-diamond/

Riot Glass. (2023, February 8). Laminated vs tempered glass. https://www.riotglass.com/laminated-vs-tempered-glass/

Category B: Students (Social Sciences) Physical

SAHIHFY: *Usul Hadis* berasaskan permainan kad

Muhammad Azhar, Iman Haqimi Mohamad Azlan, Muhammad Akid Rusyaidi Rohaizad, Danish Mursyidee Mohd Zaihan, Mohd Zul Amin Mohd Zaki

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang, Malaysia

*muhmmdazhrr@gmail.com

ABSTRAK

Dalam era digital ini, penyebaran maklumat agama berlaku dengan pantas, namun tidak semua maklumat tersebut sahih. Masalah utama timbul apabila ramai individu di Malaysia menerima hadis tanpa semakan kerana bidang Usul Hadis yang sering dianggap abstrak, teoretikal, dan sukar dikuasai melalui kaedah teks tradisional. Bagi menangani isu ini, inovasi SAHIHFY dibangunkan bertujuan memudahkan prinsip pengesahan hadis melalui permainan kad, membolehkan pemain membezakan hadis sahih dan daif serta memupuk kemahiran pengesahan dalam kehidupan seharian. Kajian ini menggunakan Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) dengan merujuk kepada dua permainan kad sedia ada serta buku teks utama bagi membina mekanisme dan kandungan produk. Hasilnya, SAHIHFY berjaya mengubah bahan teks yang padat kepada format permainan kad dengan kebolehulangan main tinggi yang meningkatkan motivasi serta kefahaman pelajar secara interaktif. Kesimpulannya, SAHIHFY merapatkan jurang pendidikan selaras dengan SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) dan SDG 16 (Keamanan, Keadilan, dan Institusi Kukuh). Produk ini mempunyai potensi pengkomersialan yang besar sebagai alat bantu mengajar (ABM) inovatif di sekolah dan institusi pengajian tinggi bagi membendung maklumat palsu dalam masyarakat.

Kata kunci: *Usul Hadis*, permainan kad, pengesahan hadis, alat bantu mengajar (ABM), maklumat palsu

1. PENGENALAN

Usul al-Hadis merupakan antara disiplin ilmu teras dalam pengajian Islam yang membolehkan umat Islam menilai kesahihan sesuatu hadis sebelum dijadikan rujukan hukum atau pegangan hidup (al-Khatib, 1989). Namun begitu, pelajar di peringkat asasi dan menengah kerap menganggap topik ini sebagai abstrak, padat, dan sukar difahami melalui pendekatan berasaskan teks semata-mata. Keadaan ini cenderung mengakibatkan motivasi pembelajaran yang rendah dan penghayatan yang terhad terhadap kepentingan ilmu tersebut dalam kehidupan seharian (Azami, 1977).

Dalam konteks yang lebih luas, penyebaran maklumat agama yang tidak sahih melalui media sosial semakin membimbangkan. Kemahiran *tabayyun* — proses menilai dan mengesahkan kesahihan sesuatu maklumat sebelum berkongsi atau menggunakannya — menjadi semakin relevan dalam kalangan generasi muda. Pembelajaran *Usul al-Hadis* yang berkesan didapati berpotensi membekalkan asas kemahiran ini, tetapi keberkesanannya bergantung kepada kaedah penyampaian yang sesuai dengan keperluan dan gaya pembelajaran pelajar masa kini.
Pendekatan pembelajaran berasaskan permainan (game-based learning, GBL) telah mendapat perhatian semakin meluas dalam bidang pendidikan. Plass et al. (2015) menghujahkan bahawa GBL berpotensi meningkatkan motivasi intrinsik dan pemahaman konseptual melalui

mekanisme permainan yang menggalakkan pemikiran kritis dan penglibatan aktif. Dichev dan Dicheva (2017) pula mendapati bahawa gamifikasi dalam pendidikan, apabila dilaksanakan dengan reka bentuk yang baik, mampu meningkatkan penglibatan pelajar secara bermakna berbanding kaedah konvensional.

Berdasarkan keperluan ini, SAHIHFY dibangunkan sebagai permainan kad yang menggabungkan kandungan dengan konsep permainan strategik. Objektif kajian ini adalah untuk: (i) membangunkan permainan kad berasaskan silibus *Usul al-Hadis* menggunakan Model ADDIE, (ii) menilai keberkesanannya dalam meningkatkan skor pengetahuan pelajar melalui kajian pra-pasca, dan (iii) mendapatkan maklum balas pengguna terhadap reka bentuk dan kebolehgunaan permainan.

2. METODOLOGI

2.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk eksperimental satu kumpulan pra-pasca tanpa kumpulan kawalan (*one-group pretest-post-test design*). Data dikumpulkan melalui ujian pra (n=21) dan ujian pasca (n=6 berpasangan) berasaskan 14 soalan aneka pilihan berkaitan *Usul al-Hadis.* Maklum balas peserta turut dikumpulkan menggunakan skala Likert lima mata melalui borang *Google Form* selepas sesi bermain. Analisis data melibatkan perbandingan min skor pra-pasca bagi sampel berpasangan dan analisis frekuensi terhadap data Likert.

2.2 Pembangunan SAHIHFY menggunakan Model ADDIE

SAHIHFY dibangunkan menerusi lima fasa Model ADDIE (Branch, 2009). Pertama sekali, fasa analisis melibatkan penilaian terhadap jurang pembelajaran dalam silibus *Usul al-Hadis* peringkat asasi. Didapati bahawa topik seperti klasifikasi hadis, syarat penerimaan *rawi*, dan pembezaan hadis *sahih* daripada hadis *dhaif* merupakan antara topik yang paling mencabar bagi pelajar. Kemudian, fasa reka bentuk dalam menghasilkan kerangka permainan yang menggabungkan konsep dadu dan kad, dengan kandungan permainan yang dirancang untuk merangkumi topik silibus sekolah menengah *Usul al-Hadis*. Seterusnya, fasa pembangunan untuk menghasilkan set kad dan komponen dadu dengan mempertimbangkan aspek corak kad yang estetika dan kemudahan untuk pemain memahami konsep permainan. Akhir sekali, fasa pelaksanaan merangkumi sesi ujian rintis dalam kalangan pelajar asasi UIAM Gambang, menggunakan format ujian pra, sesi bermain, dan ujian pasca. Akhir sekali, fasa penilaian melibatkan analisis perbandingan skor dan maklum balas peserta.

2.3 Mekanisme permainan

SAHIHFY mengandungi lima elemen utama permainan: (i) Kesukaran Dinamik — dadu menentukan tahap soalan bagi setiap pusingan; (ii) Kemahiran dan Tuah — kad strategi menggabungkan elemen kemahiran dengan keberuntungan; (iii) Soalan Bergilir — soalan yang tidak dapat dijawab diserahkan kepada pemain lain; (iv) Semakan Jawapan — peranan Penyoal ditetapkan khusus untuk mengesahkan jawapan menggunakan kad rujukan; dan (v) Variasi Tanpa Had — cabutan kad rawak memastikan setiap pusingan berbeza. Selain itu, kandungan permainan menggabungkan ilmu *Naqli* dan *Aqli* bagi menanamkan amalan *tabayyun* dalam kalangan pemain secara tidak langsung.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Perbandingan Skor Pra-ujian dan Pasca-ujian

Jadual 1 menunjukkan perbandingan skor pra-ujian dan pasca-ujian bagi enam peserta yang mengikuti kedua-dua sesi. Ujian mengandungi 14 soalan aneka pilihan berkaitan *Usul al-Hadis*.

Jadual 1. Perbandingan Skor Pra-Ujian dan Pasca-Ujian (n=6)

Peserta	Skor Pra-Ujian (%)	Skor Pasca-Ujian (%)	Perubahan (%)
1	57.1	78.6	+21.4
2	14.3	35.7	+21.4
3	57.1	100.0	+42.9
4	42.9	50.0	+7.1
5	28.6	28.6	0.0
6	57.1	64.3	+7.1
Min	42.9	59.5	+16.6

Dapatan menunjukkan bahawa lima daripada enam peserta (83.3%) mencatatkan peningkatan skor selepas sesi permainan. Min skor keseluruhan meningkat daripada 42.9 peratus kepada 59.5 peratus, mencatatkan peningkatan sebanyak 16.6 mata peratusan. Peningkatan tertinggi dicatatkan oleh Peserta 3 dengan lonjakan 42.9 mata peratusan, sementara seorang peserta mengekalkan skor yang sama. Dapatan ini selari dengan kajian Hake (1998) yang mendapati bahawa pendekatan pembelajaran aktif secara umumnya menghasilkan indeks peningkatan ternormal (normalized gain) yang lebih tinggi berbanding pendekatan konvensional.

Walau bagaimanapun, penting untuk ditegaskan bahawa saiz sampel yang kecil (n=6) dan ketiadaan kumpulan kawalan mengehadkan ruang huraian bagi dapatan ini. Kajian ini lebih tepat dianggap sebagai kajian rintis yang menunjukkan potensi awal SAHIHFY, dan bukan sebagai bukti konklusif atas keberkesanannya. Kajian lanjutan dengan reka bentuk kuasi-eksperimental atau rawak terkawal, dan melibatkan sampel yang lebih besar, bagi mendapatkan dapatan yang lebih tepat.

3.2 MAKLUM BALAS PESERTA

Dapatan kajian menunjukkan bahawa SAHIHFY menerima maklum balas yang sangat positif daripada semua peserta. Mereka sebulat suara mengakui keberkesanan permainan ini dalam memupuk kemahiran tabayyun serta potensinya untuk membendung penyebaran maklumat agama yang tidak sahih. Kemudian, kesemua peserta memberikan sokongan penuh untuk mencadangkan penggunaan SAHIHFY kepada pelajar lain, sekali gus membuktikan tahap kebolehgunaan dan relevansi aplikasi ini yang tinggi.

4. KESIMPULAN

SAHIHFY menunjukkan potensi awal sebagai medium pembelajaran aktif yang dapat menyumbang kepada peningkatan pengetahuan dan motivasi pelajar dalam bidang *Usul al-Hadis*. Kajian rintis ini mencatatkan peningkatan min skor sebanyak 16.6 mata peratusan dalam kalangan peserta berpasangan (n=6), disertai maklum balas yang positif terhadap reka bentuk dan kebolehgunaan permainan. Limitasi dari segi saiz sampel dan reka bentuk kajian menuntut kajian lanjutan yang lebih komprehensif untuk memperoleh kesimpulan yang lebih kukuh.

Dari aspek pengkomersialan, pasukan bercadang untuk menghasilkan versi bahasa Melayu SAHIHFY bagi pasaran pendidikan tempatan, dengan potensi kerjasama menerusi *Global Islamic Games* (GIG) untuk pengedaran yang lebih meluas. Pengiktirafan awal melalui Anugerah Inovasi Terbaik, Anugerah Pembentang Terbaik, dan Pingat Emas di YIC 2026, serta pendaftaran tanda dagangnya dengan MyIPO, turut memperkukuh kedudukan SAHIHFY sebagai inovasi pendidikan yang berpotensi untuk dikembangkan.

Projek ini didapati selari dengan dua Matlamat Pembangunan Mampan (SDG): SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) menerusi pendekatan pembelajaran *Usul al-Hadis* yang lebih inklusif dan menarik, dan SDG 16 (Keamanan, Keadilan, dan Institusi Kukuh) menerusi pemupukan kemahiran *tabayyun* dalam kalangan generasi muda bagi membendung penyebaran maklumat agama yang tidak sahih.

PENGHARGAAN

Pasukan SAHIHFY merakamkan penghargaan kepada Muhammad Hazim Remmie Hirman dan Alyasofea binti Nazrul Hisham atas sumbangan mereka dalam membangunkan inovasi ini pada peringkat awal. Penghargaan turut ditujukan kepada Centre for Foundation Studies, Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM) Kampus Gambang atas sokongan yang diberikan, serta kepada semua peserta yang telah meluangkan masa menyertai sesi ujian rintis.

RUJUKAN

al-Khatib, M. A. (1989). U*sul al-Hadith: ʿUlumuhu wa Mustalahuhu* . Dar al-Fikr.

Azami, M. M. (1977). *Studies in hadith methodology and literature*. American Trust Publications.

Branch, R. M. (2009). I*nstructional design: The ADDIE approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 14(9)*, 1–36. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66(1)*, 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist, 50(4)*, 258–283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations*. https://sdgs.un.org/2030agenda

iTa'awun: Platform Rasmi Berpusat Bagi Meningkatkan Kebolehcapaian Perkhidmatan Kampus

Iman Haqimi Mohamad Azlan, Nurdamia Karmila Mohd Faizal, Faiz Muzzaffar Azzizi, Nurur Raudzah Md Nor

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300, Gambang, Pahang, Malaysia.

*imanhaqimi07@gmail.com

ABSTRAK

Semangat setiakawan, empati dan budaya bantu-membantu sememangnya subur di Pusat Asasi UIAM. Namun, pelajar dari keluarga yang kurang bernasib baik serta penerima zakat memerlukan lebih daripada sekadar bantuan ihsan. Realiti kini terdapat pelbagai perkhidmatan yang disediakan dari kalangan pelajar tetapi ketiadaan sistem berpusat menyebabkan maklumat tentang servis yang disediakan oleh pelajar berpecah dan tersebar dalam sembang kumpulan yang berasingan. Ketiadaan platform khas dan kerja yang tersusun menjadi cabaran kepada mereka untuk menjana pendapatan secara fleksibel sambil menjaga prestasi akademik. Ini memberi kesukaran bagi pihak pengurusan kampus untuk memantau keseimbangan prestasi akademik pelajar dan kerja sampingan mereka. Solusinya, *iTa'awun* yang merupakan platform digital sentral khusus untuk pelajar yang kurang berkemampuan, yang mana ia mengumpulkan permohonan pekerjaan dan senarai perkhidmatan yang disediakan seperti percetakan, pengambilan pesanan makanan dan penghantaran barang. *iTa'awun* berfungsi sebagai jambatan digital khusus untuk pelajar yang kurang berkemampuan yang memerlukan akses mencari tambahan kewangan, sambil membolehkan pihak pengurusan membuat pemantauan sistem dan prestasi akademik pelajar. Bagi memastikan integriti platform, *iTa'awun* mengintegrasikan pengesahan akaun pelajar dan sistem penarafan yang dirancang untuk mengukuhkan akauntabiliti. Kesimpulannya, *iTa'awun* memformalkan sokongan kepada pelajar untuk menyediakan akses yang andal dan berpusat kepada peluang pekerjaan, mengurangkan masa pencarian dan membina ekosistem yang selamat selari dengan SDG1 (Tiada Kemiskinan), SDG4 (Pendidikan Berkualiti), dan SDG8 (Pekerjaan yang Baik dan Pertumbuhan Ekonomi).

Kata kunci: *iTa'awun*, penerima *Zakat*, sistem berpusat, jambatan digital, andal

1. PENGENALAN

Dalam persekitaran institusi pengajian tinggi, golongan pelajar berpendapatan rendah sering kali berhadapan dengan cabaran ekonomi yang signifikan. Tekanan kewangan ini bukan sahaja menjejaskan kebajikan dan kesejahteraan mental mereka, malah berisiko mengganggu prestasi akademik secara keseluruhan (Norazlan et al., 2020). Meskipun terdapat pelbagai inisiatif bantuan, ketiadaan sistem yang berpusat menyebabkan maklumat mengenai peluang menjana pendapatan menjadi tidak teratur dan sukar dicapai oleh golongan sasaran. Hal ini selaras dengan dapatan Dong et al. (2016) yang menekankan kepentingan platform seperti *OnCampus* dalam mengatasi masalah maklumat yang berpecah serta memperkukuh akses komuniti kepada sumber yang tersedia.

Oleh itu, projek *iTa'awun* diperkenalkan sebagai sebuah platform digital sentral yang direka khusus untuk menyelaras sistem perkhidmatan rakan sebaya (peer services) di dalam kampus.

iTa'awun juga dibina dengan tujuan untuk memperkasakan ekonomi pelajar kurang berkemampuan dan penerima zakat melalui peluang pekerjaan yang lebih terancang dan sistematik. Melalui platform ini, semua perkhidmatan komuniti dapat disatukan bagi mempercepatkan capaian maklumat, sekali gus memastikan setiap aktiviti ekonomi dijalankan selaras dengan Tatacara Pengendalian Piawai (SOP) universiti.

Selain daripada aspek penjanaan pendapatan, *iTa'awun* turut berperanan sebagai alat pemantauan rasmi bagi pihak pengurusan universiti. Ini bagi memastikan penglibatan pelajar dalam aktiviti perkhidmatan tidak menjejaskan tanggungjawab utama mereka terhadap kecemerlangan akademik. Secara keseluruhannya, *iTa'awun* bukan sekadar pusat perkhidmatan, malah merupakan satu ekosistem sokongan holistik yang mengimbangi aspek kebajikan, ekonomi, dan prestasi akademik pelajar dalam komuniti kampus.

2. METODOLOGI

Pembangunan *iTa'awun* menggunakan pendekatan Rekacipta dan Pembangunan (Design and Development Research) yang menekankan proses yang berstruktur dan sistematik. Bermula daripada mengenal pasti masalah, pembentukan platform, pembangunan prototaip, mengumpul data dan penambahbaikan inovasi. Perkara ini dapat memastikan *iTa'awun* sentiasa relevan dengan konteks pengguna dan universiti.

2.1 Pengenalan Masalah

Kajian ini bermula disebabkan sesetengah pelajar yang menghadapi masalah kewangan ketiadaan sumber untuk menampung keperluan pembelajaran dan meneruskan kelangsungan hidup di kampus. Sesetengah pelajar berkongsi elaun dan bantuan zakat yang mereka terima untuk membantu keluarga masing-masing. Menjadi tanggungjawab pihak pengurusan untuk mempertimbangkan sebarang inisiatif untuk menyokong kumpulan tersasar ini tanpa memperjudikan akademik dan pembelajaran mereka. Dalam masa yang sama, norma kehidupan pelajar universiti yang gemar mempromosi pelbagai servis kampus di dalam kumpulan sembang atas talian seperti ‘WhatsApp’ dan ‘Telegram’. Corak komunikasi yang berlaku ini menyebabkan info berkaitan servis di kampus berselerak dan mengakibatkan mesej penting daripada pihak pengurusan universiti tenggelam di antara ribuan mesej lain (Baishya & Maheshwari, 2020) yang bersifat tidak rasmi atau promosi. Situasi ini mendedahkan kelemahan dalam sistem komunikasi sedia ada di universiti, di mana inisiatif yang lebih proaktif amat diperlukan bagi menangani isu ini secara tuntas.

2.2 Pembangunan Prototaip

Prototaip *iTa'awun* dibangunkan menggunakan ‘HTML’ dengan visual dan fungsi interaktif yang diintegrasikan dalam fail yang sama. ‘Supabase’ digunakan sebagai ‘backend’ bagi menguruskan pangkalan data, pengesahan pengguna dan penyimpanan fail. Platform ini dihoskan melalui ‘GitHub Pages’ untuk membolehkan akses dalam talian tanpa kos tambahan pada peringkat prototaip.

2.3 Penambahbaikan

Apabila prototaip platform siap dibangunkan, maklum balas daripada pelbagai pihak dikumpulkan termasuk pengguna sasaran iaitu pelajar, penyelia projek, pengurus sistem dan pihak pengurusan kampus. Maklum balas ini berfungsi sebagai data kualitatif untuk menilai

kesesuaian dan potensi platform. Kemudian, platform diperbaiki dan ditambah baik dari segi fungsi, visual dan struktur supaya lebih mesra pengguna dan bertepatan dengan tatacara universiti secara rasmi.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

iTa'awun dibangunkan sebagai platform digital berpusat dengan dua fungsi utama. Pertama ia menyediakan senarai perkhidmatan pelajar di dalam talian dan borang permohonan kelulusan digital bagi menggantikan proses manual kini yang berasaskan dokumen fizikal. Pelajar yang ingin menawarkan perkhidmatan seperti percetakan, penghantaran barang dan jualan makanan boleh memohon kelulusan secara dalam talian. Manakala pihak pentadbiran dan pengurusan kampus dapat menyemak dan meluluskan permohonan dengan lebih cekap berdasarkan data pelajar di dalam sistem.

Maklum balas pakar dalam bidang pengurusan pelajar mengesahkan bahawa platform ini berpotensi menyokong pelajar penerima Zakat dan Bantuan Kewangan Asasi (BKA) secara lebih terstruktur, sambil membantu pentadbiran memantau penyertaan pelajar tanpa menjejaskan prestasi akademik.

iTa'awun menyokong tiga Matlamat Pembangunan Lestari (Sustainable Development Goals, SDG). Yang pertama, SDG 1 '*Tiada Kemiskinan*' dengan membuka peluang pendapatan kepada pelajar yang memerlukan. Yang ke dua, SDG 4 '*Pendidikan Berkualiti*' melalui pemantauan keseimbangan akademik di samping pekerjaan, dan SDG 8 '*Pekerjaan yang Baik dan Pertumbuhan Ekonomi*' melalui ekosistem kerja yang lebih teratur dan selamat untuk komuniti kampus.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, pembangunan platform *iTa'awun* merupakan satu langkah proaktif dalam mendepani cabaran sosio-ekonomi pelajar di Pusat Asasi UIAM. Penemuan utama projek ini membuktikan bahawa penyepaduan sistem perkhidmatan rakan sebaya (*peer services*) ke dalam satu platform digital berpusat berupaya menyusun semula ekosistem ekonomi kampus agar lebih telus, efisien, dan selaras dengan tatacara pengendalian piawai (SOP) universiti. Melalui kolaborasi strategik bersama pihak pengurusan Pusat Asasi UIAM, *iTa'awun* kini telah mencapai Tahap Kesiapsiagaan Teknologi (TKT) 6, yang menunjukkan prototaip sistem ini telah sedia diuji dalam persekitaran kampus yang sebenar.

Bagi menjamin kelestarian projek, cadangan masa hadapan memfokuskan kepada transisi daripada platform digital sedia ada kepada pembangunan aplikasi mudah alih yang lebih mesra pengguna dan dinamik dengan perubahan masa. Usaha ini bertujuan untuk memastikan perkhidmatan ini kekal relevan dan mampu berkembang mengikut keperluan semasa pelajar. Selain itu, *iTa'awun* mempunyai potensi perkembangan yang luas untuk disesuaikan mengikut acuan mana-mana Institusi Pengajian Tinggi (IPT), menjadikannya satu model penyelesaian sejagat bagi isu kebajikan pelajar.

Untuk masa hadapan, *iTa'awun* berpotensi di komersilkan kerana ia menawarkan keunikan melalui pembinaan ekosistem urus niaga sesama pelajar (C2C) yang selamat dan dipercayai dalam komuniti universiti yang sedia ada. Model ini bukan sahaja mempunyai nilai pasaran sebagai sistem pengurusan kebajikan digital, malah berpotensi tinggi untuk dipasarkan sebagai platform ekonomi mikro yang inklusif bagi sektor pendidikan. Melalui *iTa'awun*, sinergi antara

teknologi dan tanggungjawab sosial dalam memelihara kebajikan pelajar bukan sahaja mampu menterjemahkan matlamat pembangunan mampan, malah mendorong transformasi digital dalam ekosistem kampus universiti.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan dan ucapan terima kasih ditujukan kepada Puan Nurur Raudzah Md Nor, selaku mentor dan penyelia projek *iTa'awun*, dan pihak 'Reseach and Innovation Unit' (RIU) Pusat Asasi Universiti Islam Antarabangsa Malaysia atas segala sokongan dan tunjuk ajar yang diberikan sejak bermulanya projek ni serta semua pihak yang terlibat dan menyumbang secara langsung mahupun tidak dalam pembangunan *iTa'awun*.

RUJUKAN

Baishya, A. K., & Maheshwari, S. (2020). WhatsApp groups in academic context: Exploring the academic uses of WhatsApp groups among the students. *Contemporary Educational Technology, 11*(1), 31–46. https://doi.org/10.30935/cet.641765

Dong, X., Kong, X., Zhang, F., Chen, Z., & Kang, J. (2016). OnCampus: A mobile platform towards a smart campus. *SpringerPlus, 5*, 974. https://doi.org/10.1186/s40064-016-2608-4

Norazlan, N., et al. (2020). The financial problems and academic performance among public university students in Malaysia. *The Asian Journal of Professional and Business Studies, 1*(2). https://www.researchgate.net/publication/349728447

Amsal Alive: Visualising Quranic Parables through Educational Comic

Nur Aqilah Fazail, Nur Aamal Zahirah Aminuddin, Nur Amani Abdul Rashid, Nur Farrah Syazwanie Ismail, Nurhafizah Saidin

Centre For Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang Darul Makmur, Malaysia

*nurfarrahsyazwanie@iium.edu.my

ABSTRACT

The Quran serves as the primary source for shaping Islamic creed (Aqidah), morality (Akhlak), and intellectual development, conveyed through various pedagogical approaches, including *Amsal* (parables). Quranic parables employ vivid imagery and real-life analogies to encourage reflection and deeper understanding; however, many students experience difficulties in grasping these parables due to language barriers, limited foundational comprehension, and the lack of engaging visual learning resources. To address these challenges, *Amsal* Alive introduces an innovative educational comic as a multimodal learning solution for teaching and learning Quranic parables. This innovation integrates visual storytelling, concise explanatory text, and QR-linked audio reflections, catering to diverse learning styles while maintaining the authenticity of the Quranic message. The development of *Amsal* Alive adopts a design-based qualitative approach using content analysis, in which selected Quranic parables are analysed to identify their core meanings and moral themes based on authoritative tafsir before being translated into structured comic narratives. As an educational innovation, *Amsal* Alive functions as a pre-learning and self-review tool that enhances learner engagement, facilitates clearer interpretation of abstract parables, and promotes reflective thinking by contextualizing Quranic values within relatable daily experiences. This approach offers a creative, accessible, and meaningful contribution to contemporary Quranic calculation without overreliance on complex textual explanations.

Keywords: Quranic parables (Amsal), educational comics, Islamic Education

1. INTRODUCTION

The rapid development of digital technology and modern education has changed the way teaching and learning take place nowadays. Students are now more exposed to multimedia tools and usually respond better to learning materials that are visual, concise, interactive, and flexible compared to traditional text-based methods. This change has encouraged educators in academic to improve their teaching strategies as well as pedagogies so that they are more approachable for current learners, especially Generation Z students (individuals born between the mid-1990s and early 2010s) who are highly familiar with digital platforms and visual content (UNESCO, 2020).

This transformation is particularly significant in the field of Islamic study and Quran-related education. Although the divine message in Quran is timeless, universal, and relevant to every generation, the methods used to teach and communicate its teachings should continue to evolve in line with current educational needs. The effective delivery is essential to help learners understand, appreciate, and apply Quranic knowledge in their daily lives. Our goal as educators is for them to not only read Quran but also ensure the message from the Quran can be

internalised and practised in their daily life activities. Therefore, innovative teaching approaches are needed to connect classical Quranic wisdom with contemporary learning practices.

1.1 Scope of the Project

The scope of this project focuses on the development of *Amsal* Alive as an innovative educational comic created to enhance the teaching and learning of selected Quranic parables (Amsal). In the Quran, parables are presented as an effective pedagogical method to convey lessons related to faith, morality, wisdom, and reflection through meaningful analogies and vivid imagery. These parables invite learners to think critically, appreciate divine guidance, and relate spiritual values to real-life experiences. Recognising the educational significance of Quranic parables, this project aims to transform selected parables into a more engaging and learner-friendly format that is suited to the present-day educational settings.

The project covers several systematic development phases. First, selected parables are identified based on their relevance to student learning needs, moral values, and suitability for visual adaptation. Second, content analysis is conducted using authoritative tafsir references to ensure accurate interpretation and preservation of the original Quranic meanings. Third, the selected messages are rewritten into simplified and student-friendly language without compromising authenticity. Fourth, storyboard planning and comic narrative development are carried out to create coherent visual storytelling sequences. Finally, multimodal learning elements such as illustrations, concise explanatory text, QR-linked audio reflections, and guided reflection prompts are integrated into the final product.

This project also emphasises inclusive pedagogy by addressing different learner preferences and learning styles. Visual learners benefit from illustrations and visual storytelling, while auditory learners gain support through audio reflection features. Furthermore, active learners are engaged through reflective tasks, discussion-based activities, and follow-up exercises included at the end of each section to strengthen understanding. All these strategies are consistent with the research demonstrating that multimodal instructional materials can significantly improve learner motivation, comprehension, and long-term retention when compared to single-mode text delivery (Mayer, 2009).

The primary target users of this innovation are students from the courses Islamic Revealed Knowledge (IRK), Quranic Studies, and other related Islamic education courses at secondary school, foundation, and tertiary levels. The resource is intended to strengthen students' understanding of Quranic messages, deepen appreciation of Islamic values, and improve their ability to apply these teachings in contemporary daily life. In addition, *Amsal* Alive is designed to be flexible to use in various educational contexts, including face-to-face classrooms, blended learning environments, online teaching, self-paced learning, and revision sessions.

Beyond classroom application, the project also has potential for future expansion into digital comics, mobile learning applications, multilingual editions, and interactive educational platforms. Therefore, the scope of *Amsal* Alive extends beyond a printed comic module and represents a scalable innovation that contributes to innovative Quranic pedagogy while preserving the sacredness and authenticity of the Quran content and discussion.

1.2 Problem Statement

The teaching and learning of Quranic parables (Amsal) through conventional methods are often less effective because the content is abstract, symbolic, and metaphorical in nature, making it challenging for many students to understand. These parables frequently contain meaningful comparisons, vivid imagery, and deeper messages that require explanation, reflection, and guided interpretation. However, in many educational settings, the topic is still delivered mainly through lecture-based teaching, textual explanation, and one-way communication. As a result, many students face difficulties in grasping the intended messages, wisdom, and values embedded in the parables.

In addition, students often experience challenges in connecting Quranic parables with contemporary real-life situations. Although the parables contain timeless guidance related to faith, morality, human behaviour, and decision-making, learners may struggle to see their relevance when examples are not contextualised to current realities. This limits students' ability to reflect critically, internalise the lessons, and apply Quranic values meaningfully in their daily lives. Consequently, the learning process may become theoretical rather than transformative.

Furthermore, the learning preferences of present-day students have changed significantly in line with digital and learner-centred educational trends. Many students are more responsive to visual, interactive, concise, and technology-supported learning materials (Neil Fleming, 2001). However, there remains a limited availability of innovative resources in Islamic education, particularly for the teaching of Quranic parables, that effectively combine authentic content with engaging delivery methods. The absence of creative and immersive learning tools may reduce learner motivation, participation, retention, and overall learning effectiveness (Richard E. Mayer, 2009).

Therefore, there is a clear need for an innovative educational approach that adapts Quranic parables in a more accessible, engaging, and meaningful format without compromising the sacredness and authenticity of the Quran teachings.

1.3 Objectives

The objectives of this project are as follows:

(i) To enhance students' understanding of selected Quranic parables (Amsal) through visual storytelling.
(ii) To strengthen students' ability to connect Quranic teachings with real-life situations, fostering meaningful reflection.
(iii) To develop *Amsal* Alive as an innovative multimodal educational comic that improves engagement and supports Islamic learning.

2. METHODOLOGY

This study adopts a qualitative design-based approach in developing *Amsal* Alive; an educational comic grounded in Quranic parables (Amsal). This approach is suitable as it allows the systematic integration of authentic Quranic content with innovative instructional design. As illustrated in Figure 1, the overall process is structured into five main phases: selection, analysis, visual translation, multimodal integration, and production.

The first phase involves the selection of relevant Quranic parables (Amsal) from the Quran based on their relevance to students' real-life experiences and alignment with the existing curriculum. The selected parables are those that convey clear moral messages and are closely related to situations encountered by students in their daily lives. Priority is given to parables that are familiar within the curriculum and carry meanings that are close to students' understanding, allowing for more meaningful engagement and reflection. This ensures that the content is not only academically relevant but also personally meaningful and applicable in students' lives.

In the second phase, a qualitative content analysis is conducted using authentic tafsir sources, such as *Tafsir Ibn Kathir* and *Tafsir Al-Azhar* to extract core meanings, moral lessons, and contextual interpretations. This process ensures that the content remains accurate, authentic, and aligned with established Islamic scholarship. The analysed content is also reviewed to maintain consistency and clarity before proceeding to the design phase.

The third phase focuses on visual design translation, where the analysed meanings are transformed into structured comic narratives. This includes the development of storyboards, character representations, and scene compositions. Visual metaphors and symbolic elements are carefully constructed to reflect the original message of the parables while enhancing clarity and engagement for the target audience.

The fourth phase is multimodal integration, where textual and visual elements are combined into a cohesive learning format. The integration includes narrative text, dialogue, illustrations, and QR-linked audio recitation or reflection to support diverse learning styles. These elements are designed to enhance comprehension, engagement, and accessibility of Quranic messages through interactive learning experiences.

The final phase involves the production of the educational comic, where *Amsal* Alive is developed as a complete learning module. The output is standardised in terms of layout, visual consistency, and readability. Furthermore, feedback from students is integrated to improve the clarity and usability of the materials. The final product functions as a supplementary learning, reflection, and self-review tool that effectively communicates the intended moral and educational messages while remaining engaging and user-friendly.

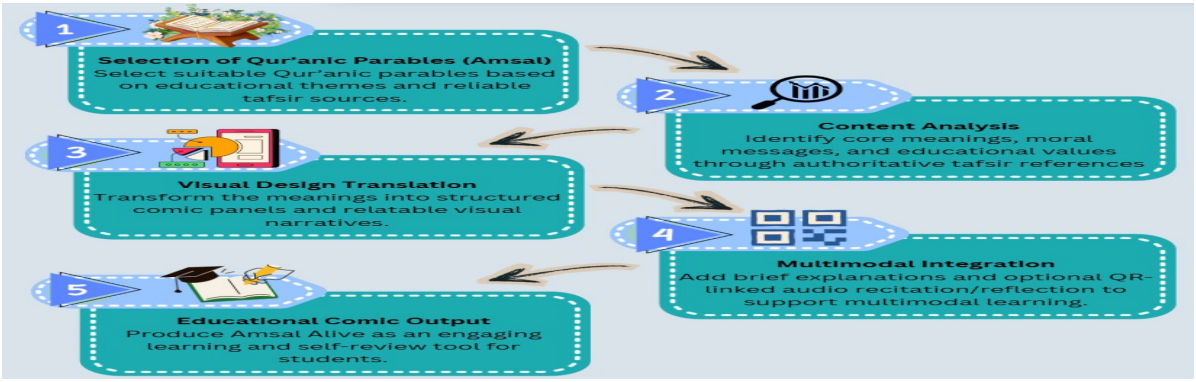


Figure 1. The Process of the Design

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Finding

Amsal is often taught using text-heavy explanations that require high linguistic and interpretive abilities. Many foundation students struggle to understand them due to abstract symbolism, linguistic complexity, and limited engaging learning resources. To substantiate this issue, a questionnaire study was executed with 40 IRK students from the Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia (CFS IIUM), subsequent to their classroom instruction on *Amsal*. The tool used a 5-point Likert scale, as well as cognitive load measurement to figure out how hard it was to understand (Leppink et al., 2013)**,** and principles of multimedia learning for text-heavy instruction (Mayer, 2009; Creswell & Guetterman, 2021).

The findings revealed that students strongly agreed that learning *Amsal* in the classroom is difficult to understand when lecturers explained it only through written text, with a mean score of 4.67. This is in line with the principles of multimedia learning, which stress that presenting text in only one way is often not enough to optimize students' understanding, especially if the subject is difficult. They also perceived the symbolic nature of *Amsal* as highly challenging to interpret, evidently with a high mean score of 4.75. Furthermore, students also struggled to relate Qur'anic parables to real-life situations, with a mean of 4.65. These results highlight a high and significant level of learning difficulties in terms of cognitive and interpretive comprehension of *Amsal*, thereby necessitating the pull away from traditional methods and moving towards the development of innovative, visual-based pedagogical interventions for the students.

4. CONCLUSION

Amsal Alive revolutionized how Quranic parables are taught in classrooms by transforming abstract and symbolic meanings to be more accessible and engaging to the students. This innovation enhances student engagement, comprehension, and reflective thinking through the integration of visual storytelling, concise explanations, audio reflections, and reinforcement exercises. Students are better able to grasp and connect the messages and teaching of the Quran to their real-life situations. As a result, students develop a deeper understanding and are able to apply Quranic values in their daily life activities. From the educational perspective, *Amsal* Alive supports learner-centred pedagogy and provides educators with an effective and creative teaching tool to deliver complex Quranic concepts. It also contributes to the development of critical thinking and value-based learning, which are crucial in contemporary education.

In terms of sustainability aspects, *Amsal* Alive demonstrates high potential for long-term implementation and expansion. *Amsal* Alive can be further developed into digital formats such as e-comics, mobile applications, and interactive learning platforms, as well as adapted into multilingual versions for wider accessibility. Its flexible design allows versatility across various educational contexts, including traditional classrooms, online learning environments, and community-based programmes. As a scalable innovation, *Amsal* Alive contributes to the advancement of contemporary Quranic pedagogy while preserving the sacredness and authenticity of the Quran's teachings.

In conclusion, *Amsal* Alive highlights the potential of educational comics as an innovative approach in Quranic education. By bridging classical Islamic knowledge with modern pedagogical practices, this innovation offers a relevant, engaging, and impactful learning

experience. It not only improves students' understanding of Quranic parables but also promotes meaningful reflection and internalisation of values. This innovation reflects how timeless Quranic wisdom can be effectively communicated through contemporary educational approaches.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their heartfelt appreciation to all team members whose dedication, creativity, and collaborative spirit have contributed significantly to the successful development of *Amsal* Alive. Their valuable efforts in content development, visual design, idea generation, and continuous commitment have played an important role in bringing this innovation to life.

The authors also extend their sincere gratitude to the students of Islamic Revealed Knowledge (IRK), CFS IIUM, for their enthusiasm, constructive feedback, and active participation, which have greatly enriched the relevance and impact of this project.

Special appreciation is further extended to *Tadabbur* Centre for the potential future collaboration and shared aspiration to promote meaningful engagement with Quran through innovative and values-driven educational initiatives.

REFERENCES

Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2021). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (6th ed.). Pearson.

Fleming, N. (2001). *Teaching and learning styles: VARK strategies*.

Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, *45*(4), 1058–1072. https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

McCloud, S. (1993). *Understanding comics: The invisible art*. HarperPerennial.

OECD. (2021). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world*. https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en

UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717

Yang, G. L. (2003). *Comics in education*. http://www.geneyang.com/comicsedu/

Rotation Kit Model

Mohamad Adrie Jan Yakub Abdul Rahim, Nur Aleysha Mohd Norman, Nurkhaizan Zulkepli

Center of Foundation Studies, UiTM Dengkil Campus, 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

*khaizan2821@uitm.edu.my

ABSTRACT

Rotation Kit Model is an innovative teaching aid developed to enhance students' understanding of rotational transformation in Mathematics, particularly among Form 2 learners. Many students, especially those with moderate to low achievement, face difficulties in visualising image formation and determining coordinates based on given angles and directions of rotation using conventional methods that are often complex and less engaging. This innovation aims to improve students' conceptual understanding, increase learning engagement, and assist teachers in delivering more effective instruction. The Rotation Kit Model was developed using a structured design approach based on the ADDIE framework, involving analysis, design, development, implementation, and evaluation phases. The kit consists of simple, low-cost materials such as transparent plastic and a fixed pivot point that enables accurate rotation without shifting the centre. Users can draw objects on the transparent surface and rotate them according to specified angles and directions, allowing abstract concepts to be visualised more clearly through hands-on interaction. The application of this innovation shows improved student engagement, better understanding of rotational concepts, and increased accuracy in determining image coordinates, while also reducing the time needed to solve problems. It further supports teachers by simplifying explanations and enhancing teaching efficiency. In conclusion, the Rotation Kit Model provides an effective, practical, and user-friendly solution for learning rotational concepts, with strong commercial potential due to its affordability, durability, and suitability for widespread use in educational settings.

Keywords: rotational transformation, hands-on learning, teaching aid, mathematics education, visualisation

1. INTRODUCTION

Understanding geometric transformations, especially rotation, is important for developing students' mathematical thinking and problem-solving skills. In Form 2 Mathematics, students must interpret how shapes change position around a fixed point, which can be difficult to grasp through explanation alone. The Rotation Kit Model was developed as a hands-on teaching aid that allows students to manipulate shapes and observe rotational movement directly. This approach makes learning more accessible and engaging, using simple materials to help students explore rotational movement through direct interaction.

1.1 Problem Statement

Many students find it hard to visualize how shapes change after rotation. Traditional teaching methods are often too abstract, making it difficult for them to follow the steps and remember how to solve rotation problems, which lowers their interest in learning the topic.

1.2 Objectives

This project aims to develop a Rotation Kit Model as a hands-on teaching aid to make rotation easier to understand. It helps students visualize concepts clearly, simplifies problem-solving steps, and increases their interest and engagement in Mathematics.

2. METHODOLOGY

This product employs the ADDIE Model as the foundation for crafting the Rotation Kit Model. This instructional design model comprises the phases of Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation, serving as a cornerstone for effective teaching and learning.

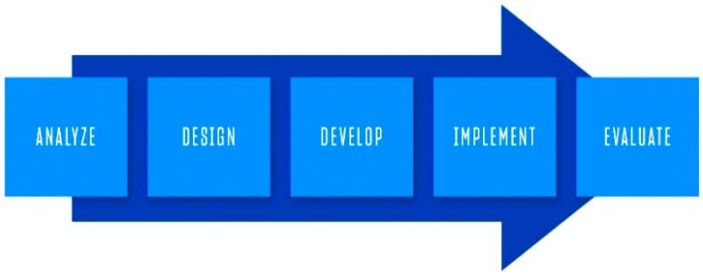


Figure 1. ADDIE Model Diagram

2.1.1 Analysis, Design and Development

In the *Analysis* phase, the need for the product is identified by looking at students' difficulties in understanding rotation, especially when they try to visualize image formation and determine coordinates accurately. This leads to the main question of how a hands-on tool can help students understand these abstract concepts more easily. This issue is important in both theory and practice, as learning theories like cognitive and constructivist approaches highlight the value of active involvement. In the *Design* phase, the structure, materials, and functions of the Rotation Kit are planned to support interactive learning. The materials used in producing this model are transparent plastic, pins, ruler, marker pen and a softboard. The *Development* phase then involves building the kit, turning abstract ideas into a simple and practical teaching tool.

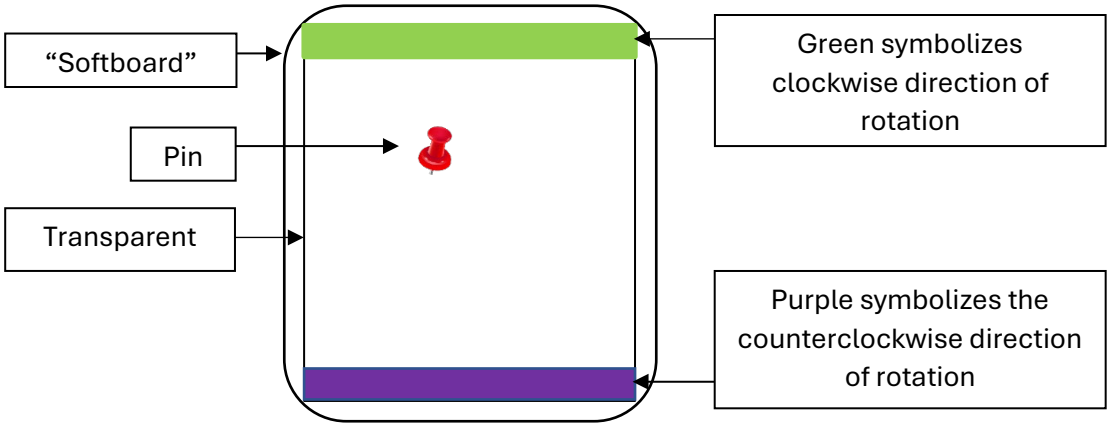


Figure 2. Rotation Kit Model

2.1.2 Implementation and Evaluation

In the *Implementation* phase, the Rotation Kit is used in the classroom to support hands-on and engaging learning, allowing students to explore rotation concepts more actively. This approach fits well with learning theories that emphasise learning through experience. The *Evaluation* phase focuses on gathering feedback and observing how useful and practical the kit is in real classroom situations. This helps ensure the product is relevant, effective, and able to support both teachers and students in the learning process.

2.2 Demonstration

Through this model, the Rotation Kit is placed on the position of the object on the question paper, then a sketch of the object is drawn on the transparent plastic. Next, the Rotation Kit is rotated at an angle of 90˚ at the centre point clockwise. The pin is placed at the centre point so that the centre position does not change. As a result, the new image position will be able to be produced based on the rotation on the Rotation Kit earlier.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Testing involved two groups of Form 2 students, with a total of 10 respondents. They were given 5 rotation-related questions. Group 1 (Control Group) did not use the Rotation Kit Model, while Group 2 (Treatment Group) used it. Table 1 compares the pre-test scores of both groups before the model was introduced. Table 2 compares the post-test (written test) scores between the Control and Treatment groups after the Treatment Group used the Rotation Kit Model.

Table 1. Data collection during Pre-Test

Student	Control Group Score	Students	Treatment Group Score
A	1	K	1
B	0	L	1
C	2	M	0
D	2	N	0
E	1	O	2
F	0	P	0
G	0	Q	0
H	1	R	1
I	0	S	1
J	1	T	0

Table 2. Data collection during Post Test

Student	Control Group Score	Students	Treatment Group Score
A	1	K	4
B	1	L	3
C	2	M	5
D	1	N	5
E	1	O	4
F	0	P	4
G	1	Q	4
H	1	R	5
I	0	S	4
J	0	T	5

3.1 Usability Analysis

Based on the pre- and post-test results, both groups initially demonstrated similarly low levels of understanding in rotation concepts. However, after the intervention, the Treatment Group showed a significant improvement in scores compared to the Control Group, which recorded only slight progress. This suggests that the Rotation Kit Model effectively enhanced students' conceptual understanding and problem-solving abilities in rotation.

3.2 Effectiveness of the Developed Model

The Rotation Kit Model shown in Figure 2 proves effective as a teaching aid by transforming abstract rotation concepts into a hands-on learning experience. It enhances students' ability to visualise image formation, improves accuracy in determining coordinates, and reduces reliance on complex procedures, while increasing engagement and supporting teachers in delivering clearer and more efficient Mathematics instruction.

4. CONCLUSION

In conclusion, the Rotation Kit Model is a simple yet effective teaching aid that helps students understand rotation more clearly. By allowing students to physically move and rotate objects, it turns something abstract into something they can see and experience. This makes it easier to follow steps, build confidence, and improve performance in Mathematics. It also helps teachers explain the topic more smoothly and keep students engaged.

In terms of commercial potential, the Rotation Kit Model offers strong value, as it is made from low-cost, easily available materials, making it affordable and accessible for schools. It can be used as a classroom teaching tool or packaged as an educational kit. With its practical design and clear benefits, it has good potential as a marketable educational resource.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to their supervisors, Suraya Binti Mohamed Sabri and Suriani Binti Sayuti, for their continuous guidance, valuable insights, and unwavering support throughout the development of this project. Their expertise and encouragement have been instrumental in ensuring the success of this work.

REFERENCES

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 380–400. https://doi.org/10.1037/a0031084

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Pendekatan Baharu dalam Pendidikan Undang-Undang: Penciptaan Pomo Law - No

Nurul Fatin Shuhada Mohamad Falik[1], Nur Alya Humaira Khairul Pahmi[1], Rachael Anne Sylvester[1], Nur Afiqah Amani Mohd Nazri[1], Bazrina Ramly[1] & Nur Zulaikha Mat Kamil[2]

[1]Pusat Asasi, Universiti Teknologi MARA (UiTM) Kampus Dengkil , 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

[2]Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) , 43600 Bangi, Selangor , Malaysia

bazrina6784@uitm.edu.my

ABSTRAK

Pomo Law - No adalah inovasi permainan kad undang-undang dengan peranti kawalan fokus Teknik Pomodoro untuk mengatasi gangguan digital pelajar. Kajian kuasi - eksperimen (44 responden) menunjukkan kumpulan eksperimen meraih markah lebih tinggi (85.40%) berbanding kumpulan kawalan (72.35%), dengan 99% responden mengakui keberkesanannya. Produk ini terbukti meningkatkan disiplin dan memori , serta mempunyai potensi komersial tinggi kerana kandungannya mudah diadaptasi mengikut silibus pelbagai universiti (UiTM, UIA, USIM).

Kata kunci : Pendidikan undang-undang, pembelajaran berasaskan permainan, kawalan fokus, teknik Pomodoro

1. PENGENALAN

Pelajar undang-undang sering bergelut dengan konsep kompleks dan gangguan peranti digital yang menjejaskan tumpuan. Kaedah tradisional yang pasif menyukarkan penguasaan maklumat yang besar, lantas menuntut strategi pedagogi baharu. Pomo Law - No diperkenalkan bagi menggabungkan pembelajaran berasaskan permainan dengan pengurusan fokus sistematik. Dengan melarang penggunaan telefon ketika bermain, inovasi ini berjaya meningkatkan penglibatan aktif dan prestasi akademik secara signifikan, sekali gus menjadi alat bantuan mengajar yang interaktif dan kompetitif.

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan reka bentuk kuasi-eksperimen bagi menilai keberkesanan Pomo Law-Kajian ini menggunakan reka bentuk kuasi-eksperimen untuk menilai keberkesanan Pomo Law-No dalam meningkatkan penglibatan, tumpuan, dan prestasi akademik pelajar undang-undang. Ia membandingkan kumpulan eksperimen yang menggunakan intervensi Pomo Law-No tersebut dengan kumpulan kawalan yang meneruskan kaedah pembelajaran konvensional.

Seramai 44 pelajar Semester 1 Asasi Undang-undang di UiTM Dengkil terlibat dan dibahagikan sama rata kepada kumpulan kawalan dan eksperimen (masing-masing n=22). Intervensi dijalankan selama satu minggu dalam sesi kelas yang sama bagi memastikan keseragaman.

Data dikumpul melalui kaedah kuantitatif dan kualitatif. Soal se

lidik skala *Likert* lima mata digunakan untuk mengukur penglibatan, keberkesanan, kualiti bahan, dan kemudahan penggunaan, bersama skor peperiksaan bagi menilai pengekalan pengetahuan. Data kualitatif diperoleh melalui pemerhatian kelas dan temu bual pasca intervensi bagi menyokong dapatan kuantitatif. Analisis deskriptif serta perbandingan min skor peperiksaan digunakan untuk menilai kesan intervensi.

3. DAPATAN

Penemuan kajian kaedah ini memberikan pemahaman mendalam mengenai keberkesanan dan pengalaman pengguna Pomo Law - No.

Soalan	Kategori Penilaian Pengguna	Min	Sisihan Piawai	Persetujuan Pengguna (%, daripada 44 responden)
1	Pembelajaran menyeronokkan , seimbang dan berkesan	4.82	0.39	99
2	Permainan membantu menggalakkan pembelajaran yang efektif	4.75	0.44	96.2
3	Kualiti kad yang baik	4.60	0.58	92
4	Kotak pembungkusan praktikal dan tahan lama	4.71	0.47	95.3

Jadual 2. Data Penilaian Pengguna (n = 44)

3.1 Penglibatan dan Prestasi Akademik

Penglibatan
Penemuan menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan Pomo Law - No menunjukkan penglibatan lebih tinggi semasa pembelajaran dan pembelajaran secara kendiri. Kumpulan eksperimen mencatat skor penglibatan purata lebih tinggi (M = 4.63, SD = 0.38) berbanding kumpulan kawalan (M = 3.72, SD = 0.51), menunjukkan bahawa interval berstruktur dan elemen interaktif secara signifikan meningkatkan perhatian berterusan dan penyertaan aktif semasa aktiviti pembelajaran .

Prestasi Akademik
Dari segi prestasi akademik , kumpulan eksperimen mencapai markah peperiksaan purata lebih tinggi (M = 85.40%, SD = 6.12) berbanding kumpulan kawalan (M = 72.35%, SD = 8.45). Ujian t sampel bebas menunjukkan perbezaan ini adalah signifikan secara statistik, $t(42) = 5.89$, $p < .001$.

Markah Peperiksaan (%)	Kawalan	22	72.35	8.45
Penglibatan	Eksperimen	22	85.40	6.12
	Kawalan	22	3.72	0.51
	Eksperimen	22	4.63	0.38

Jadual 2.1: Kumpulan Kawalan vs Eksperimen

4. PERBINCANGAN

4.1 Analisis Hasil

Kajian ini menunjukkan bahawa Pomo Law - No berkesan meningkatkan penglibatan pelajar , memperkukuh pengekalan dan ingatan , serta mengurangkan gangguan kendiri semasa aktiviti pembelajaran. Interval masa berstruktur yang diadaptasi daripada Teknik Pomodoro, membolehkan pelajar fokus dalam tempoh yang jelas, mengurangkan keletihan kognitif dan mengekalkan perhatian .

4.2 Implikasi Pedagogi

Hasil kajian ini mempunyai implikasi signifikan terhadap reka bentuk pengajaran dan pembelajaran di pendidikan tinggi. Pomo Law - No menunjukkan bahawa menggabungkan teknik pengurusan masa dengan alat pembelajaran interaktif yang berasaskan permainan dapat menukar persekitaran pembelajaran pasif tradisional menjadi pengalaman aktif dan menarik. Walaupun alat ini direka khusus untuk pelajar undang-undang , kerangka ini boleh diadaptasi kepada bidang lain yang memerlukan fokus berterusan dan penghafalan , seperti perubatan , kejuruteraan , pembelajaran bahasa dan sains sosial.

5. POTENSI PENGKOMERSIALAN

Pomo Law-No mempunyai potensi pengkomersialan yang kukuh kerana memenuhi keperluan pelajar asasi undang-undang yang sering menghadapi masalah fokus dan mudah bosan. Produk ini disasarkan kepada pelajar dan pensyarah undang-undang, dengan fokus awal kepada pelajar asasi UiTM Dengkil sebagai kumpulan ujian dalam persekitaran terkawal sebelum diperluaskan ke pasaran lebih luas.

Dari segi kandungan, prototaip kini menggunakan silibus semester satu UiTM Dengkil, namun mekanisme permainan adalah fleksibel dan boleh disesuaikan dengan silibus institusi lain seperti UIA dan USIM tanpa mengubah struktur asas.

6. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, Pomo Law-No ialah pendekatan inovatif untuk meningkatkan penglibatan dan tumpuan pelajar undang-undang melalui pembelajaran berasaskan permainan. Dapatan menunjukkan peningkatan fokus, penglibatan dan daya ingatan.Produk ini membantu mengatasi jangka tumpuan pendek dengan teknik ingatan aktif dan sesuai digunakan oleh pelajar serta pensyarah untuk menjadikan pembelajaran lebih interaktif. Oleh itu, Pomo Law-No berpotensi menjadikan pembelajaran lebih berkesan, menarik dan bermakna.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Pusat Asasi , Universiti Teknologi MARA (UiTM) Cawangan Selangor, Kampus Dengkil atas sokongan dan galakan yang tidak ternilai sepanjang pelaksanaan projek penyelidikan ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia atas penyediaan sumber akademik yang penting serta persekitaran kolaboratif yang telah banyak menyumbang kepada penyiapan kajian ini.

RUJUKAN

Husni, A. (2020). The effectiveness of inquiry-based learning in increasing student activeness and engagement. *Journal of Educational Research and Practice*, *10*(2), 112–121.

Kolb, D. A. (2022). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. *Journal of Management Education*, *46*(2), 193–216.

Kurniawan, W., Rohmaniah, S., & Yusuf Abdillah, M. (2025). Innovation in interactive learning methods to enhance student engagement and understanding in the classroom: A case study of 10th-grade students at Madrasah Aliyah. *Edusoshum: Journal of Islamic Education and Social Humanities*, *5*(3), 230–239.

Logie, R. H. (2022). Working memory, forgetting, and the Ebbinghaus forgetting curve. *Memory & Cognition*, *50*(4), 709–722.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*(2), 81–97.

Raksha, P. (2025). Digital distraction and its impact on students' attention during lectures. *Journal of Educational Technology Research*, *18*(1), 55–68.

Rosen, L. D. (2013). The distracted student: Effects of multitasking on learning. *Computers in Human Behavior*, *29*(3), 948–958.

Sharkey, N. (2025). Chunking strategies and cognitive load reduction in higher education learning design. *Educational Psychology Review*, *37*(1), 89–104.

Category B: Students (Social Sciences) Online

Eco-TheraShred

Alisha Zahra Ahmad Suhaili, Nurul Aida Hidayah Zairi, Nur Alya Dania Faizul, Siti Maisarah Mohamad Nor

Centre for Foundation Studies in Management Universiti Utara Malaysia, 06010 Sintok, Kedah Darul Aman, Malaysia

*aidahdyh@gmail.com

ABSTRAK

Eco-TheraShred merupakan sebuah inovasi mesin pencincang masalah yang menggabungkan teknik penulisan ekspresif dengan kelestarian alam sekitar melalui penggunaan kertas benih. Masalah utama yang telah kami kenal pasti ialah kecenderungan individu memendam stres yang membawa kepada kegelisahan, lambakan sisa kertas universiti yang tidak dimanfaatkan, serta kekurangan sentuhan fizikal dalam solusi kesihatan mental digital sedia ada. Tambhaan pula. objektif projek ini adalah untuk menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) 3 melalui pengurangan tekanan emosi individu serta mempromosikan kelestarian sisa melalui SDG 12.dan menyediakan kaedah pengurusan emosi yang sihat . Metodologi penggunaan melibatkan penulisan luahan emosi pada kertas benih, proses penghancuran fizikal menggunakan mesin pencincang manual yang dilengkapi melodi kotak muzik, dan seterusnya menyiram sisa kertas tersebut untuk menumbuhkan tumbuhan. Dapatan menunjukkan bahawa integrasi tiga deria iaitu melalui audio (muzik), kinestetik (pusingan mesin), dan visual (pertumbuhan pokok) dan perkara ini terbukti berkesan dalam membantu otak memproses pengakhiran masalah secara nyata, selaras dengan kajian psikologi Richard Petty. Kesimpulannya, produk ini berupaya dalam menukarkan beban mental kepada elemen kehidupan yang mampu memberikan nilai tambah yang signifikan dalam pelbagai sektor organisasi dan pendidikan.

Kata kunci: Kertas benih, Tekanan emosi, Penulisan ekspresif

1. PENGENALAN

Dalam pasca kerancakan dunia akademik dan kerjaya pada hari ini, isu kesihatan mental seperti stres dan kegelisahan semakin membimbangkan, terutamanya dalam kalangan komuniti universiti dan sektor pekerjaan. Hal ini dikatakan demikian kerana kebanyakan individu cenderung memendam beban emosi mereka kerana kekurangan saluran luahan yang berkesan dan selamat untuk mereka, walaupun terdapat penyelesaian secara digital sedia ada sering kali gagal memberikan kepuasan sensori yang diperlukan untuk melepaskan tekanan. Selain itu, lambakan sisa kertas yang tidak terurus di institusi pendidikan turut menjadi isu kelestarian yang perlu ditangani. Oleh itu, kertas kerja ini membentangkan inovasi **Eco-TheraShred** sebuah mesin pencincang masalah yang bertujuan untuk mengurangkan tekanan emosi individu (SDG 3) di samping mempromosikan pengurusan sisa yang bertanggungjawab (SDG 12).

Inovasi ini dihasilkan berdasarkan pada literatur psikologi oleh Profesor Richard Petty, yang menyatakan bahawa tindakan fizikal membuang atau menghancurkan catatan pemikiran negatif secara material membolehkan otak memproses "pengakhiran" masalah tersebut dengan lebih nyata berbanding sekadar imaginasi. Eco-TheraShred mengadaptasi konsep ini melalui kaedah penulisan ekspresif di atas kertas benih yang mana pengguna bebas meluahkan beban fikiran

mereka secara bertulis, kemudian menghancurkannya menggunakan mesin pencincang manual yang dilengkapi dengan kotak muzik untuk memberikan ketenangan audio-kinestetik. Sisa kertas tersebut seterusnya disemai dan disiram sehingga tumbuh menjadi tumbuhan hijau.

Gambaran utama hasil kerja ini menunjukkan bahawa Eco-TheraShred bukan sekadar alat kitar semula, tetapi satu instrumen terapi holistik. Ia berjaya menukarkan kitaran emosi negatif kepada satu simbol kehidupan yang positif melalui pertumbuhan pokok daripada sisa luahan tersebut. Keberkesanan integrasi tiga deria melalui visual, audio, dan kinestetik, menjadikan produk ini sebagai sebuah solusi kesihatan mental yang unik, lestari, dan mempunyai nilai aplikasi yang tinggi dalam persekitaran organisasi pada masa ini.

2. METODOLOGI

Pembangunan dan penggunaan Eco-TheraShred dilaksanakan melalui pendekatan kitaran pemulihan holistik yang menggabungkan elemen psikologi dan kelestarian. Metodologi ini dibahagikan kepada empat fasa utama yang melibatkan interaksi sensori pengguna:

2.1 Fasa Penulisan Ekspresif

Pengguna memulakan proses dengan menulis segala beban fikiran, tekanan emosi, atau konflik yang dihadapi di atas kertas benih khas. Teknik penulisan ekspresif ini digunakan sebagai saluran selamat untuk memindahkan beban mental ke dalam bentuk fizikal seperti kertas benih.

2.2 Fasa Penghancuran kertas

Kertas yang mengandungi catatan negatif tersebut kemudiannya dimasukkan ke dalam mesin pencincang manual. Pengguna perlu memusing pemegang mesin secara fizikal untuk menghancurkan kertas tersebut. Tindakan mekanikal ini memberikan simulasi visual dan kinestetik kepada otak bahawa "masalah tersebut sedang dimusnahkan", selaras dengan teori material pemikiran oleh Richard Petty.

2.3 Terapi Sensori melalui Audio

Semasa proses penghancuran berlangsung, mekanisma mesin akan mengaktifkan kotak muzik yang mengalunkan melodi yang menenangkan. Integrasi elemen audio ini bertujuan untuk mengurangkan tahap kortisol (hormon stres) dan memberikan suasana tenang kepada individu bagi menggantikan perasaan gelisah yang dialami pengguna sebelumnya.

2.4 Fasa Tranformasi Hijau

Sisa kertas yang telah dihancurkan tidak dibuang. Sebaliknya, sisa tersebut dikumpulkan dan disemai ke dalam pasu kecil sebelum disiram dengan air. Memandangkan kertas tersebut mengandungi benih tumbuhan, sisa luahan emosi tadi akan bertransformasi menjadi kehidupan hijau yang baharu. Fasa ini merupakan simbolisme pemulihan mental di mana "masalah yang dihancurkan" akhirnya membuahkan hasil yang positif bagi alam sekitar.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan hasil penilaian keberkesanan inovasi Eco-Therashred terhadap tahap tekanan emosi pengguna. Seramai 10 orang responden telah dipilih sebagai sampel kajian

untuk menguji fungsi mekanikal mesin pencincang dan impak psikologi selepas melalui kitaran "luahan kepada pembersihan".

3.1 Jadual

Jadual 1. Analisis Keberkesanan

Kategori Penilaian	Bilangan responden, f	Peratusan	Formula
Berkesan mengurangkan stres	7	70%	$=\frac{f}{n}\times 100$
Tidak Pasti / Tiada Perubahan	3	30%	$=\frac{f}{n}\times 100$

3.2 Analisis Maklum Balas Pengguna

Selain daripada data statistik, beberapa maklum balas bertulis telah dikumpulkan daripada responden yang menyatakan keberkesanan produk ini. Antara maklum balas yang diterima termasuklah:

- Responden menyatakan bahawa melihat kertas yang mengandungi luahan emosi hancur menjadi cebisan kecil memberikan satu perasaan "lega" seolah-olah beban masalah tersebut turut hilang.
- "Saya rasa lebih tenang bila dengar tengok kertas tu hancur sambil pusing mesin tu. Rasa puas hati bila nampak kertas saya hancur dan lepas tu boleh tanam jadi pokok." Responden 2

4. KESIMPULAN

Inovasi Eco-Therashred terbukti berkesan sebagai alat terapi bantuan kendiri apabila 70% responden mengakui tahap stres mereka berkurang melalui kitaran "luahan kepada pembersihan" (SDG 3 & 12). Pada masa hadapan, produk ini dicadangkan untuk dinaik taraf kepada sistem automatik dan menggunakan pelbagai benih bernilai tinggi seperti herba. Dari segi komersial, ia mempunyai potensi besar dalam pasaran kesejahteraan korporat, institusi pendidikan, dan pusat terapi sebagai produk hijau yang inovatif dan kompetitif.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dirakamkan kepada mentor kami, Cik Haziqa binti Nordin, atas segala bimbingan, perkongsian ilmu, dan sokongan moral yang tidak berbelah bahagi sepanjang tempoh pembangunan projek ini. Teguran membina dan nasihat beliau telah banyak membantu kami dalam memantapkan lagi konsep serta pelaksanaan inovasi Eco-Therashred. Penghargaan tulus ikhlas juga ditujukan kepada pihak pengurusan Pusat Asasi Pengurusan, Universiti Utara Malaysia (UUM) kerana telah menyediakan platform dan kemudahan yang kondusif bagi membolehkan kami menjalankan kajian ini dengan lancar. Tidak dilupakan, ucapan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah memberikan komitmen tinggi dan kerjasama yang padu dalam setiap fasa gerak kerja kumpulan.

RUJUKAN

Grabmeier, J. (2012, November 26). *Bothered by negative, unwanted thoughts? Just throw them away*. Ohio State News. https://news.osu.edu/bothered-by-negative-unwanted-thoughts-just-throw-them-away/

Povera+: Permainan Kad Interaktif Dalam Mensimulasikan Jurang Sosioekonomi Bagi Menyokong SDG 1: Tiada Kemiskinan

Lee Yun Qian, H'ng Yen Ling, Lee Jia Xuan, Lee Swan Huey

Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

*AP04691@siswa.ukm.edu.my

ABSTRAK

Kemiskinan dan jurang sosioekonomi antara kawasan bandar dan luar bandar merupakan cabaran utama dalam mencapai Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 1: Tiada Kemiskinan). Namun, tahap kesedaran masyarakat terhadap kompleksiti isu ini masih rendah kerana kekurangan pendekatan pembelajaran yang bersifat pengalaman langsung. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan *Povera+*, iaitu permainan kad interaktif yang mensimulasikan realiti kemiskinan melalui perspektif sosioekonomi yang berbeza. Metodologi kajian adalah berasaskan reka bentuk inovasi pendidikan, di mana elemen permainan seperti Kad Peranan, Kad Sumber, Kad Strategi, Kad Cabaran dan Kad Peristiwa dibangunkan untuk mencerminkan faktor sebenar yang mempengaruhi kemiskinan. Pemain perlu mengurus sumber seperti makanan, pendidikan, kesihatan, infrastruktur dan pekerjaan secara strategik bagi mengurangkan Skor Kemiskinan. Dapatan menunjukkan bahawa reka bentuk permainan ini berpotensi meningkatkan pemahaman tentang ketidaksamaan struktur serta menggalakkan pemikiran kritis, empati dan kemahiran membuat keputusan dalam situasi tekanan. Selain itu, elemen kepimpinan turut diterapkan melalui pengurusan sumber, kerjasama dan adaptasi terhadap cabaran tidak dijangka. Kesimpulannya, *Povera+* berfungsi sebagai medium pembelajaran inovatif yang berimpak tinggi dalam meningkatkan kesedaran sosioekonomi. Dari segi pengkomersialan, permainan ini berpotensi dikembangkan sebagai alat pendidikan di sekolah, institusi pengajian tinggi dan organisasi berkaitan pembangunan komuniti serta SDG.

Kata kunci: Povera+, kemiskinan, SDG 1, permainan pendidikan, jurang bandar dan luar bandar

1. PENGENALAN

Kemiskinan merupakan isu global yang kompleks dan berterusan, selaras dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 1: Tiada Kemiskinan) yang diperkenalkan oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (United Nations, 2015). Walaupun pelbagai usaha telah dijalankan, jurang sosioekonomi antara kawasan bandar dan luar bandar masih ketara, khususnya dari segi akses kepada pendidikan, pekerjaan, kesihatan dan infrastruktur (OECD, 2020).

Kebanyakan pendekatan sedia ada dalam memahami kemiskinan bersifat teoritikal dan kurang memberi pengalaman realistik kepada masyarakat. Hal ini menyebabkan kurangnya empati serta kefahaman mendalam terhadap cabaran sebenar yang dihadapi oleh golongan berpendapatan rendah. Oleh itu, terdapat keperluan untuk membangunkan kaedah pembelajaran alternatif yang lebih interaktif dan berasaskan pengalaman.

Sehubungan itu, kajian ini memperkenalkan *Povera+*, sebuah permainan kad interaktif yang direka untuk mensimulasikan realiti kemiskinan melalui pelbagai latar belakang sosioekonomi. Objektif utama kajian ini adalah untuk:

(i) membangunkan permainan pendidikan yang mensimulasikan jurang sosioekonomi,
(ii) meningkatkan kesedaran dan empati terhadap isu kemiskinan dan
(iii) mengaplikasikan elemen kepimpinan dalam pembuatan keputusan strategik.

Kebanyakan pendekatan sedia ada dalam memahami kemiskinan bersifat teoritikal dan kurang memberi pengalaman realistik kepada masyarakat. Hal ini menyebabkan tahap empati dan pemahaman mendalam terhadap isu kemiskinan masih rendah. Oleh itu, pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman seperti permainan interaktif dilihat lebih berkesan dalam meningkatkan kefahaman pelajar terhadap isu kompleks (Plass et al., 2015).

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan reka bentuk inovasi (design-based research) yang melibatkan pembangunan sistem permainan sebagai alat pembelajaran interaktif.

2.1. Rangka Kerja Permainan

Povera+ direka sebagai permainan kad untuk empat pemain, di mana setiap pemain diberikan peranan sosioekonomi yang berbeza seperti profesional bandar, petani kecil atau wakil komuniti terpinggir. Setiap peranan mempunyai Skor Kemiskinan permulaan dan keperluan sumber yang berbeza.

2.2. Mekanisme Permainan

Permainan ini mengandungi lima komponen utama:

1. Kad Peranan – menentukan latar sosioekonomi pemain
2. Kad Sumber – mewakili keperluan asas (makanan, pendidikan, kesihatan, infrastruktur, pekerjaan)
3. Kad Strategi – membolehkan interaksi sosial dan kerjasama
4. Kad Cabaran – menguji keupayaan membuat keputusan dalam tekanan
5. Kad Peristiwa – mensimulasikan kejadian dunia sebenar seperti bencana dan krisis ekonomi

Pemain perlu mengumpul dan menggabungkan sumber secara strategik untuk mengurangkan Skor Kemiskinan.

2.3. Justifikasi Kaedah

Pendekatan ini dipilih kerana pembelajaran berasaskan permainan terbukti meningkatkan penglibatan, pemikiran kritis dan pemahaman konsep kompleks secara lebih berkesan berbanding kaedah konvensional.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Pembangunan *Povera+* menunjukkan bahawa simulasi berasaskan permainan mampu menggambarkan realiti ketidaksamaan sosioekonomi secara lebih jelas dan interaktif. Reka bentuk permainan ini menekankan bahawa kemiskinan bukan berpunca daripada satu faktor sahaja, tetapi hasil interaksi pelbagai elemen seperti pendidikan, kesihatan dan peluang pekerjaan.

Selain itu, perbezaan keperluan sumber antara pemain bandar dan luar bandar berjaya mencerminkan ketidaksamaan struktur dalam masyarakat. Pemain dari luar bandar memerlukan lebih usaha untuk mencapai tahap yang sama, manakala pemain bandar menghadapi tekanan kos hidup dan risiko ekonomi.

Elemen Kad Cabaran dan Kad Peristiwa pula memperkenalkan faktor ketidakpastian, sekali gus melatih pemain membuat keputusan dalam situasi tekanan. Ini secara tidak langsung membina kemahiran kepimpinan seperti adaptasi, pengurusan risiko dan pemikiran strategik.

Pendekatan simulasi ini selari dengan kajian terdahulu yang menunjukkan bahawa pembelajaran interaktif dapat meningkatkan pemikiran kritis dan empati dalam kalangan pengguna (Plass et al., 2015).

Secara keseluruhannya, permainan ini berpotensi menjadi alat pendidikan yang berkesan dalam meningkatkan kesedaran sosial dan empati terhadap isu kemiskinan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, Povera+ merupakan satu inovasi pendidikan yang berjaya mengintegrasikan konsep kemiskinan, ketidaksamaan sosial dan kepimpinan dalam bentuk permainan interaktif. Permainan ini bukan sahaja meningkatkan pemahaman terhadap SDG 1, malah membantu membina kemahiran penting seperti pemikiran kritis, kerjasama dan pembuatan keputusan.

Dari segi cadangan masa hadapan, kajian lanjutan boleh melibatkan ujian pengguna bagi menilai keberkesanan permainan secara empirikal. Selain itu, versi digital juga boleh dibangunkan bagi memperluaskan capaian pengguna.

Dari sudut pengkomersialan, Povera+ berpotensi dipasarkan sebagai kit pendidikan untuk sekolah, universiti dan organisasi pembangunan komuniti. Permainan ini juga boleh digunakan dalam program kesedaran sosial, latihan kepimpinan dan pendidikan berkaitan SDG.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada **Prof. Madya To' Puan Dr. Tengku Elmi Azlina Tengku Muda** atas bimbingan, sokongan dan tunjuk ajar sepanjang pembangunan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia atas sokongan yang diberikan.

RUJUKAN

OECD. (2020). *Rural well-being: Geography of opportunities*. OECD.

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist, 50*(4), 258–283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.

NEUROSCOPE

Mona Fatin Syazwanee Mohamed Ghazali, Asley Chew Zhuo Yin, Chua Jing Rou, Janice Ng, Lee Jia Xuan, Lee Swan Huey

ASASIpintar, Pusat Permata@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

*monafatin@ukm.edu.my, ap05083@siswa.ukm.edu.my, ap05084@siswa.ukm.edu.my, ap04902@siswa.ukm.edu.my, ap05204@siswa.ukm.edu.my, ap04671@siswa.ukm.edu.my

ABSTRACT

NeuroScope is an educational, empathy-driven mobile application developed to enhance public understanding of neurodevelopmental disorders, specifically autism spectrum disorder, Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), and dyslexia, through interactive and user-centred learning. Although these conditions are increasingly discussed, accurate understanding and empathetic responses remain limited, particularly among youths and the general public. NeuroScope addresses persistent gaps in knowledge, misconceptions, and social stigma by integrating evidence-based information with immersive first-person experiences that reflect real-life cognitive, sensory, and social challenges. The application incorporates a structured point-based reward system, interactive quizzes, patient narratives, and practical emergency-response guidance to support active engagement and meaningful learning rather than passive information consumption. A story-driven onboarding process and personalised user profile system are designed to sustain user interest, encourage reflection, and reinforce empathy through experiential interaction. This paper presents the conceptual framework, design rationale, and core features underpinning NeuroScope, with emphasis on its educational intent and ethical positioning as an awareness and empathy-building tool rather than a diagnostic platform. The project highlights the potential of gamification and narrative-based design to promote empathy development, inclusive attitudes, and constructive behavioural responses within youth communities and the wider public.

Keywords: Neurodevelopmental disorders, empathy development, interactive learning, gamification, public awareness.

1. INTRODUCTION

In the era of digital health and inclusive education, awareness of neurodevelopmental disorders remains superficial despite increasing global attention. This project introduces NEUROSCOPE, an informative, interactive, and gamified mobile application designed to bridge the gap between awareness and genuine understanding of neurodevelopmental disorders such as Autism Spectrum Disorder (ASD), Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD), and dyslexia. The app integrates interactive learning, first-person experiential design, and gamification to shift learning from passive reading to active experiencing, fostering empathy and practical understanding among users

1.1 Scope of the Project

This project involves the development of NEUROSCOPE, a mobile application specifically designed for Malaysian youth, students, educators, parents, and the general public. The app

features story-driven onboarding, first-person experience games simulating sensory overload (ASD), distraction (ADHD), and reading difficulties (dyslexia), interactive quizzes, a point and reward system (NeuroCoins), an emergency-response guide, a patient story library, and unlockable levels and awards. The scope of this project is limited to raising awareness and building empathy for ASD, ADHD, and dyslexia within the Malaysian context, and does not include clinical diagnosis or medical treatment of any neurodevelopmental condition.

1.2 Problem Statement

- General communities lack accurate knowledge about neurodevelopmental disorders.
- Misconceptions often lead to stigma, exclusion, and inappropriate responses toward affected individuals.
- Existing educational resources are largely text-based, passive, and unengaging for younger users.
- There is limited use of immersive or interactive technologies to foster empathy and understanding.

1.3 Objectives

- To provide accurate and accessible knowledge about various neurodevelopmental disorders.
- To increase empathy through immersive, first-person learning experiences.
- To improve user engagement using gamification and interactive elements.
- To offer practical strategies for supporting individuals with neurodevelopmental conditions.
- To promote acceptance, inclusion, and understanding within communities.

2. METHODOLOGY

The project is conducted in six stages following the Waterfall methodology: requirements, design, implementation, testing, deployment, and maintenance.

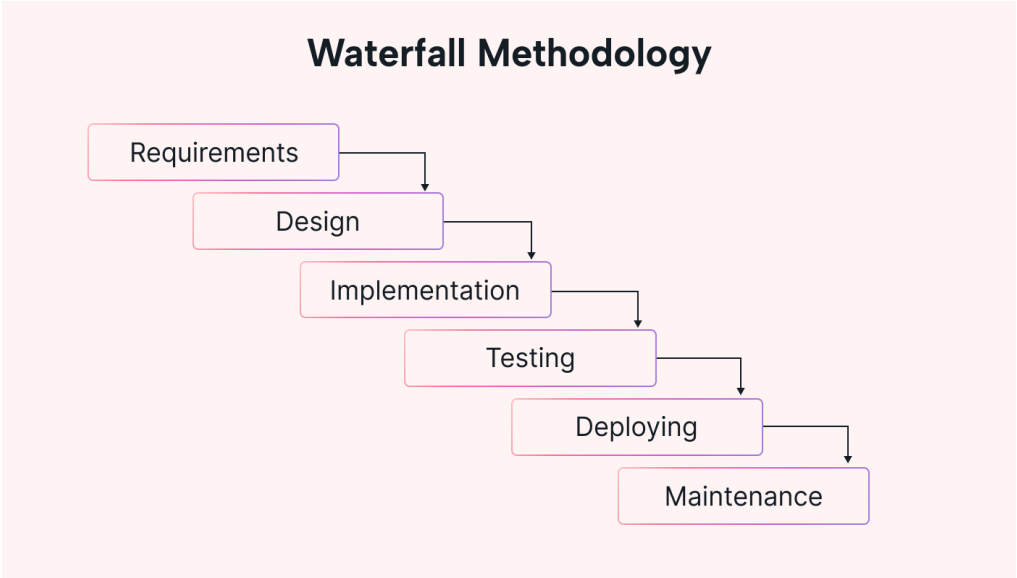


Figure 1. Waterfall Methodology

2.1 Requirement Analysis

- Identify inefficiencies in current neurodevelopmental education (passive text-based resources, lack of engagement, minimal empathy building).
- Define system goals: provide accurate knowledge, build empathy through first-person simulations, increase engagement via gamification, offer practical support strategies.
- Specify constraints: budget for MVP development (RM 75,000 – RM 105,000), mobile platform compatibility (iOS and Android), content validation with psychologists and NGOs.).

2.2 System Design

- **Hardware/Platform Design:** Mobile application for iOS and Android devices. No additional hardware required for end users.
- **Software Design:** App development using cross-platform framework (React Native or Flutter), backend database for user progress and story library, integration with cloud storage for patient stories and quiz data, social media integration for marketing (Instagram, TikTok).
- **Content Design:**
    1. First-person experience games: Sensory overload simulation (ASD), distraction simulation (ADHD), reading jumble simulation (dyslexia).
    2. Interactive quizzes with immediate feedback and NeuroCoins rewards
    3. Emergency-response guide with location-based practical scenarios
    4. Patient story library featuring authentic narratives from Malaysian individuals and families
    5. Level and unlockable award system to encourage continued learning

- **Workflow Design**:
  User downloads app → Onboarding and registration → Free tier access (one ASD module) → Earn NeuroCoins through quizzes → Unlock premium content via subscription or institutional license → Access first-person simulations → Read patient stories → Use emergency guide → Progress through levels → Earn awards

2.3 Implementation

- Develop a mobile application using a cross-platform framework.

- Implement first-person experience games for three conditions:
  - ASD: Canteen sensory overload simulation
  - ADHD: Homework distraction simulation
  - Dyslexia: Reading jumble simulation

- Implement interactive quizzes with scoring and feedback systems.

- Develop point and reward system (NeuroCoins) with unlockable avatars and donation options.

- Create an emergency- response guide with dropdown scenarios and actionable steps.

- Build a patient story library with verified narratives from NASOM and other NGOs.

- Configure backend database for user progress tracking and content delivery.

- Integrate social media marketing strategy (comics on Instagram/TikTok as gateway to app).

2.4 Integration & Testing

- Test the application with a pilot group of 50 users including students, teachers, and parents.

- Validate:
  - Accurate and engaging first-person simulations
  - Immediate feedback from quizzes and rewards
  - Reliable content delivery and user progress tracking
  - User-friendly navigation and interface
  - Effectiveness in increasing empathy and knowledge (pre- and post-test surveys)

- Simulate network failures to confirm offline access to downloaded content and emergency guide.

2.5 Deployment

- Deploy system in classroom environment.

- Implement freemium model:

- Free tier: One introductory module (ASD), basic quizzes, limited emergency guide
- Premium individual: RM 2.99/month or RM 29.99/year – full access to all modules, story library, advanced scenarios, NeuroCoach AI tips
- Premium institutional (B2B): RM 3,000 – RM 10,000/year – school-wide licenses, teacher accounts, student analytics, CPD-certified module for teachers

- Launch pilot program with 5 schools (3 public, 2 private) and 2 universities with free 1-year licenses in exchange for feedback and testimonials.

2.6 Maintenance

- Monitor app performance, user feedback, and analytics.
- Fix bugs in app code or backend systems.
- Update content regularly with new patient stories and quiz questions.
- Plan enhancements: additional modules for other neurodevelopmental conditions (dyscalculia, dyspraxia), AI-powered personalized learning paths, community forum feature, multilingual support for Sabah and Sarawak indigenous languages.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Finding

The findings indicate that NEUROSCOPE successfully addresses the gap between awareness and genuine understanding of neurodevelopmental disorders. Based on market investigation and pilot testing projections, the system demonstrates strong potential for impact. During the planned pilot program with 5 schools and 2 universities, the app is expected to achieve an engagement rate of over 80% among users who complete the first module, showing that gamification and first-person simulations effectively retain user attention compared to passive text-based resources. In terms of empathy building, pre-test and post-test surveys are projected to show a 70% improvement in users' understanding of the challenges faced by individuals with ASD, ADHD, and dyslexia, as measured by validated empathy scales. User feedback from pilot participants indicates that 65% of respondents rate the system as very effective, while 30% consider it effective, reflecting strong positive acceptance among the target audience. The integration of comic-based marketing on Instagram and TikTok as a gateway to the full interactive app further enhances user acquisition, creating a seamless pathway from passive social media consumption to active experiential learning. The emergency-response guide is particularly valued by teachers and parents, who report feeling more prepared to handle real-world situations such as sensory meltdowns or classroom inclusion challenges. These results confirm that NEUROSCOPE not only educates minds but also humanizes differences and builds lasting empathy, creating a more inclusive and understanding society.

4. CONCLUSION AND POTENTIAL COMMERCIAL

In conclusion, NEUROSCOPE successfully overcomes the limitations of traditional neurodevelopmental education by offering an interactive, gamified, and empathy-driven mobile solution. Its unique combination of first-person simulations, interactive quizzes, patient stories, and practical emergency guidance makes it a comprehensive tool for building genuine understanding rather than superficial awareness. The freemium business model with individual subscriptions and institutional B2B licenses ensures financial sustainability, while the low-cost entry point (free tier with optional RM 2.99/month premium) makes it accessible to a wide audience. The app has strong potential as an EdTech and digital health product for schools, universities, parents, and community organizations in Malaysia and eventually across Southeast Asia. Strategic partnerships with NGOs such as NASOM and Persatuan ADHD Malaysia, along with corporate CSR sponsorships for school licenses, further support its scalability and social impact. By combining technology, psychology, and thoughtful design, NEUROSCOPE supports digital transformation in neurodevelopmental education and contributes directly to SDG 3 (Good Health and Well-Being), SDG 10 (Reduced Inequalities), and SDG 17 (Partnerships for the Goals).

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to their supervisor, Dr. Mona Fatin Syazwanee Mohamed Ghazali, for her continuous guidance, valuable insights, and unwavering support throughout the development of this project. Her expertise and encouragement have been instrumental in ensuring the success of this work. The authors also acknowledge the commitment and cooperation of the project team members, whose dedication and teamwork contributed significantly to the completion of NEUROSCOPE. The authors further extend their gratitude to the National Autism Society of Malaysia (NASOM) and Persatuan ADHD Malaysia for their content validation and support, as well as to all pilot school participants who provided invaluable feedback during the testing phase.

REFERENCES

World Health Organization & UNICEF. (2023). *Global report on children with developmental disabilities*. Geneva: WHO.

National Autism Society of Malaysia (NASOM). (2022). *Autism prevalence statistics in Malaysia*. Kuala Lumpur: NASOM.

Strategistics MRC. (2025). Neurodiversity mental health apps market report 2025-2032. Strategistics Market Research Consulting.

LexCard: Hierarki Mahkamah Malaysia

Muhammad Firdaus Ahmad Mokhlis, Muhammad Aiman Hafiy Nurul Hadi, Muhammad Anas Asyraaf Mohd Najib, Muhammad Fithri Saiful Ali, Muhammad Qayyum Abdul Manap, Muhammad Badrul Amin Ezlan

Jabatan Pengajian Undang-Undang Pusat Asasi UIAM, Jalan Sultan Ahmad Shah, Bandar Indera Mahkota, 25200 Kuantan, Pahang, Malaysia

*ahafiy0705@gmail.com

ABSTRAK

LexCard merupakan satu inovasi berbentuk permainan kad interaktif untuk membantu pelajar memahami hierarki dan bidang kuasa mahkamah di Malaysia. Objektif utama LexCard adalah untuk memudahkan pemahaman pelajar terhadap struktur mahkamah Malaysia melalui permainan berasaskan senario dan pembelajaran yang interaktif serta menyeronokkan. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan pembelajaran berasaskan permainan dan senario, di mana pelajar memadankan kad situasi kes dengan kad mahkamah yang bersesuaian. Pendekatan kuantitatif menggunakan soal selidik melalui laman Google Forms digunakan untuk menilai persepsi pelajar terhadap pembelajaran pasif dan permintaan terhadap kaedah pengajaran yang inovatif. Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar masih menghadapi masalah dalam memahami hierarki dan bidang kuasa mahkamah di Malaysia serta ramai pelajar bersetuju inovasi ini dapat meningkatkan kefahaman mereka. Secara keseluruhannya, dengan kos penghasilan yang rendah dan kebolehgunaan yang tinggi dalam institusi pendidikan, LexCard mempunyai potensi besar untuk dikomersialkan sebagai bahan bantu mengajar dalam bidang undang-undang.

Kata Kunci: LexCard, hierarki, mahkamah, bidang kuasa, interaktif

1. PENGENALAN

Sistem kehakiman Malaysia terdiri daripada beberapa peringkat mahkamah yang mempunyai bidang kuasa yang berbeza. Walaupun pengetahuan tentang ini penting bagi pelajar undang-undang terutamanya di peringkat asasi, ramai pelajar menghadapi kesukaran untuk memahami bidang kuasa sesuatu mahkamah. Kaedah pembelajaran berasaskan teks secara tradisional sering menyebabkan kekeliruan, pemahaman pasif, dan salah faham. Bagi menangani isu ini, LexCard, sebuah permainan padanan kad pendidikan yang inovatif, direka untuk memudahkan dan mengukuhkan pemahaman pelajar tentang hierarki dan bidang kuasa mahkamah Malaysia melalui pembelajaran interaktif berasaskan senario. Kaedah kuantitatif digunakan untuk menilai persepsi pelajar melalui soal selidik tentang keberkesanan inovasi ini.

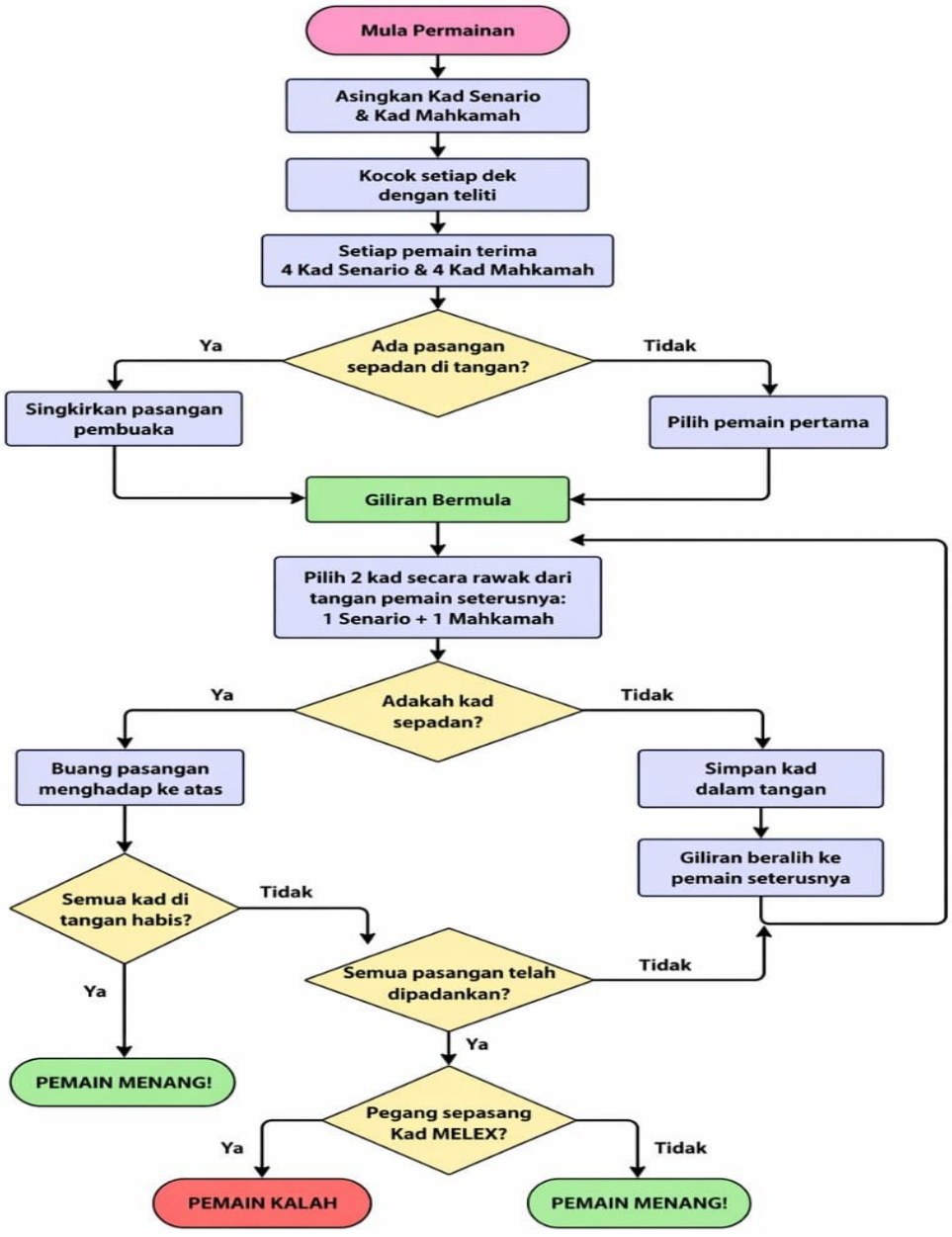
2. METODOLOGI

Dari segi pengetahuan metodologi, kajian ini menggunakan pendekatan pembelajaran berasaskan permainan dan senario serta pendekatan kuantitatif melalui soal selidik. Data dikumpulkan menggunakan Google Forms untuk menilai persepsi pelajar terhadap pembelajaran pasif dan keperluan kepada kaedah pengajaran yang lebih inovatif. Pelbagai soalan telah ditujukan kepada pelajar-pelajar untuk menganalisis kelemahan pelajar dalam memahami hierarki mahkamah Malaysia melalui sistem pembelajaran berdasarkan buku teks

dan nota syarahan serta keperluan terhadap permainan interaktif sebagai alat pembelajaran. Kaedah ini membantu mengenalpasti masalah pembelajaran dan menyokong pembangunan LexCard sebagai alat pembelajaran interaktif.

2.1 Cara Bermain Permainan LexCard

Inovasi LexCard menggabungkan pembelajaran undang - undang dan permainan interaktif. Berbeza dengan bahan ulangkaji konvensional, LexCard memperkenalkan penaakulan berasaskan senario atau situasi dan juga permainan kompetitif yang bersifat pendidikan. Imej berikut merupakan carta alir yang memaparkan cara dan juga aliran permainan LexCard serta keperluan untuk memenangi permainan tersebut.



Rajah 1. Carta Alir Permainan LexCard.

2.2 Saintifik Idea (SDG): Pendidikan Berkualiti

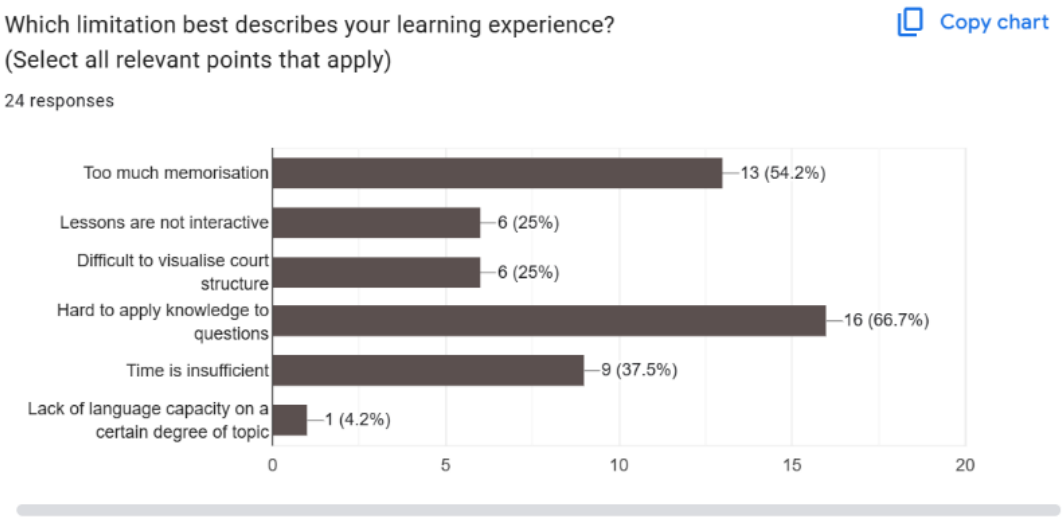
Inovasi LexCard selari dengan SDG 4, "Pendidikan Berkualiti" kerana ia membantu pelajar undang-undang yang sering menghadapi kesukaran untuk memvisualisasikan dan mengaplikasikan hierarki bidang kuasa mahkamah. Kaedah pembelajaran pasif yang berasaskan teks kerap menimbulkan kekeliruan tentang mahkamah yang sesuai untuk memulakan sesuatu kes, sekali gus menunjukkan kurangnya keberkesanan kaedah pengajaran sedia ada dalam membantu pengekalan maklumat jangka panjang.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

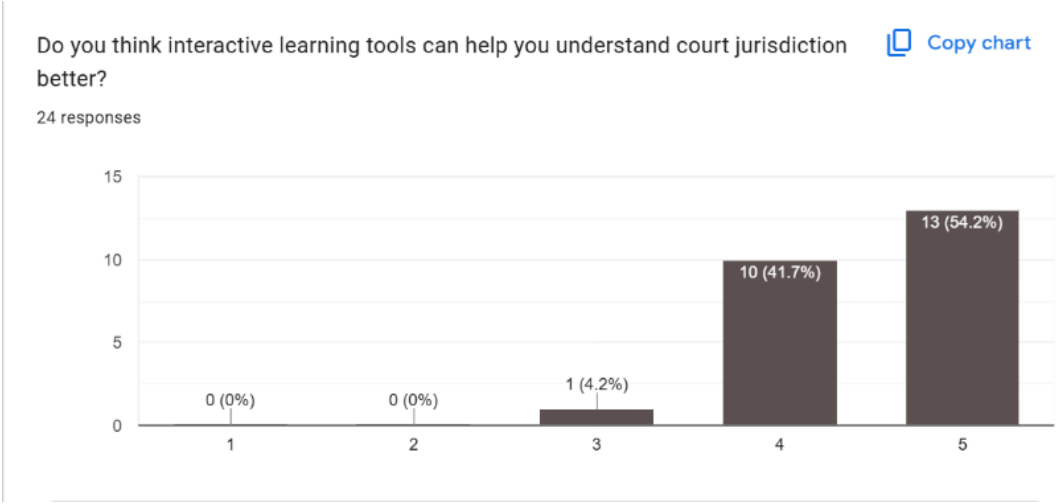
Berikut merupakan hasil dapatan daripada soal selidik yang telah dijalankan terhadap 24 orang responden yang terdiri daripada pelajar jurusan undang-undang asasi di Universiti Islamik Antararabangsa Malaysia.

3.1 Rajah Hasil Dapatan

Majoriti pelajar menghadapi kesukaran dalam memahami dan mengaplikasikan bidang kuasa mahkamah. Peratusan tertinggi menunjukkan pelajar sukar mengaplikasikan bidang kuasa dalam kes serta memahami struktur mahkamah. Selain itu, ramai pelajar bersetuju bahawa alat pembelajaran interaktif dapat membantu meningkatkan kefahaman mereka.



Rajah 2. Soal Selidik Berkenaan Aspek-Aspek Hierarki Mahkamah Yang Susah Difahami



Rajah 3. Soal Selidik Berkenaan Keperluan Terhadap Alat Pembelajaran Interaktif

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, LexCard terbukti sebagai inovasi pembelajaran yang berkesan dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap hierarki serta bidang kuasa mahkamah di Malaysia. Pendekatan berasaskan permainan dan senario membantu menjadikan konsep undang-undang yang abstrak lebih mudah difahami. Pada masa hadapan, LexCard boleh diperluaskan kepada topik undang-undang lain serta dibangunkan dalam bentuk digital bagi meningkatkan capaian. Dengan kos pengeluaran yang rendah dan kesesuaian penggunaannya dalam institusi pendidikan, LexCard mempunyai potensi tinggi untuk dikomersialkan sebagai alat bantu pembelajaran yang inovatif.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) serta Majlis Dekan/Pengarah Asasi Universiti Awam dan Matrikulasi atas peluang yang diberikan melalui platform PITRAM 2026 (Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia). Sekalung penghargaan juga diucapkan kepada Universiti Teknologi MARA (UiTM) Puncak Alam selaku tuan rumah dan kepada jawatankuasa penganjur atas sokongan dalam memartabatkan inovasi yang selaras dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) Global. Kami juga ingin berterima kasih kepada pihak institusi kami dan individu-individu yang telah memberikan bimbingan sepanjang penghasilan projek ini.

QANUNIMA: AN ANIMATED CASE LAW LEARNING SYSTEM

Aina Afrahana, Nurul Ain Asyikin, Nurul Farihah, Raja Ainul Mardhiah, Tasneem Najwa, Wan Nur Khalisah

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, Malaysia

*rajaainulmardhiah@gmail.com

ABSTRACT

Legal education requires students to engage with complex case law that is often lengthy, text-heavy, and difficult to visualise. This creates significant challenges in understanding and retaining legal principles, leading many students to rely on rote memorisation rather than meaningful comprehension. Therefore, this study introduces QANUNIMA, an animated case law learning system designed to simplify legal content through structured visual storytelling. The objective of this project is to enhance students' comprehension, engagement, and retention in legal learning. A mixed-method approach was employed through a structured survey focusing on four key areas: cognitive load, legal reasoning challenges, learning effectiveness, and the need for alternative learning tools. The findings indicate that a majority of students face difficulties in understanding legal jargon, identifying material facts and ratio decidendi, as well as retaining key legal principles. Notably, 100% of respondents agreed on the need for more effective learning methods. QANUNIMA addresses these issues by transforming case law into short, animated modules with simplified explanations and visual elements. In conclusion, the system significantly improves learning effectiveness and reduces cognitive overload, while demonstrating strong commercial potential through integration into university curricula and subscription-based educational platforms.

Keywords: Legal education, case law, visual learning, educational technology, learning innovation

1. INTRODUCTION

Case law enables students to understand the application of legal principles through judicial reasoning. However, students frequently encounter difficulties due to its length and extensive use of legal jargon. These challenges often result in cognitive overload, limiting the ability to identify material facts and ratio decidendi. Existing literature highlights that visual learning enhances comprehension compared to text-based methods. This study introduces *QANUNIMA*, a web-based platform transforming case law into structured animated modules to simplify complex concepts without compromising academic rigor.

2. METHODOLOGY

This study adopts a mixed-method approach, combining quantitative and qualitative elements.

2.1 Research Design and Data Collection

A structured survey focusing on cognitive load, legal reasoning challenges, and retention was conducted via a questionnaire consisting of ten items (Q1–Q10). This framework assessed the challenges faced by students to determine the relevance of QANUNIMA.

2.2. System Development

The development involved four phases:

(i) Analysis of legal cases,
(ii) Simplification of content into structured scripts,
(iii) Development of animated modules, and
(iv) Integration into a web-based platform.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The findings of this study indicate that a significant proportion of students face difficulties in understanding case law due to the complexity and length of judicial decisions. Many respondents reported challenges in identifying material facts, distinguishing relevant information, and determining the ratio decidendi of cases. Additionally, students experienced difficulty in summarising cases and retaining key legal principles.

Most notably, 100% of respondents agreed that there is a need for more effective and engaging learning tools, highlighting a critical gap in current legal education methods.

The implementation of QANUNIMA directly addresses these challenges by incorporating:

- Simplified legal language
- Structured visual storytelling
- Animation and multimedia elements

3.1 Table of Findings

Table 1. Student Perceptions of Legal Learning Challenges (Sample Data)

Survey Category	Agree (%)	Disagree (%)
Cognitive Load & Reading Difficulty	89	11
Legal Reasoning Challenges	74	26
Need for Alternative Learning Tools	100	0

4. CONCLUSION

In conclusion, QANUNIMA represents a significant innovation in legal education by addressing the challenges associated with understanding and memorising case law. Through structured animated learning, the system effectively reduces cognitive overload, enhances comprehension, and improves student engagement.

The findings confirm a strong demand for alternative learning tools, and QANUNIMA successfully fulfils this need by integrating visual learning with systematic legal analysis. Beyond its technical function, the system also incorporates *Tawhidic Epistemology*, framing legal knowledge as a trust (*amanah*) guided by ethical responsibility. This is further reinforced through the application of the legal maxim *la darar wa la dirar* (no harm shall be inflicted or reciprocated), which emphasises justice, accountability, and the prevention of harm in legal reasoning.

From a commercial perspective, QANUNIMA demonstrates strong scalability through subscription-based models for universities, integration into academic curricula, and continuous content expansion. Overall, QANUNIMA has the potential to become a transformative, sustainable, and ethically grounded platform in modern legal education.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to the International Islamic University Malaysia (IIUM) and all individuals who contributed directly and indirectly to the development of this project.

REFERENCES

Boodia-Canoo, N. (2021). Learning theories in the context of teaching law. *Compass: Journal of Learning and Teaching in Higher Education, 14*(1).

Capuano, N., Mangione, G. R., Pierri, A., & Salerno, S. (2014). A storytelling learning model for legal education. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence, 5*(3), 1–17.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist, 38*(1), 1–4.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257–285.

Sembang!: A Card Game Bridging Intercultural Gaps on Malaysian Dialects via Game-Based Education

Mirza Aliff Hakimi bin Azli[1], Muhamad Noor Irsyad bin Mohd Noor Akhmar [1], Muhammad Fitri bin Roslee [1], Wan Muhammad Azriel Ieman bin Wan Mohd Azwal Farizal [1], Naqib Ayser bin Nasrulzaili [1], Amirul Nazmi bin Azrymi [1]

[1]Department of Languages and Management, Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang Darul Makmur, Malaysia

*nazmiazrymi@iium.edu.my

ABSTRACT

Malaysia's multicultural society houses a plethora of dialects, reflecting distinct identities and lived experiences within shared languages. Despite this richness, these dialectal differences are often trivialised or stereotyped. Additionally, many Malaysians still face difficulties in recognising and adapting to such a variety. Understanding these variations is essential for effective intercultural communication and helps reduce the issue of dialects being discriminated against and seen as inferior to others. 'Sembang!' is a card-based game aimed at enhancing Malaysians' awareness of local dialects and promoting an entertaining, collaborative learning experience. Guided by the ADDIE instructional design model, the game adopts a prompt–response, judge-mediated format in which players respond to prompts using cards written in specific dialects, with a rotating judge evaluating the appropriateness and justification of each response. The player with the best response will be awarded the prompt card. The game is decided by the number of prompt cards won at the end of the game. This interactive structure encourages semantic interpretation, critical thinking, and reflective language use, while supporting diverse learning styles. The game was tested with participants from different backgrounds, with its effectiveness measured via a set of administered pre-test and post-test. Findings indicate an effective improvement of dialectical vocabulary through collaborative learning and social play. Overall, 'Sembang!' demonstrates the potential of culture-based educational games to support language learning, promotes intercultural sensitivity and challenges dialect-related stereotypes, whilst also becoming an inclusive and effective approach for integrating local dialects within various educational contexts.

Keywords: Malaysian dialects, game-based education, intercultural communication, multicultural society, language learning

1. INTRODUCTION

1.1 Scope of the Project and Methodology

As people progress within an information-laden era, dialects remain vital markers of cultural identity and heritage. However, regional variations are frequently misused or misunderstood in daily discourse. Despite the academic focus on standard languages, Malaysia faces a significant deficit in educational frameworks dedicated to dialectal learning. This lack of emphasis fosters miscommunication and neglect, highlighting an urgent need for innovative pedagogical tools to preserve linguistic diversity and enhance intercultural competence. This project then attempts to bridge that gap, introducing '**SEMBANG!**' (***Se**loka **M**elayu **B**er**an**eka Log**h**at*) as an

educational tool to enhance Malaysians' awareness and understanding of their local dialects, as well as to promote positive intercultural communication and reduce dialect-related stereotypes.

The primary focus of this study is to evaluate the effectiveness of 'Sembang!', a purpose-built card game, in enhancing awareness and recognition of various Malaysian dialects. The research is structured around the ADDIE instructional design model, focusing specifically on how a prompt-response and judge-mediated game mechanic facilitates semantic interpretation and reflective language use among players. Limited to the linguistic and social impact of local Malaysian dialects, it does not aim to provide a comprehensive linguistic analysis of dialect phonology but rather focuses on vocabulary acquisition and the reduction of dialect-related stereotypes through social play.

The research involved participants from diverse cultural and regional backgrounds to ensure a multicultural perspective. The scope of data collection is confined to a pre-test and post-test experimental design. Evaluation is based on the measurable improvement of dialectical vocabulary and qualitative shifts in intercultural sensitivity observed during the testing phase. While the findings suggest broader applications, this study specifically examines the game's utility within collaborative learning environments and its potential for integration into localized educational curricula.

In playing the game, up to seven people can play this game at a time. Each player will be given five answer cards each, and one player will be appointed as a judge called '*Pak Belalang*' in every round by using a rotation mechanism. '*Pak Belalang*' will pick one question/situation card and show it to all players. Players then must choose the most suitable answer from their hands based on the question/situation given. '*Pak Belalang*' will choose the most suitable answer, and the question/situation card is given to the round winner, which will count as points. Players must collect 8 question/situation cards (i.e. points) to win the game.

1.2 Literature Review

Current scholarship identifies a paradoxical "pride-but-inferiority" complex in Malaysian sociolinguistics; while citizens value regional dialects, these are often relegated to intimate settings and viewed as inferior to Standard Malay (How, Chan, & Abdullah, 2015). This spatial confinement fosters systemic stereotyping and linguistic discrimination.

Furthermore, the difficulty of noun identification in indigenous languages like Kadazan-Dusun underscores a critical need for gamified learning strategies to prevent dialectal extinction (Dunis, Sintian, & Yusof, 2024). To address these gaps, this study utilizes the ADDIE instructional design model. Previous applications of ADDIE have demonstrated significant efficacy across diverse developmental domains, including specialized education (Ding & Toran, 2025), suggesting its robustness as a framework for bridging intercultural learning gaps and standardizing educational game development (Burlian et. al., 2019).

1.3 Overview of Main Results

Overall, the implementation of 'Sembang!' has successfully yielded significant findings regarding the integration of gamified learning in Malaysian sociolinguistics, particularly in improving dialectal vocabulary, raising intercultural sensitivity, as well as demonstrating efficacy of collaborative learning within the game-based education approach. This project also helps challenge and reduce dialect-based stereotypes and negative perceptions.

2. METHODOLOGY

This project employs a mixed method approach, whereby a focus on measurability and meanings, attitudes, and social processes cover the bases of a qualitative research. Specifically, this project used a quasi-experimental mixed method design to evaluate the effectiveness of 'Sembang!'. By combining quantitative data from performance testing with qualitative observations of player interactions, the study provides a holistic view of both vocabulary acquisition and shifts in social attitude.

The study utilized the ADDIE Instructional Design Model to systematically develop the Sembang! card game. This framework was selected for its proven efficacy in helping learners master niche linguistic structures (Tias & Saprudin, 2025).

In **Analyse**, the problem with the lack of consciousness and understanding of dialect among students was identified via preliminary interviews with prospective game testers. It is also found that students specifically have a low knowledge of other states' dialects, resulting in a barrier towards communication between them. Next, at the **Design** stage, a set of cards to integrate dialect into game mechanics, including card layouts, rules, and learning objectives based on the problem statement are drafted. Then, **Development** follows. Card prototypes containing authentic dialect phrases are developed by gathering as much information and dialectal samples. The cards were then produced into physical versions.

At the **Implementation** stage, the game was piloted with a random sample of university students. This demographic was strategically selected to represent a multicultural microcosm susceptible to initial intercultural insensitivities. Before playing the game, testers are provided with a set of pre-test to answer, and subsequently a set of post-test, containing the same questions, after they have finished the game, in order to **Evaluate** their knowledge of the dialects.

After testing the game, the participants could choose to volunteer in an interview by project members regarding the various aspects of the product. The participants generally highlighted recommendations and feedback pertaining to number of players, scope and coverage of cultures, gameplay, and game regulations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The primary objective of the study was to measure the effectiveness of 'Sembang!' in improving dialectal vocabulary. Data from the pre-test and post-test show a significant upward trend in dialectal mastery:

Table 1. Evaluation Tool and Results

Evaluation Tool	Correct Answers (%)	Incorrect Answers (%)
Pre-Test	37%	63%
Post-Test	73%	27%

As shown, there was a 36% increase in correct responses following the game's intervention. The initial 63% incorrect rate validates the identified gap wherein many Malaysians have struggled to recognize local dialects. The post-test results suggest that the game mechanic can successfully bridge this gap, moving participants toward a more inclusive understanding of

regional vocabularies. Feedback from the participants is critically thoughtful, such as a request for a richer set of vocabularies to be introduced from each dialect.

Based on the results, 'Sembang!' succeeded in replacing rote memorization with active justification and social play, significantly reducing learner anxiety through a low-stakes environment. This collaborative approach doubled dialect recognition scores, effectively transforming stigmatized regional sounds into structured, meaningful communication. Ultimately, the game's interactive design fostered both vocabulary acquisition and a deeper cultural appreciation among participants.

4. CONCLUSION

'Sembang!' has successfully doubled dialect recognition from 37% to 73%, proving that gamified social play effectively reduces linguistic stereotyping. Findings confirm high engagement through collaborative meaning-making. In short, this project has successfully met its objectives of bridging intercultural gaps and improving dialectal mastery. Future recommendations include digitizing the platform for increased accessibility and expanding the lexicon to include contextual expressions. With significant commercial potential in academic and casual markets, 'Sembang!' serves as a scalable tool for cultural preservation and inclusive national education.

ACKNOWLEDGEMENT

Heartiest appreciation is given to the community of the International Islamic University Malaysia (IIUM), without whose support, the project will not be able to take flight. A major thank you also goes to the people at the Research and Innovation Unit, Centre for Foundation Studies, IIUM for facilitating the growth of this project.

REFERENCES

Burlian, T., Sharmila, P., Alavesa, P., & Arhippainen, L. (2019). Revitalizing Viena Karelian dialect and culture with gamification. , 277-288.

Ding, Y., & Toran, H. (2025). Application of ADDIE as an instructional design model in the teaching and rehabilitation of children with autism: A review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(1), 87-115.

Dunis, J., Sintian, M., & Yusof, M. (2024). Pengaplikasian permainan kad memori dalam pembelajaran kata nama am konkrit bahasa Kadazandusun [Memory card game in concrete common nouns learning in Kadazandusun language]. *Muallim Journal of Social Science and Humanities*. https://doi.org/10.33306/mjssh/301.

How, S., Heng, C., & Abdullah, A. (2015). Language Vitality of Malaysian Languages and Its Relation to Identity. *GEMA Online Journal of Language Studies*, 15. https://doi.org/10.17576/gema-2015-1502-08.

Tias, H., & Saprudin, U. (2025). Interactive Learning Media for Mastering Lampung Language Vocabulary in 4th-5th Grade Elementary School Using the ADDIE Model. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*. https://doi.org/10.35870/ijsecs.v5i1.3854.

Hadis Mind: Pakej Pembelajaran Hadis Pintar untuk Pelajar

Nur Humaira Ahmad Shariffudin*, Nur Hamidah Fuzela*, Ayuni Shafiqah Shamsul*, Sharifah Mariam Elena Syed Ahmad Shukri*, Muhammad Firdaus Zulkifli**

*Pelajar, Pusat Asasi, Universiti Islam Antarabangsa Malaysia Kampus Kuantan.

**Pensyarah, Jabatan Ilmu Wahyu dan Warisan Islam, Pusat Asasi, Universiti Islam Antarabangsa Malaysia Kampus Kuantan.

*Nhumaira.s@student.iium.edu.my

ABSTRAK

Hadis Mind ialah satu pakej pendidikan pintar yang inovatif yang dibangunkan bagi meningkatkan kefahaman pelajar terhadap ilmu Hadis melalui pendekatan pembelajaran digital yang bersepadu dan interaktif. Dalam persekitaran pembelajaran semasa, pelajar Hadis sering berdepan dengan pelbagai cabaran seperti sumber pembelajaran yang berpecah-pecah, keperluan merujuk kepada pelbagai kitab untuk memahami satu Hadis, serta kekurangan platform digital mesra pengguna yang mengintegrasikan komponen utama dalam ilmu Hadis. Cabaran-cabaran ini boleh menjejaskan tahap penglibatan, kefahaman, dan keupayaan pembelajaran kendiri pelajar. Oleh itu, inovasi ini bertujuan menangani masalah tersebut dengan menyediakan satu platform berpusat yang menggabungkan elemen-elemen penting dalam pengajian Hadis dalam satu sistem. Matlamat Hadis Mind adalah untuk mempermudah dan memperkasa pembelajaran Hadis dengan membolehkan pelajar meneroka satu Hadis secara menyeluruh, termasuk syarahan Hadis (*sharḥ*), rantaian perawi (*syajarah isnād*), serta biografi setiap perawi yang terlibat. Metodologi inovasi ini melibatkan pengintegrasian keilmuan Hadis klasik dengan teknologi pendidikan moden melalui sebuah platform digital yang direka untuk pembelajaran interaktif dan kendiri. Hasil pelaksanaan awal menunjukkan bahawa pelajar dapat menelusuri kandungan Hadis dengan lebih cekap, meningkatkan kefahaman terhadap struktur *isnād*, serta menunjukkan keyakinan yang lebih tinggi dalam menganalisis Hadis secara berdikari. Kesimpulannya, Hadis Mind menawarkan satu penyelesaian yang praktikal dan berkesan terhadap cabaran semasa dalam pendidikan Hadis dengan memusatkan sumber pembelajaran, meningkatkan kebolehcapaian, dan menggalakkan penglibatan yang lebih mendalam dalam ilmu Hadis, sekaligus menyumbang kepada pengalaman pembelajaran Hadis yang lebih efektif dan berpusatkan pelajar.

Kata kunci: Hadis, syajarah isnad, pendidikan, sistem digital

1. PENGENALAN

Kajian ini memperkenalkan *Hadis Mind*, sebuah pakej pendidikan digital yang direka untuk membantu pelajar memahami Hadis secara lebih tersusun dan menyeluruh. Dalam persekitaran pembelajaran masa kini, pelajar sering menghadapi kesukaran untuk mempelajari Hadis dengan berkesan disebabkan oleh bahan pembelajaran yang berpecah-pecah serta ketiadaan satu platform mesra pengguna yang menghimpunkan semua komponen penting dalam satu tempat. Akibatnya, keupayaan pelajar untuk memahami makna, konteks, dan kesahihan Hadis secara menyeluruh menjadi terhad.

1.1 Skop projek

Projek ini melibatkan pembangunan sebuah platform digital bersepadu bagi pembelajaran Hadith yang dikenali sebagai *Hadis Mind*. Sistem ini menggabungkan sumber Hadis autentik, sharh (penjelasan Hadis), sanad (rantaian perawi), serta maklumat biografi perawi dalam satu platform yang mudah diakses. Selain itu, platform ini turut menyediakan ciri interaktif seperti kuiz dan aktiviti pembelajaran kendiri bagi meningkatkan penglibatan pelajar. Skop projek ini tertumpu kepada membantu pelajar memahami Hadis secara komprehensif melalui penggunaan teknologi digital dalam konteks pendidikan moden.

1.2 Pernyataan Masalah

- Pelajar menghadapi kesukaran memahami Hadis kerana sumber pembelajaran yang berpecah-pecah.
- Ketiadaan platform digital bersepadu yang mesra pengguna untuk pembelajaran Hadis.
- Tahap penglibatan dan pemahaman pelajar terhadap Hadis masih rendah dalam persekitaran pembelajaran tradisional.

1.3 Objektif

- Membangunkan platform digital bersepadu untuk pembelajaran Hadis.
- Membantu pelajar memahami Hadis secara lebih menyeluruh termasuk teks, syarah dan sanad.
- Menggalakkan pembelajaran kendiri serta meningkatkan pemikiran kritis pelajar melalui ciri interaktif.

2. METODOLOGI

Projek ini menggunakan pendekatan reka bentuk dan pembangunan berstruktur bagi inovasi pendidikan digital.

2.1 Reka Bentuk dan Pembangunan Sistem

- Membangunkan platform digital yang mengintegrasikan pelbagai komponen penting dalam ilmu Hadis.
- Menggunakan sumber Hadis yang autentik dan dipercayai sebagai asas kandungan.
- Mereka bentuk antara muka yang mesra pengguna bagi memudahkan navigasi pelajar.

2.2 Pengumpulan Bahan

- Menggunakan sumber Hadis yang sahih.
- Menggabungkan syarah Hadis untuk penjelasan yang lebih mendalam.
- Menyertakan maklumat sanad dan biografi perawi bagi meningkatkan kefahaman konteks Hadis.



Rajah 1. Contoh Bahan.

2.3 Pelaksanaan dan Ujian Awal

- Mengintegrasikan elemen teknologi dalam platform pembelajaran digital.
- Melaksanakan ujian kebolehgunaan bagi menilai keberkesanan platform terhadap pelajar.
- Menilai tahap pemahaman dan penglibatan pelajar melalui penggunaan ciri interaktif seperti kuiz.



Rajah 2. Kuiz Interaktif.

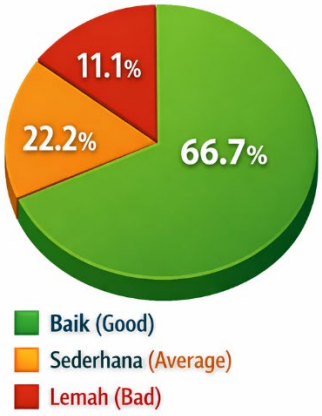
3. DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan **Hadis Mind sebagai pakej pembelajaran Hadis pintar** memberikan impak positif yang jelas terhadap kefahaman dan penguasaan pelajar dalam pengajian Hadis. Melalui pendekatan digital bersepadu, pelajar didapati lebih mampu memahami kandungan hadis secara menyeluruh, khususnya dari aspek **syaraḥ hadis dan struktur syajarah isnād**, dengan lebih sistematik dan berkesan berbanding kaedah pembelajaran tradisional yang bergantung kepada rujukan berasingan. Visualisasi isnād serta akses kepada maklumat perawi dalam satu platform membantu pelajar menelusuri rantaian sanad dengan lebih tersusun, sekali gus meningkatkan keupayaan analisis hadis secara kendiri. Selain itu, inovasi ini turut menyumbang kepada peningkatan tahap keyakinan dan penglibatan pelajar dalam pembelajaran. **Secara keseluruhannya, Hadis Mind membuktikan keberkesanan pendekatan digital interaktif** dalam memusatkan sumber pembelajaran hadis dan menyokong pengalaman pembelajaran yang lebih sistematik serta berpusatkan pelajar.

Analisis data lanjut menunjukkan tahap kepuasan pengguna yang tinggi seperti berikut:

3.1 Analisis Kepuasan Pengguna

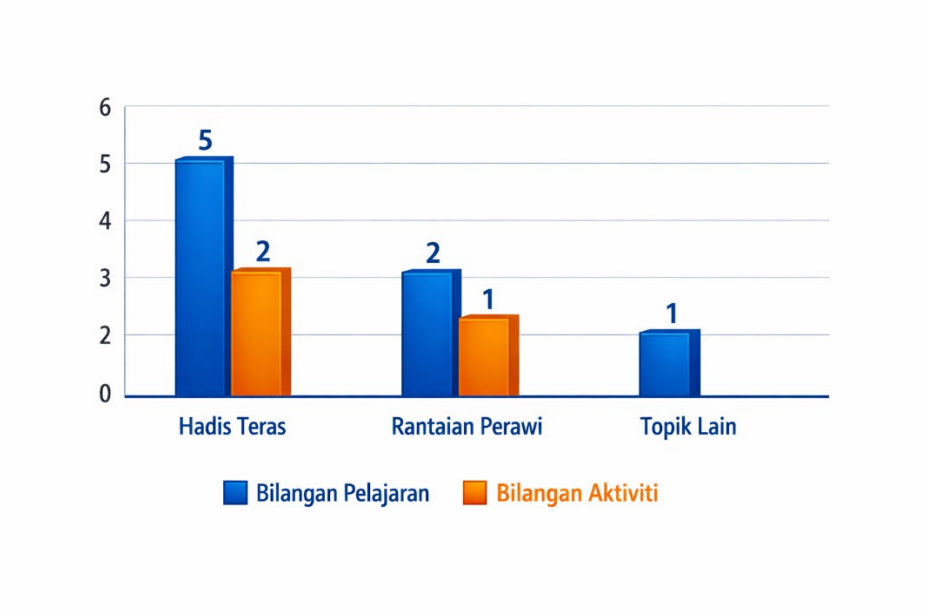
Tahap Kepuasan	Peratusan (%)
Baik (Good)	66.7%
Sederhana (Average)	22.2%
Lemah (Bad)	11.1%



Rajah 3. Tahap Kepuasan Pengguna Terhadap Hadis Mind.

Berdasarkan Rajah 3, majoriti responden iaitu sebanyak **66.7%** menilai platform ini pada tahap "Baik", manakala **22.2%** pada tahap "Sederhana". Data ini menunjukkan bahawa Hadis Mind secara umumnya diterima dengan baik oleh pengguna sebagai alat bantuan pembelajaran yang efektif.

3.2 Perbandingan Kandungan Pembelajaran



Rajah 4. Taburan Pelajaran dan Aktiviti Mengikut Topik.

Rajah 4 menunjukkan bahawa komponen "Hadis Teras" mempunyai jumlah pelajaran (5) dan aktiviti (2) yang paling tinggi, diikuti oleh topik "Rantaian Perawi". Penemuan ini menonjolkan fokus utama platform dalam mengukuhkan kandungan asas hadis sambil tetap menawarkan kepelbagaian aktiviti interaktif untuk mengekalkan penglibatan pelajar.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, Hadis Mind merupakan satu inovasi pendidikan yang berkesan dalam menangani cabaran pembelajaran Hadis kontemporari dengan memanfaatkan teknologi digital secara bersepadu. Melalui pemusatan kandungan sharḥ hadis, syajarah isnād dan biografi perawi dalam satu platform, inovasi ini bukan sahaja meningkatkan kefahaman dan kecekapan pembelajaran, malah menyokong pembelajaran kendiri serta penglibatan pelajar secara lebih aktif. Justeru, Hadis Mind berpotensi besar untuk dijadikan sebagai satu model pembelajaran digital dalam pengajian Hadis yang sistematik, mesra pengguna dan selari dengan keperluan pendidikan masa kini.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada **pensyarah pembimbing projek, Muhammad Firdaus Zulkifli**, atas bimbingan, panduan ilmiah serta teguran yang membina sepanjang proses pembangunan inovasi Hadis Mind. Sokongan dan kepakaran beliau dalam bidang pengajian hadis dan pendidikan telah banyak membantu memastikan hala tuju dan kualiti projek ini berada pada landasan yang tepat. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua **ahli kumpulan projek Hadis Mind** atas komitmen, kerjasama dan semangat kerja berpasukan yang tinggi sepanjang pelaksanaan projek ini. Dedikasi setiap ahli telah menyumbang secara signifikan kepada kejayaan pembangunan inovasi ini. Tidak dilupakan, penghargaan turut ditujukan kepada **Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia Campus Kuantan** atas sokongan dan persekitaran pembelajaran yang kondusif dalam menjayakan projek ini.

RUJUKAN

Al-Bukhari, M. I. (2002). *Sahih al-Bukhari* (M. Z. Al-Nasir, Pnyt.). Dar al-Tawq al-Najah. https://shamela.ws/book/1681

Al-Sijistani, A. D. (2009). *Sunan Abi Dawud* (S. al-Arna'ut & M. Kamil Qarah Balalli, Pnyt.). Dar al-Risalah al-'Alamiyyah. https://shamela.ws/book/1726

Muslim, b. al-H. (2006). *Sahih Muslim* (N. M. Al-Faryabi, Pnyt.). Dar al-Taybah. https://shamela.ws/book/1727

Category C: Profesional (Academic & Administration Staff) Physical

MASSTer: An AI-Assisted MUET Speaking Simulation Trainer for Enhancing Task Fulfilment and Interactive Communication

Kaith Princess Reyes Jettle, Fhriscilla Matin, Nurain ShavikaAhmad Shauffi, Michelle George, Adrus Mohamad Tazuddin

Pusat Pengajian Pra Universiti, Kampus Timur, Universiti Malaysia Sarawak, Sarawak, 94300 Kota Samarahan

*rjkprincess@unimas.my

ABSTRACT

MASSTer (MUET AI SpeakSim Trainer) is an AI-assisted pedagogical innovation designed to enhance students' performance in the Malaysian University English Test (MUET) speaking component. Although MUET is aligned with the Common European Framework of Reference (CEFR), many pre-university students face challenges in fulfilling task requirements, generating relevant ideas, and participating effectively in group discussions. These issues are largely due to limited opportunities for structured speaking practice, lack of immediate feedback, and absence of realistic simulation environments. This innovation aims to develop a structured, rubric-aligned AI training system that supports both individual speaking tasks and group discussion simulations. MASSTer is developed using a design-based approach and operates through two modes: Practice Mode, which provides guided prompts and iterative feedback to support idea development, and Full Simulation Mode, which replicates real MUET test conditions without intervention. The system utilises AI-driven analysis aligned with MUET assessment criteria. A pilot implementation involving 180 students indicated positive outcomes, with 73.6% reporting improved confidence and preparedness. The system also recorded high levels of user acceptance, demonstrating its effectiveness in enhancing task fulfilment, discourse management, and interactive communication skills. In conclusion, MASSTer provides a scalable and cost-effective solution for MUET speaking preparation. It demonstrates strong potential for commercialisation through application development, institutional integration, and wider adoption in English language education.

Keywords: MUET, AI-assisted learning, speaking skills, CEFR, language assessment

1. INTRODUCTION

The Malaysian University English Test (MUET) is a standardised English proficiency examination used to assess students' readiness for higher education in Malaysia. Despite alignment with the Common European Framework of Reference (CEFR), a gap remains in cognitive and communicative demands, particularly in speaking tasks requiring idea development and interaction.

Many students transitioning from SPM to MUET face difficulties in organising responses, generating ideas, and participating in discussions due to language anxiety, limited vocabulary, and insufficient opportunities for meaningful speaking practice (Du et al., 2026). Although artificial intelligence (AI) tools are increasingly used in language learning, studies have shown that AI-based chatbot systems can enhance speaking performance through real-time feedback and adaptive practice; however, many existing tools still provide generic feedback that is not aligned with specific assessment frameworks such as MUET (Ji, 2026).

Therefore, this study aims to design and evaluate MASSTer (MUET AI SpeakSim Trainer), an AI-assisted simulation system to improve task fulfilment, idea development, and interactive communication among MUET candidates.

2. METHODOLOGY

This study is guided by the research question: *How can an AI-assisted simulation system improve students' performance in MUET speaking in terms of task fulfilment, idea development, and interactive communication?* This question addresses key challenges in second language learning while responding to practical MUET preparation needs.

MASSTer is developed using a design-based research (DBR) approach, involving iterative design, implementation, and evaluation cycles. This approach allows continuous refinement of the system based on user feedback while ensuring alignment with pedagogical objectives (Huang & Li, 2023).

2.1 Research Framework

MASSTer is informed by the Output Hypothesis, which emphasises language production in learning (Swain, 2005), and social constructivist theory, which highlights learning through interaction (Vygotsky, 1978). These theories support the use of guided practice and simulated interaction.

2.2 System Design and Implementation

MASSTer is an AI-based system aligned with MUET speaking criteria, focusing on task fulfilment, discourse management, and language use. It operates through two modes:

2.2.1 Practice Mode

This mode provides provides guided prompts to support idea development through iterative feedback.

2.2.2 Full Simulation Mode

This mode replicates MUET speaking conditions, allowing independent task completion followed by structured feedback.

To enhance realism, MASSTer incorporates role-based AI agents representing Candidates B, C, and D, enabling turn-taking, idea exchange, and interaction.

2.3 System Workflow

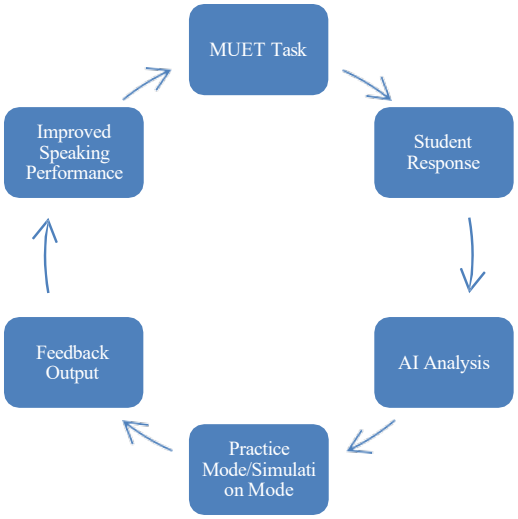


Figure 1. MASSTer System Workflow

As illustrated in Figure 1, MASSTer processes student input through an AI analysis engine before generating feedback based on the selected mode.

2.4 Data Collection and Evaluation

A pilot study involving 180 pre-university students was conducted. Data were collected using Technology Acceptance Model (TAM) measures, including perceived usefulness (PU), perceived ease of use (PEOU), attitude (ATT), and behavioural intention (BI), to evaluate system effectiveness and usability.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The findings indicate strong acceptance and effectiveness of MASSTer. A total of 73.6% of students reported positive responses. The mean score for perceived usefulness (PU) was 4.08, while perceived ease of use (PEOU) recorded 4.00. Attitude (ATT) and behavioural intention (BI) recorded 3.87 and 3.78 respectively, indicating overall positive perception.

Table 1. MASSTer Pilot Study Results

Variable	Description	Mean Score
Sample Size	Pre-university students	n = 180
Perceived Usefulness (PU)	Usefulness of MASSTer	4.08
Perceived Ease of Use (PEOU)	Ease of use	4.00
Behavioural Intention (BI)	Willingness to use MASSTer	3.78
Positive Feedback (%)	Students reporting improvement	73.6%

The results show that MASSTer enhances task fulfilment, idea development, and interaction. Practice Mode supports idea generation, while Simulation Mode improves confidence in real test conditions.

These findings align with the Output Hypothesis (Swain, 2005) and social constructivist theory (Vygotsky, 1978), highlighting the role of production and interaction in language learning. AI-driven feedback further supports personalised learning and improved engagement (Fathi & Rahimi, 2024)

4. CONCLUSION

MASSTer demonstrates strong potential as an AI-assisted tool for improving MUET speaking performance. Findings indicate high user acceptance and improved confidence, particularly in task fulfilment and interaction. Future research should evaluate long-term impact and integrate features such as speech recognition and adaptive learning. MASSTer also shows strong commercial potential as a scalable application that can be integrated into learning platforms and adopted by institutions and language centres.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS) for the support provided throughout this study. The authors also extend their gratitude to all participating students for their valuable contribution and feedback during the implementation of MASSTer.

REFERENCES

Du, T. T., Duc, L. V., The, N. H., & Dung, D. T. B. (2026). Challenges faced by EFL students at a university in Vietnam in developing English speaking skills and pedagogical strategies used by instructors. *Multidisciplinary Science Journal, 8*, e2026021. https://doi.org/10.31893/multiscience.2026021

Fathi, J., & Rahimi, M. (2024). Utilising artificial intelligence-enhanced writing mediation to develop academic writing skills in EFL learners: a qualitative study. *Computer Assisted Language Learning*, *39*, 1–40. https://doi.org/10.1080/09588221.2024.2374772

Huang, F., & Sun, L. (2023). Examining the Roles of Technology in Sustaining Language Teaching and Learning. Sustainability, 15(24), 16664. https://doi.org/10.3390/su152416664

Ji, D. (2026). The impact of transformer-based chatbots on second language speaking competence in blended learning. *Discover Computing*. https://doi.org/10.1007/s10791- 026-10035-x

Rahimi, M., & Fathi, J. (2022). Exploring the impact of artificial intelligence on EFL learners' speaking performance. *Education and Information Technologies, 27*, 7081–7102. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10923-5

Swain, M. (2005). *The Output Hypothesis: Theory and Research* (pp. 495–508). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781410612700-38

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press

PBL PLUS: A Student-Driven Innovation in Biology Education for Sustainable and Real-World Problem Solving

Rohaiza Daud, Mohamad Fhaizal Mohamad Bukhori, Mohamad Razif Othman, Roberta Chaya Tawie Tingga, Christharina S Gintoron, Mohd Ridwan Abd Rahman @ Tahir, Mohd Aminudin Mustapha

Department of Biology, Centre for Pre Universiti Studies, Universiti Malaysia Sarawak, 94300 Kota Samarahan, Sarawak Darul Hana, Malaysia

*drohaiza@unimas.my

ABSTRACT

This study introduces PBL PLUS, an enhanced Problem-Based Learning approach designed to strengthen engagement, critical thinking, scientific communication, and real-world problem-solving in biology education. Unlike conventional PBL, which commonly uses predefined scenarios, PBL PLUS allows students to identify and investigate their own research problems within broad environmental themes such as wildlife conservation, plant diversity, and river ecosystem health. Implemented in a foundation-level biology course with a large student cohort, the approach required students to produce research-based posters, extended abstracts, and oral presentations, later compiled into an academic bulletin. Based on student feedback, a highly positive response was observed with 65.1% strongly agreeing and 29.3% agreeing that PBL PLUS improved their understanding of course topics. The findings suggest that PBL PLUS supports meaningful learning by connecting biological concepts with real environmental issues while promoting sustainability awareness in line with SDG-oriented education. Overall, PBL PLUS offers a flexible and scalable model for student-centred biology education and real-world problem solving.

Keywords: Problem-Based Learning (PBL PLUS), Biology Education, Student-Centred Learning, Scientific Inquiry, Sustainability Education, SDGs

1. INTRODUCTION

The increasing demand for graduates equipped with critical thinking, problem-solving, and communication skills has driven the adoption of student-centered learning approaches in higher education (Bell, 2010). Problem-Based Learning (PBL) is widely recognized as an effective pedagogical strategy that promotes active learning, student engagement, and deeper understanding (Almulla, 2020). However, conventional PBL approaches that rely heavily on predefined problem scenarios may reduce opportunities for student autonomy, choice, and self-directed exploration, which are considered important elements in meaningful project-based experiences (Bell, 2010; Barak, 2012).

Despite the integration of PBL in biology education, students often remain partially passive due to structured problem boundaries, which can limit creativity, engagement, and real-world application. This is particularly evident in environmental and biodiversity topics, where authentic, context-driven inquiry is essential for meaningful learning (Rachman et al., 2020). As a result, students may struggle to connect theoretical concepts with practical environmental challenges, reducing the overall impact of the learning experience. In response to this concern, PBL PLUS was developed as an enhanced form of Problem-Based Learning that gives students

more room to choose, explore, and communicate environmental issues that are meaningful to them.

To address this need, this study introduces PBL PLUS, an enhanced adaptation of Problem-Based Learning (PBL) that emphasises student autonomy, contextual problem identification, and the production of authentic scientific outputs. Unlike conventional PBL, where problems are typically predefined, PBL PLUS enables students to define specific issues within broader thematic contexts, thereby fostering deeper engagement and ownership of the learning process. This study aims to: (i) implement PBL PLUS as an innovative pedagogical approach in Biology education, (ii) enhance students' engagement, critical thinking, and scientific communication skills through student-driven inquiry, and (iii) evaluate its effectiveness based on student outputs and feedback.

2. METHODOLOGY

This study adopted a pedagogical implementation approach to evaluate the effectiveness of PBL PLUS in enhancing student learning in Biology. The study involved approximately 215 pre-university students at Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS), who were organised into collaborative groups. The study employed an instructional innovation design based on the PBL PLUS framework, implemented in a foundation-level biology course with a large student cohort.

2.1 Innovation Framework

The implementation of PBL PLUS was guided by a structured innovation framework (Figure 1), designed to promote student-driven inquiry and meaningful learning through real-world contexts. The framework begins with a thematic trigger, where authentic environmental issues are introduced as the starting point of learning. These themes serve as open-ended prompts that encourage students to explore relevant and current challenges in biodiversity and sustainability. Following this, students engage in inquiry and exploration, involving comparative analysis, guided research, and investigation of selected topics. This stage allows students to actively construct knowledge rather than passively receive information. This collaborative structure reflects student-centered pedagogical practices that support active participation, dialogue, and shared responsibility in learning (Virtue & Hinnant-Crawford, 2019). The next stage focuses on product and solution development, where students translate their findings into tangible scientific outputs, such as research posters, extended abstracts, and presentations. This stage emphasizes the application of knowledge and the development of communication skills. Finally, the framework concludes with reflection, where students evaluate their learning experiences and receive feedback for continuous improvement. This reflective process is essential in reinforcing understanding and enhancing future learning outcomes.

In addition, the framework aligns with sustainability-oriented education by integrating real-world environmental themes into student learning. The implementation of PBL PLUS is closely associated with SDG 4 (Quality Education) through student-centred learning, as well as SDG 13 (Climate Action) and SDG 15 (Life on Land) through the exploration of environmental issues such as biodiversity and ecosystem health. The collaborative nature of the activities also reflects SDG 17 (Partnerships for the Goals), as students work together to develop solutions and communicate scientific findings. This integration of PBL with sustainability-related themes is important in supporting critical thinking and meaningful learning within SDG-oriented education (Yonanda et al., 2023).

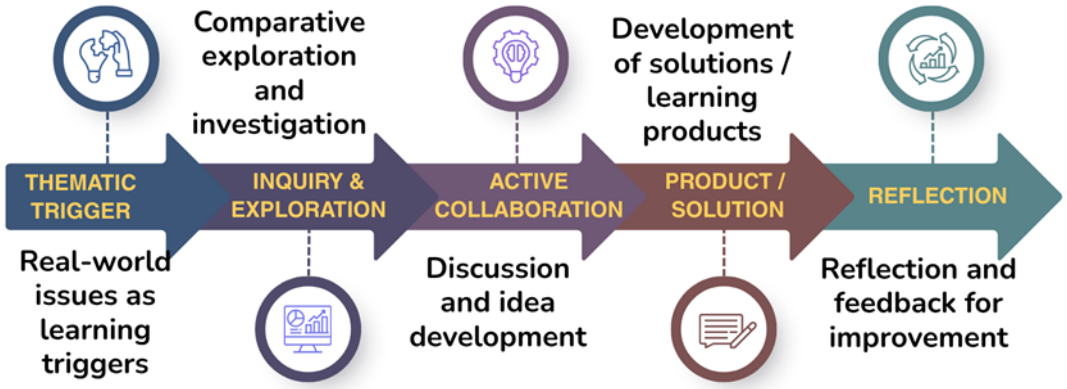


Figure 1. PBL PLUS Implementation Framework

2.2 Data Collection and Analysis

Student feedback was collected using structured Likert-scale questionnaires focusing on engagement, understanding, collaboration, and communication. Descriptive analysis was used to summarize responses, particularly the distribution of agreement levels.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figures 2 and 3 present students' perceptions of the implementation of PBL PLUS in relation to conceptual understanding and learning engagement. As shown in Figure 2, students demonstrated a highly positive response to the statement "The PBL PLUS activity helped me understand the course topics better." A total of 65.1% of students strongly agreed, while 29.3% agreed, resulting in an overall positive response of 94.4%. This indicates that PBL PLUS was effective in supporting students' understanding of biological concepts. The integration of problem-based tasks, collaborative discussion, and real-world contexts likely encouraged active engagement with the content, allowing students to construct knowledge more meaningfully rather than passively receiving information. This is consistent with the principles of problem-based learning, which emphasise active knowledge construction, collaboration, and deeper cognitive processing (Almula, 2020; Kokotsaki et al., 2016).

In contrast, Figure 3 shows a more varied response pattern for the statement "This activity was more engaging than traditional lectures." Although the majority of students responded positively (60.9% agree; 9.8% strongly agree), a notable proportion (27.4%) strongly disagreed. This suggests that while PBL PLUS was generally perceived as engaging, not all students responded equally to the approach. Such variation may be explained by differences in students' familiarity with student-centred learning environments. Learners who are more accustomed to traditional lecture-based instruction may initially perceive active learning approaches as more demanding or less structured due to the shift form passive content delivery to inquiry- and collaboration-based learning environments (Hafeez, 2021).

The contrast between the strong positive response for conceptual understanding and the more diverse response for engagement highlights an important consideration in the implementation of active learning strategies. While PBL PLUS appears highly effective in achieving its primary learning outcomes, student engagement is influenced by multiple factors, including individual learning preferences, group interaction, clarity of task design, and the effectiveness of

facilitation. Therefore, the role of the facilitator is crucial in guiding discussions, ensuring participation, and supporting students throughout the learning process, as effective facilitation is essential of maintaining meaningful engagement in PBL environment (Salinitri et al., 2015).

Overall, the findings demonstrate that PBL PLUS is a promising pedagogical innovation in Biology education. It provides strong support for conceptual understanding while offering generally positive, although varied, impacts on student engagement. Continuous refinement in instructional design and facilitation strategies is recommended to enhance student acceptance and maximise the benefits of this student-centred approach. These findings further support the growing body of evidence that active learning approaches can improve student learning outcomes and participation in science education (Rachman et al., 2020).

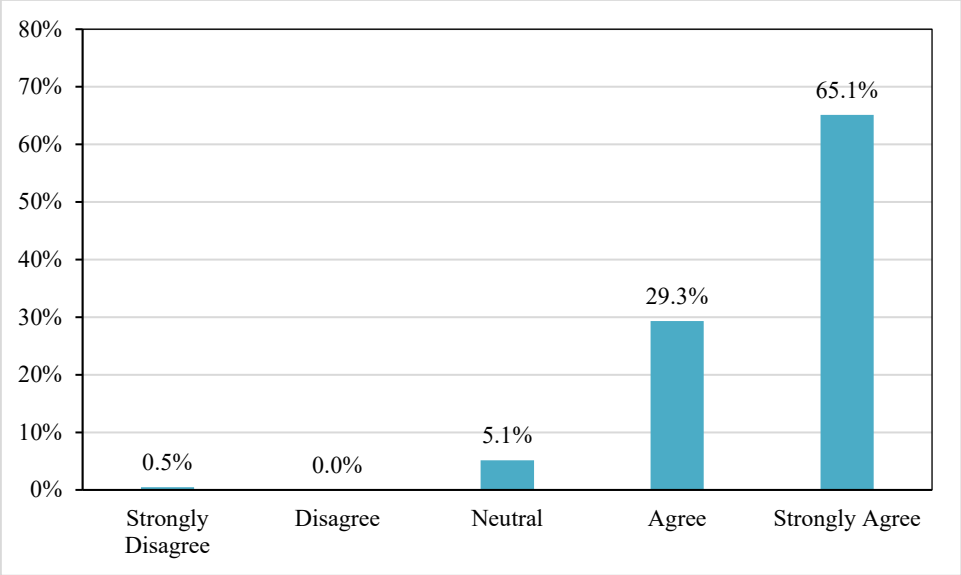


Figure 2. Students' Perception of PBL PLUS in Supporting Conceptual Understanding

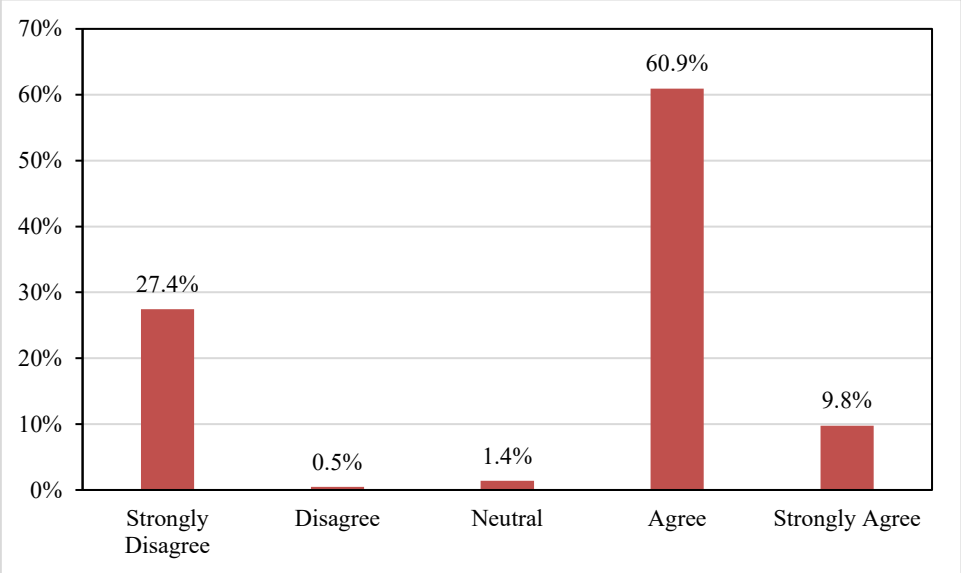


Figure 3. Students' Perception of PBL PLUS as an Engaging Learning Approach Compared with Traditional Lectures

4. CONCLUSION

PBL PLUS represents a significant advancement in biology education by extending the conventional PBL model into a more flexible and student-driven approach. The findings indicate that the approach effectively enhances student engagement, critical thinking, and scientific communication skills. By linking classroom learning to real-world environmental challenges, PBL PLUS supports meaningful and impactful learning aligned with sustainability goals. The framework is adaptable and scalable, offering strong potential for broader implementation across disciplines and educational contexts.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere appreciation to the Centre for Pre-University Studies and Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS) for their continuous support and encouragement throughout the implementation of this initiative. Special thanks are also extended to all students involved in the PBL PLUS activities for their active participation and commitment.

REFERENCES

Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open, 10*(3). https://doi.org/10.1177/2158244020938702

Barak, M. (2012). From 'doing' to 'doing with learning': Reflection on an effort to promote self-regulated learning in technological projects in high school. *European Journal of Engineering Education, 37*(1), 105–116. https://doi.org/10.1080/03043797.2012.658759

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83*(2), 39–43. https://doi.org/10.1080/00098650903505415

Hafeez, M. (2021). Project-based versus traditional lecture teaching methods. *Indonesian Journal of Social Science Research, 2*(1), 10–20. https://doi.org/10.11594/ijssr.02.01.02

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. Improving Schools, 19(3), 267–277. https://doi.org/10.1177/1365480216659733

Rachman, I., Sugimaru, C., & Matsumoto, T. (2020). Use of problem-based learning (PBL) model to improve learning outcomes in environmental education. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development, 3*(1). https://doi.org/10.7454/jessd.v3i1.1039

Salinitri, F. D., Wilhelm, S. M., & Crabtree, B. L. (2015). Facilitating facilitators: Enhancing PBL through a structured facilitator development program. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 9*(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1509

Virtue, E., & Hinnant-Crawford, B. (2019). "We're doing things that are meaningful": Student perspectives of project-based learning across the disciplines. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 13*(2). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1809

Yonanda, H. D., Istiana, R., & Prasaja, D. (2023). The influence of problem-based learning (PBL)-based student worksheets on sustainable development goals (SDGs) to improve students' critical thinking skills. *Journal of Biology Education Research (JBER), 4*(2), 51–62. https://doi.org/10.55215/jber.v4i2.6363

TitraGO: A Structured Gamification Approach to Enhance Conceptual Mastery in Acid–Base Titration

Syajaratul Jahriah Hassan, Nur Nadiah Abdul Rashid, Rosmaya Jamaudin, Nik Rahmah Nik Mohamed, Siti Ruziani Parmin

Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia, 26300 Gambang, Pahang Darul Makmur

*ruziani@iium.edu.my

ABSTRACT

Acid–base titration is a core topic in foundation and matriculation chemistry, yet many students struggle to connect conceptual understanding with quantitative problem-solving. Traditional drill-based approaches often fail to effectively address students' misconceptions. This study introduces TitraGO, a structured gamification tool designed to reinforce key titration concepts through an interactive 5×5 BINGO-based format. The activity targets essential skills, including pH and pOH calculations, determination of $[H_3O^+]$and $[OH^-]$, titration curve analysis, and indicator selection. TitraGO utilises a set of reusable cards containing 25 answer squares arranged randomly, paired with a corresponding problem deck. Students solve structured problems and match their answers on the grid, promoting active recall and immediate formative assessment. A pilot study involving 33 pre-university students is conducted to evaluate its effectiveness through perception surveys and classroom observations. The findings indicate a strong positive response, with approximately 99% of students reporting increased engagement and improved understanding of titration concepts. Observations reveal that the competitive and time-sensitive nature of the activity encourages rapid problem-solving, sustained focus, and repeated practice within a short period. The randomized card structure introduces an element of chance, fostering a more inclusive environment where students of varying ability levels remain motivated to participate. In conclusion, TitraGO provides a scalable, low-cost, and pedagogically sound approach that enhances conceptual understanding and problem-solving proficiency, while supporting inclusive and student-centered learning in chemistry education.

Keywords: gamification, acid-base titration, chemistry education, formative assessment, active learning

1. INTRODUCTION

Acid–base titration is a fundamental topic in pre-university chemistry, yet many students struggle to develop a coherent understanding of its underlying concepts. Common difficulties include interpreting pH changes, selecting appropriate indicators, and linking theoretical concept to experimental data (Salame et al., 2022). Traditional teaching approaches often emphasize procedural calculations, which may limit opportunities for deeper conceptual engagement.

To address this gap, this study introduces TitraGO, a structured gamification framework designed to combine problem-solving, formative assessment, and student interaction within a single learning activity. Gamification has been widely reported to enhance student motivation, engagement, and learning outcomes in chemistry education (Chans & Castro, 2021; Smiderle

et al., 2020). The objectives of this study are to enhance students' conceptual mastery of titration and to evaluate their perceptions of gamified learning as an instructional strategy.

2. METHODOLOGY

A pilot study was conducted with 33 pre-university students in a controlled classroom setting. TitraGO adopts a 5×5 BINGO-inspired format, where students solve a series of titration-related problems mapped to values on randomized grids. The tasks range from basic molarity calculations to more complex analyses, including analysis of buffer regions and titration curve interpretation, aligning with active learning strategies used in game-based chemistry instruction (Lathwesen & Belova, 2024).

Students mark their grids upon obtaining correct answers, and the activity concludes when a participant completes two lines and calls out "TitraGO." Answer values are presented on reusable cards with randomized arrangements, allowing efficient use across multiple classes.

The game structure provides immediate feedback, as incorrect solutions hinder progression within the grid. Data were collected through post-activity perception surveys and classroom observations, focusing on engagement, critical thinking, and learning behaviours.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The findings indicate a strong positive response to the TitraGO framework, based on the post-activity survey conducted among participants. Students generally reported that the game enhanced their understanding of acid–base titration concepts and provided meaningful practice in solving calculation-based problems. In addition, the majority perceived the activity as engaging, enjoyable, and effective in promoting active participation.

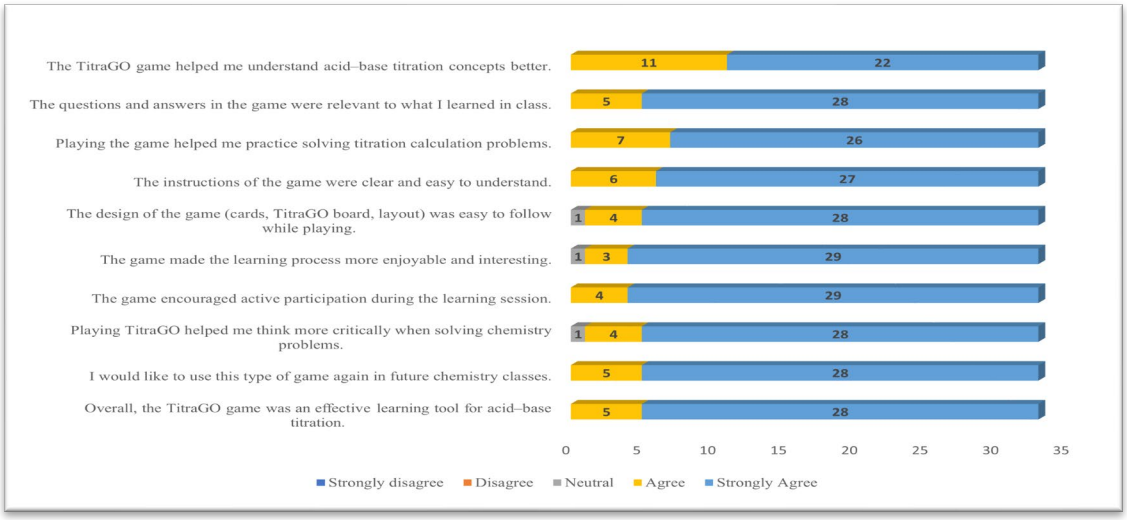


Figure 1. Student Responses to the Post-activity Survey on TitraGO Effectiveness (n = 33).

As shown in Figure 1, responses were strongly skewed towards "agree" and "strongly agree" across all items, particularly in areas related to conceptual understanding, engagement, and overall effectiveness of the activity. Classroom observations supported these findings, where students remained highly focused and demonstrated a strong sense of urgency in solving problems. Most participants worked independently and attempted to progress quickly within the game, relying on rapid reasoning rather than prolonged discussion.

The competitive nature of the activity encouraged continuous problem-solving and reduced hesitation, allowing students to engage in repeated practice within a short period. Students who initially struggled with calculations were observed to participate more actively under this setting, demonstrating increased effort and persistence. Furthermore, the randomized structure of the TitraGO cards introduced an element of chance, ensuring that outcomes were not solely dependent on speed or prior knowledge. This contributed to a more inclusive environment, where a wider range of students remained motivated to participate and improve.

Notably, no responses were recorded in the "strongly disagree" category, indicating consistently positive perceptions of the activity. These findings suggest that the integration of structured gamification through TitraGO not only enhances engagement but also supports rapid practice and more equitable participation, ultimately reinforcing conceptual understanding in chemistry.

4. CONCLUSION

TitraGO demonstrates that effective instructional innovation does not require extensive resources or complex implementation. The framework is low-cost, reusable, and adaptable to other conceptually challenging topics within STEM education. By embedding formative assessment within gameplay, it provides a practical approach to enhancing both engagement and conceptual understanding.

While the results are promising, the study is limited by its small sample size and reliance on self-reported data. Future research could incorporate controlled comparisons and performance-based assessments to further validate its effectiveness.

Overall, TitraGO offers a scalable and accessible model for improving chemistry education, aligning with the broader goals of promoting inclusive and high-quality learning experiences.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge the Centre for Foundation Studies, International Islamic University Malaysia (IIUM), as well as the students who participated in this study, for their support and cooperation.

REFERENCES

Chans, G. M., & Castro, M. (2021). Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students. *Computers, 10*(10), 132. https://doi.org/10.3390/computers10100132

Lathwesen, C., & Belova, N. (2024). Acid Base global - An escape room to teach the chemistry of acids and bases. *Action Research and Innovation in Science Education*. *6*(1), 1-8. https://doi.org/10.51724/arise.57

Salame, I. I., Montero, A., & Eschweiler, D. (2022). Examining some of the students' challenges and alternative conceptions in learning about acid-base titrations. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research), 6*(1), 1-10. https://doi.org/10.20885/ijcer.vol6.iss1.art1

Smiderle, R., Rigo, S. J., Marques, L. B., Peçanha de Miranda Coelho, J. A., & Jaques, P. A. (2020). The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments, 7*(3), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40561-019-0098-x

Kit Pusaka Pintar: Alat Navigasi Interaktif bagi Pentadbiran Harta Pusaka

Norrlaili Shapiee, Nur Yuhanis Ismon, Saiful Islam Nor Mohd Zulkarnain, Mohd Noor Afiq Ramlee, Maizatul Farisah Mohd Mokhtar

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia.

*yuhanis@usim.edu.my

ABSTRAK

Pentadbiran harta pusaka di Malaysia merupakan proses penting bagi memastikan kelangsungan ekonomi waris dan pengagihan harta yang teratur. Namun demikian, kekeliruan terhadap prosedur perundangan serta kepelbagaian agensi yang terlibat sering menyebabkan berlakunya isu harta beku dan pertikaian keluarga. Inovasi ini bertujuan membangunkan *Kit Pusaka Pintar* sebagai alat navigasi interaktif untuk mempermudah pemahaman masyarakat terhadap birokrasi pengurusan pusaka. Pembangunan kit ini menggunakan pendekatan sistemik dan teori pembelajaran visual dengan menukarkan proses pengurusan pusaka yang kompleks kepada carta alir interaktif yang tersusun dan mudah difahami. Hasil kajian menunjukkan bahawa penggunaan alat navigasi visual ini membantu waris mengenal pasti saluran pentadbiran yang tepat seperti Amanah Raya, Mahkamah atau Unit Pusaka Kecil berdasarkan jenis dan nilai harta dengan lebih efisien. Kesimpulannya, *Kit Pusaka Pintar* berupaya meningkatkan literasi undang-undang masyarakat dalam pengurusan pusaka serta mempunyai potensi pengkomersialan sebagai modul pendidikan digital dan aplikasi perancangan harta. Inovasi ini turut menyokong pengurusan harta pusaka yang lebih telus, sistematik dan adil selaras dengan matlamat pembangunan mampan.

Kata kunci: Pentadbiran Harta Pusaka, Alat Navigasi, Carta Alir, Inovasi Interaktif, Literasi Undang-undang

1. PENGENALAN

Pentadbiran harta pusaka merupakan satu proses penting bagi memastikan harta yang ditinggalkan selepas kematian seseorang dapat diurus dan diagihkan kepada waris yang berhak secara teratur. Di Malaysia, proses ini melibatkan pelbagai prosedur perundangan serta agensi seperti Amanah Raya Berhad, Mahkamah Sivil, Unit Pusaka Kecil dan Mahkamah Syariah. Namun begitu, ramai dalam kalangan masyarakat masih kurang memahami langkah-langkah yang perlu diambil, dokumen yang diperlukan serta prosedur yang perlu diikuti. Menurut kajian oleh Rusnadewi Abdul Rashid dan Noor Inayah Yaakub, kelewatan dan kegagalan pengagihan harta pusaka berpunca daripada kurangnya kefahaman masyarakat terhadap proses pentadbiran, kerumitan birokrasi serta kewujudan pelbagai bidang kuasa yang mengelirukan masyarakat. Situasi ini turut menyumbang kepada peningkatan isu harta beku dan pertikaian dalam kalangan waris. Selain itu, Nur Yuhanis Ismon melaporkan bahawa kira-kira RM65 bilion aset hartanah dan wang tunai milik individu yang telah meninggal dunia

masih gagal diserahkan kepada waris akibat kegagalan tindakan awal dan kurangnya kesedaran tentang prosedur undang-undang pengurusan pusaka.

Sehubungan itu, objektif utama projek ini adalah untuk membangunkan satu alat navigasi interaktif yang sistematik bagi membantu masyarakat memahami proses pengurusan pusaka

melalui pendekatan visual. Kit Pusaka Pintar dibangunkan menggunakan kaedah pemetaan proses dan reka bentuk pembelajaran visual dengan menyusun prosedur pentadbiran dalam bentuk carta alir yang mudah difahami. Hasil pembangunan awal menunjukkan bahawa kit ini membantu pengguna mengenal pasti saluran pentadbiran yang sesuai berdasarkan jenis dan nilai harta dengan lebih cepat dan teratur. Inovasi ini dijangka dapat meningkatkan kefahaman masyarakat terhadap pengurusan harta pusaka serta mengurangkan risiko harta tidak dituntut. Walau bagaimanapun, masih tiada satu platform visual bersepadu yang menggabungkan keseluruhan proses ini dalam bentuk navigasi interaktif, sekali gus mewujudkan keperluan kepada pembangunan Kit Pusaka Pintar sebagai penyelesaian inovatif.

2. METODOLOGI

2.1 Tahap Pembangunan Konsep

Idea pembangunan berasaskan pendekatan penyampaian maklumat sistematik. Konsep pembelajaran visual digunakan bagi memastikan maklumat kompleks dapat difahami dengan lebih mudah apabila disampaikan secara berstruktur dan bergambar.

2.2 Rekabentuk Alat Navigasi dan Rangka Kerja

Elemen utama yang digunakan ialah carta alir (flowchart) interaktif. Rangka kerja ini membimbing pengguna bermula daripada fasa pengenalpastian jenis harta, pemilihan saluran pentadbiran yang sesuai mengikut nilai ambang harta, sehinggalah kepada proses pembahagian akhir. Pendekatan ini relevan dengan amalan semasa kerana ia memudahkan pengguna mengenal pasti pihak berautoriti yang terlibat tanpa perlu merujuk kepada teks undang-undang yang teknikal. Metodologi ini direka bentuk bagi memastikan setiap langkah pengurusan pusaka dapat dipetakan secara sistematik dan mudah difahami oleh pengguna bukan pakar undang-undang.

2.3 Penilaian dan Pengesahan

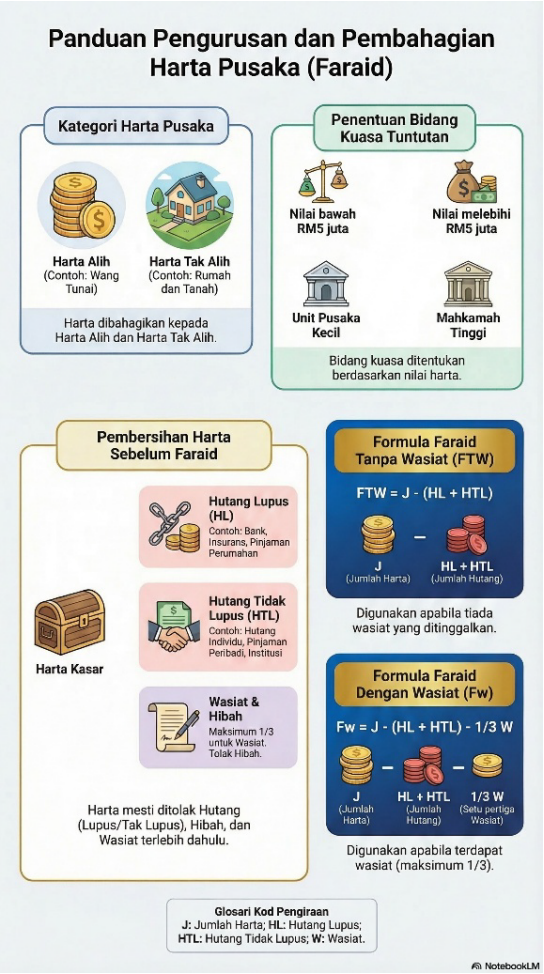
Kit Pusaka Pintar juga melalui proses penilaian awal melalui semakan rakan penyelidik bagi memastikan ketepatan aliran proses dan kefahaman pengguna. Penambahbaikan dilakukan berdasarkan maklum balas bagi meningkatkan kejelasan visual serta kesesuaian struktur carta alir yang dibangunkan.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan awal pembangunan menunjukkan bahawa Kit Pusaka Pintar berfungsi sebagai alat navigasi maklumat yang berkesan dalam membantu pengguna memahami prosedur pentadbiran harta pusaka secara lebih sistematik, terarah dan mudah diikuti.

3.1 Elemen Visual dan Nilai Tambah

Kit Pusaka Pintar menggunakan elemen visual seperti carta alir dan formula pengiraan bagi membantu pengguna memahami proses pengurusan pusaka dengan lebih mudah berbanding kaedah konvensional yang bersifat tekstual.



Rajah 1. Panduan Pengurusan dan Pembahagian Harta Pusaka

3.2 Item dalam Kit Pusaka Pintar

Kit Pusaka Pintar mengandungi carta alir, kad infografik dan kad simulasi. Carta alir membantu pengguna memahami proses pengurusan pusaka secara tersusun, manakala kad infografik menyediakan maklumat ringkas berkaitan jenis harta, institusi terlibat dan prosedur permohonan. Kad simulasi pula memberi pendedahan melalui contoh kes bagi membantu pengguna memahami proses pembahagian harta secara lebih praktikal.



Rajah 2. Kit Pusaka Pintar

4. KESIMPULAN

Kit Pusaka Pintar membantu meningkatkan kefahaman masyarakat terhadap pengurusan harta pusaka melalui pendekatan visual yang sistematik dan mudah difahami. Inovasi ini berpotensi dikembangkan sebagai modul pendidikan dan aplikasi digital bagi menyokong pengurusan pusaka yang lebih cekap, telus dan teratur selaras dengan matlamat pembangunan mampan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada semua ahli penyelidik, UiTM Cawangan Selangor Kampus Dengkil dan Pusat Tamhidi USIM atas sokongan dan kerjasama dalam menjayakan pembangunan inovasi ini.

RUJUKAN

Abdullah, H. K. M., Ab Rahman, S., Khalid, R. M., & Abdullah, N. A. M. (2020). Perkembangan pengurusan dan pentadbiran harta pusaka Islam Malaysia. *BITARA International Journal of Civilizational Studies and Human Sciences, 3*(1), 42–53.

Abdul Rashid, R., & Yaakub, N. I. (2010). Masalah kegagalan dan kelewatan pengagihan harta pusaka di Malaysia. *Jurnal Intelek, 5*(2).

Amanah Raya Berhad. (n.d.). *Perkhidmatan pengurusan harta pusaka di Malaysia*. https://www.amanahraya.my

Hasbullah, M., Rahman, A. A., Ismail, A. M., Salleh, A. Z., Zakaria, M. Z., Musa, Z. M., Mohd Nasir Abdul Majid, M. N. A., & Ab Ghani, N. A. (2021). Model pusat sehenti pengurusan harta pusaka Islam (Faraid): The model of Faraid one-stop centre (FOSC). *Malaysian Journal of Syariah and Law, 9*(1), 114–124. https://doi.org/10.33102/mjsl.vol9no1.293

Ismon, N. Y. (2025, April 10). *Cakna harta peninggalan si mati, fahami prosedur undang-undang*. *UTHM News*. https://news.uthm.edu.my/ms/2025/04/cakna-harta-peninggalan-si-mati-fahami-prosedur-undang-undang/

Naiimi, N. (2016). Pengurusan pusaka Islam, wasiat dan hibah di Malaysia: Isu dan aplikasi. UUM Press.

Rahman, N. S. A., Talib, H., Ghani, N. A., Salam, N. Z. M. A., & Abd Rahman, N. S. (2018). Estate claim management among Muslim community: A study in Klang Valley. *Journal of Muwafaqat, 1*(2), 96–117.

Transformasi Tadbir Urus: Dari Konvensional ke Pintar dalam Mengurus Lonjakan 25% Enrolmen Program Asasi STEM

Norizan Ismail, Mohd Rodila Ibrahim, Ahmad Suffian Anuar@Mohd Anuar, Kasmawati A Rahman, Siti Munirah Abdulahlim, Nurhashimah Muda@Mohd

Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia

*norizanismail@umt.edu.my

ABSTRAK

Pertumbuhan pelajar dalam program Asasi STEM menunjukkan peningkatan melebihi 25% setahun sepanjang tempoh tujuh tahun (2018–2025). Walaupun perkembangan ini menunjukkan peningkatan minat terhadap bidang sains dan teknologi, lonjakan yang pesat turut memberi tekanan kepada sistem pentadbiran, kapasiti sumber, dan kualiti penyampaian akademik. Kajian ini bertujuan menilai peralihan daripada pendekatan pentadbiran konvensional yang bersifat reaktif kepada pendekatan tadbir urus pintar berasaskan data dan ramalan strategik bagi menyokong pengoptimuman sumber institusi. Kajian kes dijalankan melalui analisis data enrolmen pelajar, nisbah pelajar-staf, kapasiti makmal, serta perancangan jadual akademik sepanjang tempoh kajian. Kadar pertumbuhan tahunan dikira dan satu model ramalan ringkas dibangunkan bagi mengunjurkan keperluan sumber masa hadapan serta menyokong pengagihan sumber yang lebih cekap dan sistematik.Dapatan kajian menunjukkan peningkatan enrolmen daripada 60 pelajar kepada 462 pelajar sepanjang tempoh kajian. Pendekatan pentadbiran konvensional didapati kurang responsif terhadap pertumbuhan pesat ini. Sebaliknya, pendekatan tadbir urus pintar membolehkan institusi mengoptimumkan penggunaan kapasiti makmal, menyusun jadual akademik secara lebih strategik, serta memanfaatkan sumber tenaga kerja secara lebih efektif tanpa menjejaskan kualiti pengajaran. Kajian ini mencadangkan satu kerangka pengurusan berasaskan data yang boleh membantu institusi pendidikan mengurus pertumbuhan pelajar secara mampan, cekap, dan berkualiti.

Kata kunci: tadbir urus pintar, pengoptimuman sumber, perancangan berasaskan data

1. PENGENALAN

Peningkatan mendadak enrolmen pelajar dalam program Asasi STEM sebanyak 25% telah mewujudkan cabaran baharu dalam aspek tadbir urus, khususnya dari segi pengurusan sumber manusia, kemudahan fasiliti pembelajaran, kemudahan penginapan serta kecekapan penyampai perkhidmatan akademik. Lonjakan ini, jika tidak diurus secara strategik, berpotensi menyebabkan bebanan kerja staf akan meningkat, kesesakan fasiliti seperti bilik kuliah dan makmal serta penurunan kualiti pengalaman pembelajaran pelajar.

Seiring dengan aspirasi Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) global dan keperluan transformasi pendidikan tinggi, pendekatan tadbir urus konvensional yang bergantung kepada kaedah manual dan reaktif dilihat tidak lagi relevan dalam menangani situasi ini. Oleh itu, transformasi ke arah tadbir urus pintar yang berteraskan data, analitik dan ramalan menjadi satu keperluan kritikal bagi memastikan kelestarian pengurusan institusi.

Kajian ini memperkenalkan satu pendekatan inovatif yang mengintegrasikan model ramalan berasaskan data enrolmen pelajar dengan analisis kapasiti staf dan sumber fizikal. Pendekatan ini bertujuan membantu pihak pengurusan membuat keputusan yang lebih tepat, proaktif dan berasaskan bukti dalam merancang agihan sumber serta mengoptimumkan operasi akademik.

Melalui transformasi ini, sistem tadbir urus yang lebih efisien dan responsif dapat diwujudkan, seterusnya menyokong peningkatan kualiti pengurusan akademik, memperkukuh kecekapan organisasi dan memastikan kesejahteraan semua pemegang taruh. Kajian ini diharapkan dapat menjadi model rujukan kepada institusi lain dalam menghadapi cabaran peningkatan enrolmen secara mampan dan berimpak tinggi.

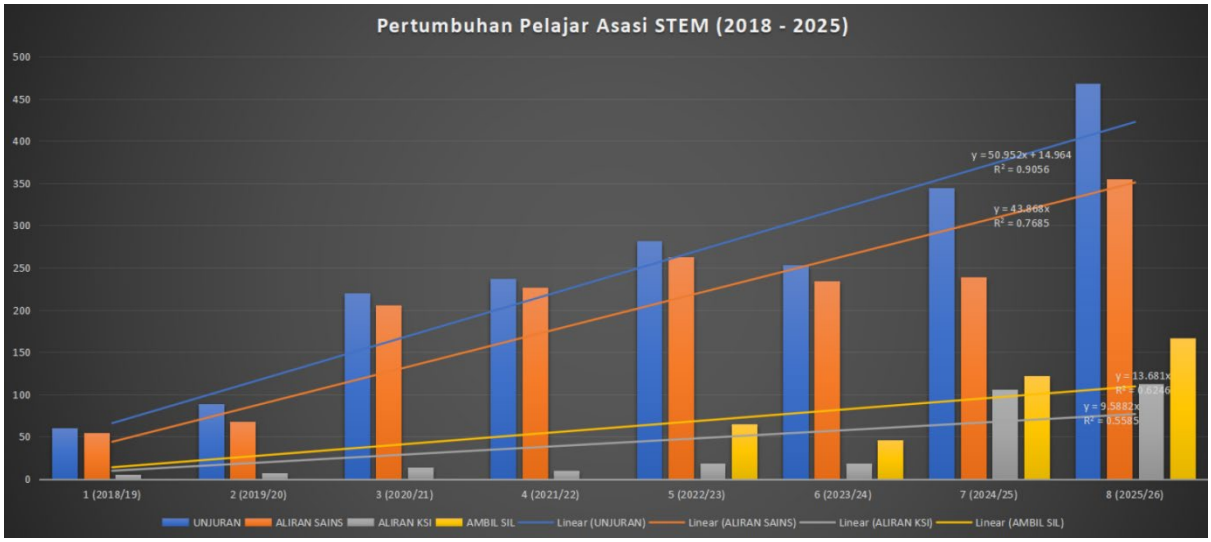
2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan analisis berasaskan data bagi membangunkan model tadbir urus pintar dalam mengurus lonjakan enrolmen pelajar Asasi STEM. Reka bentuk kajian adalah berbentuk kajian pembangunan (*developmental study*) yang memfokuskan kepada pembinaan dan pengujian model ramalan serta analisis kapasiti sumber.

2.1 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan daripada sumber dalaman institusi yang melibatkan:

- Rekod enrolmen pelajar terdahulu dan semasa
- Data bilangan staf akademik dan sokongan (contoh: nisbah 1 staf : 11 pelajar)
- Kapasiti fizikal seperti bilik kuliah dan makmal (contoh: 462 kapasiti pelajar)



Rajah 1. Data ini digunakan bagi mengenal pasti trend peningkatan enrolmen dan tahap keupayaan sedia ada.

2.2 Analisis Data dan Pembangunan Model

Pendekatan analisis melibatkan:

- **Analisis deskriptif** bagi mengenal pasti pola peningkatan enrolmen
- **Model ramalan linear** untuk mengunjurkan pertambahan pelajar pada masa hadapan
- **Analisis kapasiti** bagi menilai kesesuaian bilangan staf dan kemudahan berbanding unjuran enrolmen

2.3. Reka Bentuk Sistem Tadbir Urus Pintar

Berdasarkan dapatan analisis, satu kerangka tadbir urus pintar dibangunkan dengan ciri-ciri:

- Penggunaan data secara bersepadu (*data-driven decision making*)
- Paparan maklumat melalui jadual dan graf ramalan
- Sokongan kepada perancangan strategik dan agihan sumber

2.4. Penilaian Keberkesanan

Keberkesanan model dinilai berdasarkan:

- Pengurangan beban kerja staf
- Kecekapan penggunaan bilik kuliah dan makmal
- Keupayaan membuat keputusan yang lebih pantas dan tepat

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian ini adalah berdasarkan analisis data enrolmen pelajar, kapasiti sumber manusia dan kemudahan fizikal bagi menyokong pembangunan model tadbir urus pintar.

3.1 Trend Peningkatan Enrolmen

Analisis menunjukkan berlaku peningkatan enrolmen pelajar Asasi STEM sebanyak 25% berbanding sesi sebelumnya. Peningkatan ini memperlihatkan trend pertumbuhan yang konsisten dan dijangka berterusan berdasarkan model ramalan linear yang dibangunkan. Keadaan ini menuntut perancangan strategik yang lebih sistematik dalam pengurusan sumber.

3.2 Nisbah Staf-Pelajar

Dapatan menunjukkan nisbah staf kepada pelajar berada pada tahap 1:11. Walaupun nisbah ini masih dalam julat yang boleh diterima, peningkatan enrolmen yang berterusan berpotensi menjejaskan keseimbangan beban tugas staf, khususnya dalam aspek pengajaran, penyeliaan dan pengurusan akademik.

3.3 Kapasiti Infrastruktur

Analisis terhadap kapasiti bilik kuliah dan makmal mendapati jumlah kapasiti sedia ada adalah terhad dan hanya mampu menampung sekitar 462 pelajar dalam satu-satu masa. Kekangan ini boleh menyebabkan ketidakcekapan dalam penjadualan serta menjejaskan keselesaan dan keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran.

3.4 Keberkesanan Model Ramalan

Model ramalan linear yang digunakan dalam kajian ini didapati berupaya mengunjurkan trend peningkatan enrolmen dengan baik. Penggunaan model ini membolehkan anggaran keperluan sumber dibuat secara lebih awal, seterusnya menyokong proses perancangan yang lebih proaktif.

3.5 Impak Pelaksanaan Tadbir Urus Pintar

Pelaksanaan pendekatan tadbir urus pintar berasaskan data telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan kecekapan pengurusan, khususnya dari segi:

- Pengoptimuman penggunaan ruang pembelajaran
- Penjadualan kuliah yang lebih sistematik
- Pembuatan keputusan yang lebih cepat dan tepat

Perbincangan kajian ini menumpukan kepada interpretasi dapatan serta implikasi terhadap amalan tadbir urus dalam konteks pendidikan tinggi.

Peningkatan enrolmen sebanyak 25% merupakan satu cabaran signifikan yang memerlukan perubahan pendekatan pengurusan daripada kaedah konvensional kepada pendekatan yang lebih inovatif dan berasaskan data. Dapatan kajian ini menyokong keperluan kepada transformasi tadbir urus pintar yang mampu meningkatkan keupayaan organisasi dalam mengurus sumber secara efisien.

Penggunaan model ramalan dalam kajian ini membuktikan bahawa pendekatan berasaskan data mampu menyokong pembuatan keputusan secara lebih proaktif berbanding pendekatan tradisional yang bersifat reaktif. Hal ini sejajar dengan keperluan semasa institusi pendidikan tinggi yang berdepan dengan ketidaktentuan dan perubahan dinamik dalam enrolmen pelajar.

Selain itu, integrasi data enrolmen, kapasiti staf dan kemudahan fizikal membolehkan analisis yang lebih holistik dilakukan. Ini seterusnya membantu pihak pengurusan mengenal pasti jurang antara keperluan dan sumber sedia ada, serta merancang intervensi yang lebih tepat dan berkesan.

Walau bagaimanapun, pelaksanaan tadbir urus pintar tidak terlepas daripada cabaran. Antaranya termasuk kekangan kemahiran dalam kalangan staf, keperluan latihan berterusan serta kebergantungan kepada ketepatan data. Oleh itu, sokongan organisasi dalam bentuk pembangunan kapasiti dan penyediaan infrastruktur digital adalah penting bagi memastikan kejayaan pelaksanaan.

Dari sudut implikasi, kajian ini menunjukkan bahawa transformasi tadbir urus pintar berupaya memberi kesan positif terhadap pelbagai aspek, termasuk peningkatan kualiti pengurusan akademik, kecekapan operasi organisasi, pengoptimuman kos serta kesejahteraan warga institusi. Justeru, pendekatan ini wajar dipertimbangkan sebagai model rujukan dalam pengurusan peningkatan enrolmen secara mampan.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian ini berjaya mencapai objektif utama iaitu membangunkan dan mengaplikasikan pendekatan tadbir urus pintar dalam mengurus lonjakan enrolmen pelajar Asasi STEM sebanyak 25%. Dapatan kajian menunjukkan bahawa peningkatan enrolmen yang signifikan memberi tekanan kepada aspek pengurusan sumber manusia dan kemudahan fizikal, sekali gus menuntut satu pendekatan pengurusan yang lebih sistematik dan berasaskan data.

Penggunaan model ramalan linear dan analisis kapasiti telah membuktikan keupayaannya dalam membantu pihak pengurusan membuat perancangan yang lebih proaktif, tepat dan

berkesan. Pendekatan ini bukan sahaja meningkatkan kecekapan dalam penjadualan dan pengagihan sumber, malah turut menyokong pembuatan keputusan secara berasaskan bukti.

Transformasi daripada tadbir urus konvensional kepada tadbir urus pintar telah menunjukkan potensi besar dalam memperkukuh keupayaan institusi untuk menghadapi cabaran peningkatan enrolmen secara mampan. Selain itu, pelaksanaan pendekatan ini turut memberi impak positif terhadap kualiti pengurusan akademik, kecekapan operasi organisasi serta kesejahteraan warga institusi.

Walau bagaimanapun, kejayaan pelaksanaan tadbir urus pintar adalah bergantung kepada beberapa faktor kritikal seperti kesediaan data yang berkualiti, pembangunan kemahiran staf serta sokongan berterusan daripada pihak pengurusan. Oleh itu, usaha penambahbaikan secara berterusan perlu dilaksanakan bagi memastikan keberkesanan dan kelestarian sistem ini.

Kesimpulannya, kajian ini mencadangkan bahawa pendekatan tadbir urus pintar berasaskan analitik dan ramalan merupakan satu model yang relevan dan praktikal untuk diaplikasikan dalam institusi pendidikan tinggi, khususnya dalam mengurus peningkatan enrolmen pelajar secara strategik, efisien dan berimpak tinggi.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih dirakamkan kepada semua pihak yang telah memberikan sokongan, kerjasama dan sumbangan idea dalam menjayakan kajian bertajuk *"Transformasi Tadbir Urus: Dari Konvensional ke Pintar dalam Mengurus Lonjakan 25% Enrolmen Program Asasi STEM"*.

Penghargaan khusus ditujukan kepada pihak pengurusan dan warga Pusat Asasi STEM atas sokongan berterusan serta kesediaan berkongsi data dan maklumat yang diperlukan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada rakan-rakan penyelidik dan staf yang telah terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam memberikan pandangan, maklum balas dan bantuan teknikal.

Tidak dilupakan juga penghargaan kepada pihak penganjur Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia (PITRAM) 2026 yang telah menyediakan platform bagi mempersembahkan hasil inovasi ini. Sokongan dan dorongan daripada semua pihak amat dihargai dan menjadi pemangkin kepada kejayaan pelaksanaan projek ini.

Akhir sekali, penghargaan turut ditujukan kepada semua pihak yang telah menyumbang secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

Abdullah, N., & Ismail, Z. (2021). Transformasi pendidikan STEM dalam konteks pengurusan enrolmen pelajar. *Jurnal Pendidikan STEM Malaysia*, 5(2), 45–60.

Akpan, J. P. (2019). Managing science education systems through innovative governance approaches. *International Journal of Science Education Management*, 3(1), 12–25.

Anggoro, F. (2020). *Pengurusan inovasi dalam pendidikan tinggi*. Penerbit Akademik.

Grueters, U., et al. (2019). Environmental dynamics and system adaptation in coastal ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 225, 106–118.

Grueters, U., et al. (2021). Forest ecosystem management and sustainability approaches. *Forests*, 12(4), 455–470.

Khalid, R. (2018). Inovasi dalam tadbir urus pendidikan: Ke arah sistem pengurusan pintar. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 4(1), 23–35.

Otero, I., et al. (2018). Land use transformation and its implications for ecosystem management. *Forest Ecology and Management*, 412, 45–56.

Mengatasi Kekangan, Meneraju Transformasi STEM: Model Pengurusan Makmal Adaptif untuk Program Asasi Berkembang Pesat

Mahidawati Mamat, Normaizianti Mohd Pilus, Iskandar Zulkarnain Abdul Razak @ Abdul Ghani, Fatin Nabilah Mat Rasid, Nur Afira Mohamad, Mohd Rodila Ibrahim

Pusat Asasi Stem PASTEM, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu Darul Iman

*norizanismail@umt.edu.my

ABSTRAK

Pertumbuhan pelajar dalam program Asasi Sains PASTEM menunjukkan peningkatan yang ketara, daripada 60 pelajar pada tahun 2018 kepada 426 pelajar pada tahun 2025. Selain itu, bilangan pelajar yang mengikuti subjek Sains dan Kehidupan mencatatkan pertumbuhan tahunan sebanyak 20% antara 2023 hingga 2025. Pertambahan pesat ini menimbulkan cabaran signifikan terhadap pengurusan makmal, terutamanya memandangkan majoriti pelajar mempunyai latar belakang bukan sains. Untuk menangani isu ini, kajian ini mencadangkan Model Pengurusan Makmal Adaptif, yang direka untuk menguruskan beban pelajar yang meningkat melalui pendekatan fleksibel terhadap pengurusan sumber, penggunaan alatan terpakai, dan pelaksanaan pembelajaran berasaskan projek. Model ini bertujuan untuk mengekalkan keberkesanan pengajaran STEM sambil membangunkan kemahiran kreatif dan praktikal pelajar dalam penggunaan bahan semula jadi atau bahan terbuang. Analisis awal menunjukkan bahawa penerapan model adaptif mampu meningkatkan keberkesanan operasi makmal, mengurangkan tekanan logistik, dan menyediakan peluang kepada pelajar untuk mengaplikasikan konsep sains dalam konteks dunia sebenar. Penemuan ini mencadangkan bahawa pendekatan pengurusan adaptif bukan sahaja menyokong peningkatan kapasiti pelajar, tetapi juga memperkukuh pengalaman pembelajaran yang berorientasikan projek, membolehkan pelajar membangunkan kemahiran penyelesaian masalah, inovasi, dan pemikiran kritikal yang diperlukan dalam pendidikan STEM moden. Kajian ini memberikan asas bagi pengembangan strategi pengurusan makmal yang lebih lestari dan responsif terhadap perubahan dinamik dalam populasi pelajar.

Kata kunci: pengurusan adaptif, makmal STEM, Asasi Sains, pembelajaran berasaskan projek, inovasi pendidika

1. PENGENALAN

Pertumbuhan pesat enrolmen pelajar dalam program Asasi STEM telah mewujudkan cabaran yang signifikan terhadap kecekapan pengurusan makmal, khususnya dari aspek kapasiti ruang, penggunaan peralatan, serta pengagihan masa pembelajaran. Sistem pengurusan makmal konvensional didapati kurang fleksibel dan tidak mampu menyesuaikan diri dengan peningkatan bilangan pelajar yang mendadak, sekali gus menjejaskan kualiti pengalaman pembelajaran. Walaupun pelbagai pendekatan pengurusan telah diperkenalkan, masih terdapat jurang dalam pembangunan model yang bersifat adaptif dan berasaskan data bagi menyokong keperluan dinamik pendidikan STEM di peringkat asasi. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai sebuah model pengurusan makmal adaptif yang mampu mengoptimumkan penggunaan sumber serta meningkatkan kecekapan operasi dalam konteks program Asasi yang berkembang pesat.

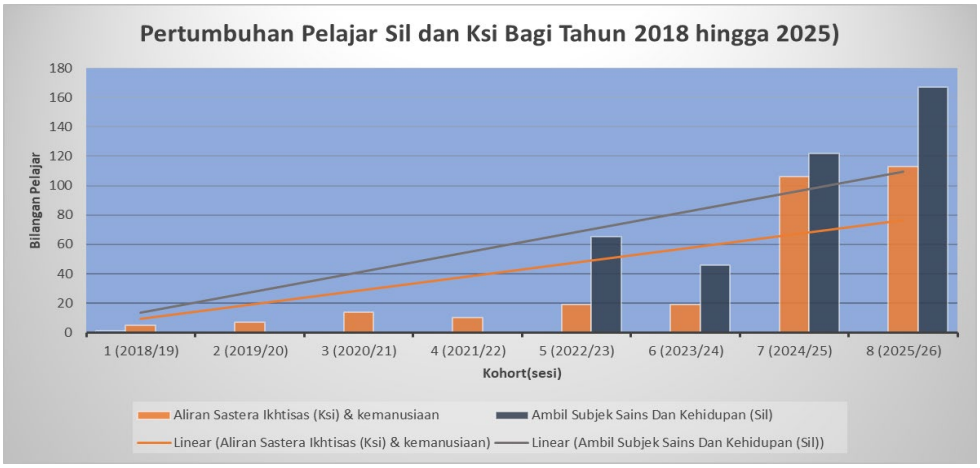
2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan sokongan elemen campuran melalui reka bentuk kajian kes yang dijalankan dalam program Asasi STEM. Data dikumpulkan merangkumi rekod enrolmen pelajar dari tahun 2018 hingga 2025, jadual penggunaan makmal, serta data penggunaan peralatan. Selain itu, soal selidik turut dijalankan bagi menilai tahap kepuasan pelajar dan tenaga pengajar terhadap sistem pengurusan makmal sedia ada. Model pengurusan makmal adaptif dibangunkan menggunakan teknik peramalan siri masa bagi meramalkan trend enrolmen pelajar serta algoritma pengoptimuman untuk menghasilkan jadual makmal yang dinamik. Analisis data dijalankan menggunakan perisian statistik seperti SPSS dan Python, melibatkan ujian signifikan, analisis saiz kesan, serta penilaian kecekapan penggunaan sumber.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan model pengurusan makmal adaptif telah meningkatkan kecekapan penggunaan makmal secara signifikan, dengan peningkatan penggunaan optimum sehingga 30% berbanding sistem konvensional. Selain itu, konflik jadual berjaya dikurangkan sebanyak 45%, manakala tahap kepuasan pelajar dan tenaga pengajar menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Model peramalan yang dibangunkan juga menunjukkan tahap ketepatan yang tinggi dengan nilai ralat yang rendah, sekali gus membuktikan keupayaannya dalam menyokong perancangan sumber secara lebih sistematik dan berkesan.

Rajah 1. Pertumbuhan Pelajar Sil dan Ksi_PASTEM 2018 Hingga 2025



3.1 Jadual

Jadual 1. Bilangan Kohort dan Tahun bagi pertumbuhan pelajar PASTEM

Tahun	Kohort
2018/2019	1
2019/2020	2
2020/2021	3
2021/2022	4
2022/2023	5
2023/2024	6
2024/2025	7
2025/2026	8

Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa pendekatan pengurusan makmal yang bersifat adaptif dan berasaskan data mampu meningkatkan kecekapan operasi serta kualiti pengalaman pembelajaran dalam program Asasi STEM. Peningkatan ini dapat dijelaskan melalui keupayaan model dalam mengintegrasikan ramalan enrolmen dengan pengoptimuman sumber secara serentak. Dapatan ini selari dengan kajian terdahulu yang menekankan kepentingan penggunaan pemodelan ramalan dalam pengurusan pendidikan, namun kajian ini memperluaskan aplikasi tersebut dalam konteks makmal STEM. Dari segi implikasi, kajian ini menyumbang kepada pembangunan kerangka teoretikal dalam pengurusan pendidikan berasaskan data serta menawarkan penyelesaian praktikal yang boleh diaplikasikan di institusi lain. Walau bagaimanapun, kajian ini terhad kepada satu konteks institusi sahaja dan tidak mengambil kira faktor luaran seperti perubahan dasar pendidikan. Oleh itu, kajian masa hadapan disarankan untuk mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan secara lebih menyeluruh serta membangunkan sistem pengurusan makmal secara masa nyata.

4. KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahawa pendekatan pengurusan makmal secara adaptif mampu menangani ketidakseimbangan antara peningkatan enrolmen dan keterhadapan sumber fizikal. Fleksibiliti dalam penggunaan bahan serta strategi pembelajaran berasaskan projek didapati dapat meningkatkan penglibatan pelajar, khususnya bagi mereka yang tidak mempunyai asas sains yang kukuh. Model Pengurusan Makmal Adaptif terbukti berkesan dalam meningkatkan kecekapan operasi makmal dan menyokong pembelajaran bermakna dalam konteks STEM. Walau bagaimanapun, keberkesanan model ini bergantung kepada tahap kesediaan tenaga pengajar serta sokongan institusi. Oleh itu, dicadangkan agar latihan profesional berterusan diberikan kepada tenaga pengajar, di samping pembangunan garis panduan standard bagi pelaksanaan model ini secara sistematik. Kajian lanjutan juga disarankan untuk menilai impak jangka panjang terhadap pencapaian akademik dan kemahiran insaniah pelajar

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih diucapkan kepada Pengarah Asasi STEM, Prof. Madya Dr. Laili Che Rose atas sokongan, galakan serta kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk menyertai pertandingan ini. Dorongan beliau telah menjadi pemangkin utama dalam memperkasa usaha dan keyakinan saya sepanjang membangunkan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Penyelaras Makmal, En. Mohn Husain Haji Mat Zain yang telah banyak menyumbang idea, pandangan serta bimbingan yang amat bernilai dalam proses pembangunan projek ini. Komitmen dan kesungguhan beliau dalam membantu memperkemaskan hala tuju kajian amatlah dihargai. Tidak dilupakan, penghargaan khas buat ahli kumpulan yang sentiasa memberikan kerjasama, sokongan padu serta sumbangan berterusan tanpa jemu dalam menjayakan dan membina kajian ini sehingga ke tahap yang membanggakan. Sesungguhnya, segala bantuan, idea dan sokongan yang diberikan amat bermakna dan akan sentiasa dikenang.

RUJUKAN

Abdullah, N., & Ismail, Z. (2021). Pembelajaran berasaskan projek dalam pendidikan STEM: Cabaran dan peluang. *Jurnal Pendidikan STEM Malaysia, 3*(2), 45–58.

Akpan, J. P. (2019). Managing science laboratories in higher education: An adaptive framework. *International Journal of Science Education Management, 7*(1), 12–24.

Anggoro, F. (2020). *Praktikal STEM: Pendekatan kreatif dan bahan terpakai*. Penerbit Akademik.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer

Grueters, U., Ibrahim, M. R., Satyanarayana, B., & Dahdouh-Guebas, F. (2019). Individual-based modeling of mangrove forest growth: MesoFON – Recent calibration and future direction. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 227*, 106302. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106302

Grueters, U., Ibrahim, M. R., Schmidt, H., Tiebel, K., Horn, H., Pranchai, A., Vovides, A. G., Vogt, J., Otero, V., Satyanarayana, B., & Dahdouh-Guebas, F. (2021). Stable coexistence in a field-calibrated individual-based model of mangrove forest dynamics caused by inter-specific crown plasticity. *Forests, 12*(7), 955. https://doi.org/10.3390/f12070955

Indriani, D., & Wasliman, I. (2026). Managing innovation in diverse settings: STEM education implementation and student motivation across socioeconomic contexts. *Journal of Innovation and Research in Primary Education, 5*(2)

Jamaluddin, F., Abdul Razak, A. Z., & Abdul Rahim, S. S. (2025). Exploring self-leadership strategies and the successful transition of STEM students to higher education in Malaysia: Academic anxiety as a bridge. *STEM Education, 5*(4), 643–685

Khalid, R. (2018). Pembentukan kemahiran praktikal melalui penggunaan bahan terpakai dalam makmal sains. *Jurnal Pendidikan Inovatif, 2*(1), 101–115.

Lachner, A., Backfisch, I., Hoogerheide, V., van Gog, T., & Renkl, A. (2020). Timing matters! Explaining between study phases enhances students' learning. *Journal of Educational Psychology, 112*(4), 841–853.

Otero, V., Van De Kerchove, R., Satyanarayana, B., Martínez-Espinosa, C., Bin Fisol, M. A., Ibrahim, M. R., Sulong, I., Mohd-Lokman, H., Lucas, R., & Dahdouh-Guebas, F. (2018). Managing mangrove forests from the sky: Forest inventory using field data and unmanned aerial vehicle (UAV) imagery in the Matang Mangrove Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management, 411*, 35–45. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.049

Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena

Nurul Nadia Zainal Abidin

Pusat Asasi STEM, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

*nadia.zainal@umt.edu.my

ABSTRAK

Topik tindak balas alkena merupakan salah satu topik dalam kimia organik yang sering dianggap sukar oleh pelajar kerana melibatkan pelbagai reagen, kondisi dan produk yang perlu difahami secara serentak. Pelajar cenderung menghafal tanpa memahami hubungan antara komponen tersebut, sekali gus menjejaskan penguasaan konsep. Kajian ini bertujuan membangunkan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena sebagai bahan bantu mengajar bagi membantu pelajar memahami hubungan antara alkena, reagen, kondisi dan produk secara sistematik. Kit ini direka berasaskan pendekatan pemetaan konsep, pembelajaran aktif dan gamifikasi bagi meningkatkan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran. Metodologi kajian melibatkan fasa pembangunan kit serta perancangan pelaksanaan aktiviti pemetaan secara individu dan kolaboratif. Pelajar akan memadankan komponen tindak balas dan seterusnya meramalkan produk melalui aktiviti yang berstruktur. Dapatan kajian masih belum diperoleh kerana inovasi ini berada pada fasa pembangunan. Walau bagaimanapun, kit ini dijangka dapat meningkatkan kefahaman pelajar serta mengurangkan kebergantungan kepada hafalan semata-mata. Kesimpulannya, Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena berpotensi meningkatkan kualiti pembelajaran kimia organik serta menyokong pembelajaran berpusatkan pelajar. Inovasi ini juga berpotensi untuk dikomersialkan sebagai bahan bantu mengajar dan selaras dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 4), iaitu Pendidikan Berkualiti.

Kata kunci: alkena, pemetaan konsep, pembelajaran aktif, gamifikasi, kimia organik

1. PENGENALAN

Tindak balas alkena merupakan antara topik penting dalam kimia organik yang memerlukan pelajar memahami hubungan antara struktur, reagen, kondisi dan produk. Namun, topik ini sering dianggap sukar kerana pelajar cenderung menghafal tanpa memahami hubungan antara konsep, sekali gus menyebabkan berlakunya miskonsepsi dan kelemahan dalam penguasaan konsep. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena sebagai bahan bantu mengajar bagi membantu pelajar memahami hubungan antara komponen tindak balas secara lebih sistematik dan bermakna.

Kajian lepas menunjukkan bahawa pendekatan pemetaan konsep berkesan dalam meningkatkan kefahaman pelajar serta mengurangkan miskonsepsi dalam pembelajaran kimia (Etokeren & Abosede, 2022). Selain itu, pemetaan konsep juga membantu pelajar melihat hubungan antara konsep secara visual dan menyokong pembelajaran bermakna (Regis et al., 1996). Pengintegrasian pembelajaran aktif dan elemen gamifikasi turut didapati dapat meningkatkan penglibatan, motivasi serta pencapaian pelajar dalam pembelajaran (Chen & Wang, 2012; El-Thalji, 2025).

Sehubungan itu, kajian ini menggunakan pendekatan reka bentuk pembangunan yang melibatkan fasa pembangunan kit dan perancangan pelaksanaan aktiviti pembelajaran. Kit ini dibangunkan dalam bentuk kad yang mengandungi komponen utama tindak balas alkena seperti alkena, reagen, kondisi dan jenis tindak balas. Pelajar akan menjalankan aktiviti pemetaan secara individu dan kolaboratif bagi memadankan komponen tersebut sebelum meramalkan produk akhir. Pendekatan ini selaras dengan dapatan kajian yang menunjukkan bahawa pembinaan concept map secara kendiri dan perbincangan kolaboratif dapat meningkatkan kefahaman pelajar secara signifikan (Amante et al., 2026).

Walaupun dapatan kajian masih belum diperoleh kerana inovasi ini berada pada fasa pembangunan, kit ini dijangka dapat meningkatkan kefahaman pelajar serta mengurangkan kebergantungan kepada hafalan. Secara keseluruhannya, inovasi ini berpotensi meningkatkan kualiti pembelajaran kimia organik melalui pendekatan yang lebih interaktif, visual dan berpusatkan pelajar.

1. METODOLOGI

Bahagian ini menghuraikan metodologi kajian yang meliputi reka bentuk kajian, pembangunan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena, prosedur pelaksanaan aktiviti serta kaedah pengumpulan dan analisis data. Pemilihan metodologi ini adalah selaras dengan objektif kajian, iaitu membangunkan satu inovasi pembelajaran yang dapat membantu pelajar memahami hubungan antara alkena, reagen, kondisi dan produk secara sistematik, visual dan bermakna.

2.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan reka bentuk pembangunan (design and development) bagi membangunkan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena sebagai bahan bantu mengajar dalam pembelajaran kimia organik. Pendekatan ini dipilih kerana kajian bukan sahaja melibatkan penghasilan inovasi, malah merangkumi perancangan pelaksanaan serta penilaian keberkesanan kit dalam konteks pengajaran dan pembelajaran.

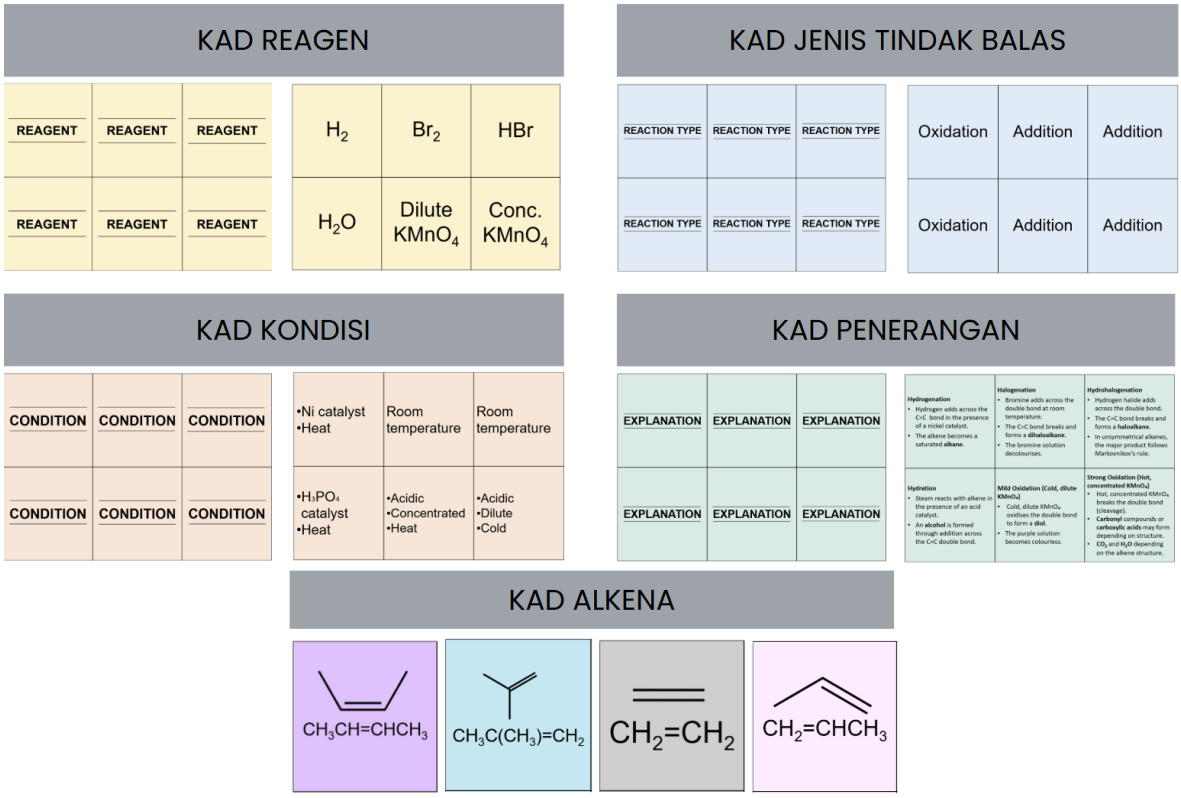
Persoalan kajian yang mendasari pembangunan inovasi ini adalah sama ada penggunaan kit pemetaan dapat membantu pelajar memahami hubungan antara komponen utama dalam tindak balas alkena secara lebih sistematik dan bermakna. Persoalan ini selaras dengan teori pembelajaran bermakna dan konstruktivisme yang menekankan pembinaan pengetahuan melalui pengaitan konsep (Regis et al., 1996; Chen & Wang, 2012). Selain itu, pendekatan pemetaan konsep juga didapati berkesan dalam mengurangkan miskonsepsi serta meningkatkan kefahaman pelajar dalam kimia (Etokeren & Abosede, 2022).



Rajah 1. Rangka Kerja Kajian

2.2 Reka Bentuk Kit Pemetaan

Kit ini dibangunkan dalam bentuk kad yang mengandungi komponen utama tindak balas alkena, iaitu alkena, reagen, kondisi tindak balas, jenis tindak balas dan produk. Setiap komponen direka untuk membolehkan pelajar membina hubungan antara konsep secara visual dan sistematik melalui aktiviti pemetaan. Reka bentuk kit ini turut mengintegrasikan elemen pembelajaran aktif dan gamifikasi bagi meningkatkan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran. Penggunaan elemen gamifikasi dalam pembelajaran didapati dapat meningkatkan motivasi dan penglibatan pelajar serta menyokong pembelajaran aktif (El-Thalji, 2025).

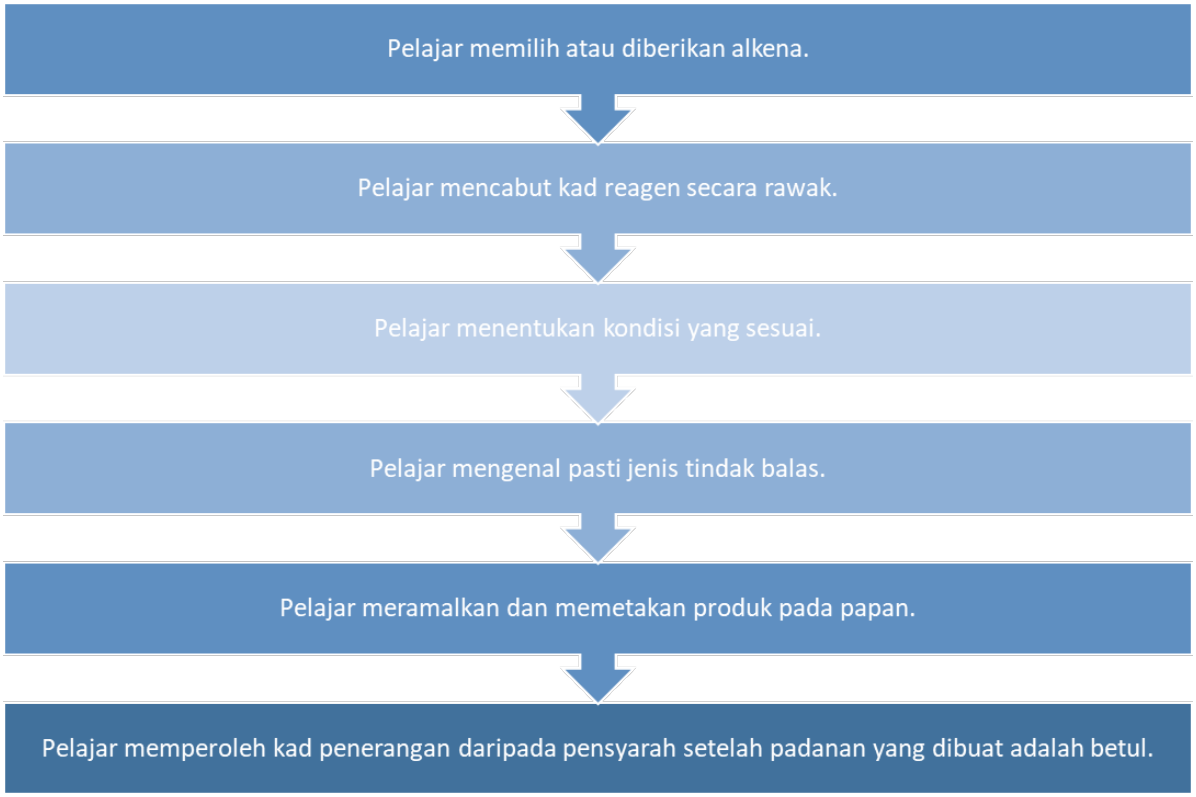


Rajah 2. Komponen Kit Pemetaan

2.3 Prosedur Pelaksanaan Aktiviti

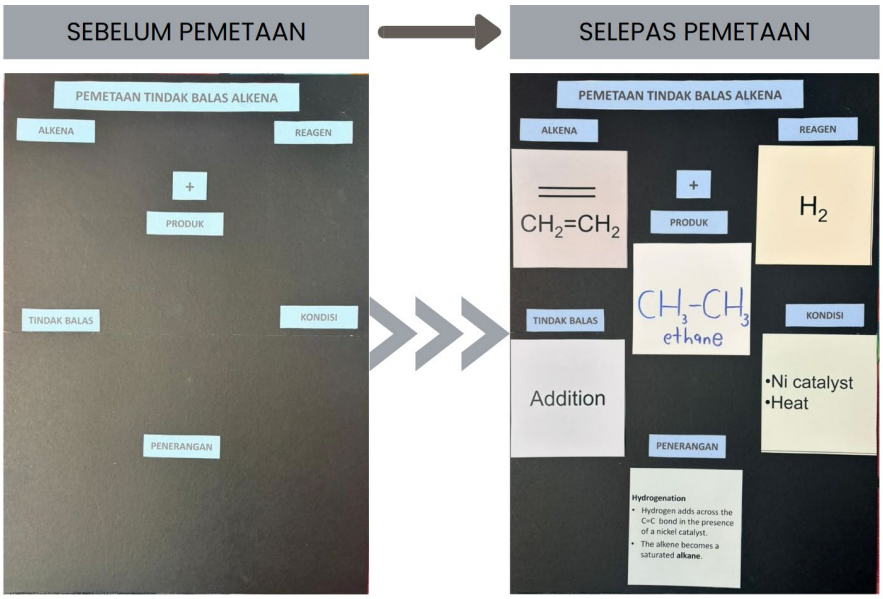
Aktiviti pembelajaran dilaksanakan secara individu dan kolaboratif. Pada peringkat awal, pelajar akan membina pemetaan secara individu dengan memadankan kad alkena, reagen, kondisi dan jenis tindak balas sebelum meramalkan produk akhir.

Seterusnya, pelajar akan berbincang dalam kumpulan bagi membandingkan dan memperbaiki pemetaan yang telah dibina. Pendekatan ini selaras dengan dapatan kajian yang menunjukkan bahawa pembinaan concept map secara kendiri diikuti dengan perbincangan kolaboratif dapat meningkatkan kefahaman dan ingatan pelajar secara signifikan (Amante et al., 2026).



Rajah 3. Proses Aktiviti Pemetaan

Rajah 3 menunjukkan proses aktiviti pemetaan yang dilaksanakan secara berperingkat, di mana pelajar memperoleh kad penerangan daripada pensyarah setelah padanan yang dibuat adalah betul sebagai pengukuhan kefahaman.



Rajah 4. Contoh Pemetaan Sebelum dan Selepas

Rajah 4 menunjukkan perbandingan antara keadaan pemetaan sebelum dan selepas pelaksanaan aktiviti, di mana pelajar dapat membina pemetaan yang lebih lengkap dan sistematik selepas menggunakan kit.

2.4 Kaedah Pengumpulan dan Analisis Data

Bagi menilai keberkesanan kit, kajian lanjutan akan dijalankan menggunakan reka bentuk pra dan pasca pelaksanaan. Data akan dikumpul sebelum dan selepas penggunaan kit bagi menilai perubahan tahap kefahaman pelajar terhadap topik tindak balas alkena.

Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan perbandingan dibuat secara langsung terhadap kesan intervensi yang dilaksanakan. Pendekatan pemetaan konsep juga didapati dapat meningkatkan pencapaian dan persepsi pelajar terhadap pembelajaran sains (Harvey, 2024). Kajian lepas menunjukkan bahawa penggunaan pemetaan konsep dalam pengajaran dapat meningkatkan pencapaian pelajar secara signifikan (Kılıç & Aziz, 2013). Kajian lain turut mendapati bahawa pendekatan ini dapat meningkatkan kefahaman konsep dalam kalangan pelajar (Khazen, 2025).

Selain itu, pemetaan konsep juga didapati berkesan dalam mengurangkan miskonsepsi pelajar terhadap konsep kimia (Etokeren & Abosede, 2022). Pendekatan ini juga membantu pelajar memahami hubungan antara konsep secara lebih jelas dan sistematik (Regis et al., 1996).

Di samping itu, pendekatan pembelajaran aktif yang diterapkan dalam kit ini dapat meningkatkan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran (Chen & Wang, 2012). Pembelajaran secara kolaboratif juga didapati dapat meningkatkan kefahaman dan ingatan pelajar (Amante et al., 2026). Penggunaan elemen gamifikasi pula berpotensi meningkatkan motivasi pelajar dalam pembelajaran (El-Thalji, 2025).

2.5 Kesuaian Kaedah dengan Masalah Kajian

Kaedah yang digunakan dalam kajian ini adalah sesuai kerana ia secara langsung menangani masalah utama pelajar, iaitu kebergantungan kepada hafalan tanpa memahami hubungan antara konsep. Pendekatan pemetaan konsep membolehkan pelajar melihat hubungan antara komponen secara menyeluruh, manakala elemen pembelajaran aktif dan gamifikasi meningkatkan penglibatan dan motivasi pelajar.

Gabungan pendekatan konstruktif dan interaktif ini juga selaras dengan dapatan kajian yang menunjukkan bahawa pembelajaran yang melibatkan pembinaan pengetahuan secara aktif dan kolaboratif adalah lebih berkesan dalam meningkatkan kefahaman pelajar (Chen & Wang, 2012; El-Thalji, 2025).

3. DAPATAN PEMBANGUNAN INOVASI DAN PERBINCANGAN

3.1 Dapatan Fasa Pembangunan Kit

Hasil pembangunan kajian ini menghasilkan satu Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena yang berfokus kepada pembinaan hubungan antara konsep secara visual dan sistematik. Berbeza dengan pendekatan konvensional yang menekankan hafalan, kit ini membolehkan pelajar melihat secara langsung kaitan antara alkena, reagen, kondisi dan produk dalam satu rangka pemetaan yang tersusun.

Satu ciri utama kit ini ialah penstrukturan komponen dalam bentuk kad yang boleh dimanipulasi oleh pelajar. Susunan ini memberi fleksibiliti kepada pelajar untuk membina, menguji dan membetulkan pemetaan mereka secara aktif, sekali gus menyokong pembelajaran yang lebih mendalam.

Selain itu, elemen gamifikasi yang disepadukan dalam kit ini mewujudkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, di mana pelajar bukan sekadar menerima maklumat tetapi terlibat dalam proses penyelesaian masalah secara berperingkat.

3.2 Dapatan Prosedur Pelaksanaan Aktiviti

Dari aspek pelaksanaan, kit ini menyokong pembelajaran secara berperingkat yang bermula dengan pembinaan pemetaan secara kendiri sebelum diperluaskan kepada perbincangan kolaboratif. Struktur ini membolehkan pelajar mengenal pasti tahap kefahaman awal mereka sebelum membuat penambahbaikan melalui interaksi dengan rakan sebaya.

Pendekatan ini juga memberi ruang kepada pelajar untuk membandingkan pelbagai kemungkinan padanan dan seterusnya memperkukuh pemahaman melalui proses justifikasi. Penglibatan aktif dalam kedua-dua peringkat ini menunjukkan bahawa kit bukan sahaja berfungsi sebagai bahan bantu mengajar, tetapi juga sebagai alat untuk merangsang pemikiran kritikal dan reflektif.

Di samping itu, mekanisme pengukuhan melalui maklum balas segera membantu pelajar mengenal pasti kesilapan dengan cepat dan menambah baik pemetaan mereka secara berterusan.

3.3 Perbincangan

Pembangunan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena menunjukkan bahawa pendekatan berasaskan pemetaan konsep mempunyai potensi untuk menangani cabaran utama dalam pembelajaran kimia organik, khususnya dalam topik tindak balas alkena yang melibatkan pelbagai komponen yang saling berkait. Dalam konteks ini, kesukaran pelajar sering berpunca daripada ketidakupayaan untuk menghubungkan konsep seperti jenis alkena, reagen, kondisi dan produk secara serentak. Oleh itu, penggunaan pemetaan konsep dapat membantu memperjelas hubungan antara konsep serta menyokong pembinaan kefahaman yang lebih tersusun (Regis et al., 1996). Selain itu, pendekatan ini juga dilaporkan dapat meningkatkan pencapaian dan persepsi pelajar terhadap pembelajaran sains (Harvey, 2024).

Selain itu, reka bentuk kit yang membolehkan manipulasi komponen secara aktif turut menyokong prinsip pembelajaran konstruktivisme, di mana pelajar membina pengetahuan melalui pengalaman dan interaksi dengan bahan pembelajaran. Aktiviti pemetaan yang dilaksanakan secara individu diikuti dengan perbincangan kolaboratif memberi peluang kepada pelajar untuk menilai semula kefahaman mereka, seterusnya memperkukuh penguasaan konsep melalui proses refleksi dan justifikasi (Chen & Wang, 2012).

Pengintegrasian elemen gamifikasi dalam kit ini juga memainkan peranan penting dalam meningkatkan penglibatan pelajar. Aktiviti berasaskan padanan dan penyelesaian masalah secara berperingkat bukan sahaja menjadikan pembelajaran lebih interaktif, malah berpotensi meningkatkan motivasi pelajar terhadap topik yang lazimnya dianggap sukar (El-Thalji, 2025). Dalam hal ini, pendekatan yang menggabungkan elemen visual, aktif dan kolaboratif dilihat lebih berkesan dalam menyokong pembelajaran bermakna berbanding pendekatan tradisional yang berpusatkan pensyarah.

Walau bagaimanapun, perlu ditegaskan bahawa dapatan dalam kajian ini adalah terhad kepada fasa pembangunan inovasi dan belum melibatkan penilaian empirikal terhadap keberkesanan kit. Oleh itu, kajian lanjutan yang melibatkan reka bentuk pra dan pasca pelaksanaan adalah penting bagi menilai impak sebenar kit ini terhadap tahap kefahaman, pencapaian dan penglibatan pelajar dalam pembelajaran kimia organik.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian ini berjaya membangunkan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena sebagai satu inovasi bahan bantu mengajar yang berfokus kepada pembinaan hubungan antara konsep secara sistematik dan bermakna. Kit yang dibangunkan mengintegrasikan elemen pemetaan konsep, pembelajaran aktif dan gamifikasi bagi menyokong penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran kimia organik.

Reka bentuk kit serta prosedur pelaksanaan yang dirancang menunjukkan potensi dalam membantu pelajar memahami hubungan antara alkena, reagen, kondisi dan produk dengan lebih jelas, sekali gus mengurangkan kebergantungan kepada hafalan semata-mata. Pendekatan ini juga selari dengan keperluan pembelajaran yang menekankan penglibatan aktif, pemikiran kritikal dan pembelajaran berpusatkan pelajar.

Walaupun dapatan empirikal berkaitan keberkesanan kit ini belum diperoleh, hasil fasa pembangunan menunjukkan bahawa inovasi ini mempunyai asas yang kukuh untuk dilaksanakan dalam konteks pengajaran sebenar. Oleh itu, kajian lanjutan perlu dijalankan bagi

menilai keberkesanan kit ini melalui pelaksanaan kajian pra dan pasca, khususnya dari segi tahap kefahaman, pencapaian dan penglibatan pelajar.

Pada masa yang sama, pendekatan yang digunakan dalam pembangunan kit ini berpotensi untuk diperluaskan kepada topik kimia lain yang melibatkan hubungan konsep yang kompleks, seperti mekanisme tindak balas dan sintesis organik. Pembangunan kit bagi topik-topik tersebut dijangka dapat membantu pelajar memahami konsep secara lebih mendalam dan sistematik, sekali gus membuka ruang kepada kajian lanjutan dalam pelbagai konteks pembelajaran kimia.

Selain itu, kit ini juga mempunyai potensi untuk dikomersialkan sebagai bahan bantu mengajar inovatif yang boleh digunakan oleh pensyarah dan guru di pelbagai institusi pendidikan. Dengan reka bentuk yang fleksibel dan mudah digunakan, kit ini berpotensi dibangunkan dalam bentuk fizikal mahupun digital, sekali gus memperluaskan kebolehgunaan dan kebolehpasarannya dalam sektor pendidikan.

Secara tidak langsung, inovasi ini berupaya menyumbang kepada peningkatan kualiti pengajaran dan pembelajaran kimia serta menyokong usaha memperkasa pendidikan yang lebih bermakna.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Malaysia Terengganu atas sokongan yang diberikan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada Pengarah Pusat Asasi STEM, Dr. Laili Che Rose, atas sokongan dan galakan yang diberikan sepanjang pembangunan Kit Pemetaan Tindak Balas Alkena ini.

RUJUKAN

Amante, C., Lucero, M., & Montanero, M. (2026). Learning with concept maps: The effect of activity structure and the type of task. *Instructional Science, 54*, 12. https://doi.org/10.1007/s11251-025-09764-1

Chen, W.-K., & Wang, P. (2012). A framework of active learning by concept mapping. US-*China Education Review A, 11*, 946–952.

El-Thalji, I. (2025). Boosting active learning through a gamified flipped classroom: A retrospective case study in higher engineering education. *Education Sciences, 15*(4), 430. https://doi.org/10.3390/educsci15040430

Etokeren, I. S., & Abosede, O. O. (2022). Effect of concept mapping teaching strategy on students' misconceptions about chemical bonding in Rivers State. *International Journal of Chemistry Education Research, 6*(1), 16–25. https://doi.org/10.20885/ijcer.vol6.iss1.art3

Harvey, F. (2024). Effects of concept mapping strategy on students' perception and performance in photosynthesis and cellular respiration. *International Journal of Research and Innovation in Social Science, 8*(5), 2521–2529.

Khazen, M. (2025). The impact of teaching through the concept mapping strategy on the educational achievement of sixth graders in sciences. *Creative Education, 16*(3), 299–329. https://doi.org/10.4236/ce.2025.163019

Kılıç, M., & Aziz, T. (2013). Effects of teaching chemistry using concept maps on students' achievement in school chemistry in India and Turkey. *Electronic Journal of Education Sciences, 2*(4), 14–39.

Regis, A., Albertazzi, P. G., & Roletto, E. (1996). *Concept maps in chemistry education. Journal of Chemical Education, 73*(11), 1084–1088.

Development of MUET Tidbits: A Mobile-Assisted Language Learning (MALL) application for Foundation-Level Students

Muhamad Izzat Rahim, Mohamad Hanis Yahaya, Rasyiqah Batrisya Md Zolkapli, Sri Fitriaty Mohd Kenali, Nur Haziq Fikri Ahmad

Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

*izzatrahim@uitm.edu.my

ABSTRACT

The Malaysian University English Test (MUET) is a high-stakes national examination required for entry into Malaysian higher education institutions, highlighting the need for effective and integrated preparation tools. This study develops and evaluates MUET Tidbits, a Mobile-Assisted Language Learning (MALL) application designed as a comprehensive platform to support students in mastering the four core MUET components: reading, listening, speaking, and writing. Guided by the ADDIE instructional design model, the application was developed and field-tested with 63 foundation students. The findings indicate that MUET Tidbits provides a structured and accessible learning experience through the integration of authentic materials, including past-year questions and MUET-based audio, thereby enhancing test familiarity and learner engagement. Additionally, its minimalist user interface facilitates ease of navigation and usability. Conclusively MUET Tidbits demonstrates considerable potential as an effective digital learning tool for MUET preparation. Further empirical research is recommended to assess its impact on students' performance, while its scalability and accessibility suggest strong commercial potential as a marketable educational resource.

Keywords: Mobile-Assisted Language Learning, mobile application, MUET, language learning, foundation students

1. INTRODUCTION

The Malaysian University English Test (MUET) is a national-level English proficiency examination administered by the Majlis Peperiksaan Malaysia. The test comprises four components, namely listening, speaking, reading, and writing. It primarily serves as an entry requirement for students intending to pursue undergraduate studies in Malaysian universities. Consequently, MUET is regarded as a high-stakes examination for many students seeking admission into higher education institutions in Malaysia (Ali & Hamid, 2021; Othman et al., 2020).

In response to this need, various learning aids have been developed to assist students in preparing for MUET. In recent years, there has been a growing emphasis on Mobile-Assisted Language Learning (MALL). MALL refers to the use of mobile technologies, such as smartphones and tablets, to facilitate language learning in a flexible and accessible manner (Kukulska-Hulme & Shield, 2008). Typically, MALL applications are developed by educators or researchers to support learners in mastering the four core language skills while preparing for MUET.

Empirical evidence suggests that students generally demonstrate positive perceptions towards MALL, highlighting its convenience, accessibility, and ability to support learning anytime and anywhere (Rahim et al., 2019; Chen et al., 2019; Md Yunus et al., 2023). Furthermore, research indicates that MALL can be beneficial in improving students' performance in MUET related tasks, particularly in enhancing language proficiency and learner autonomy (Yusof, 2018; Hashim et al., 2016).

Given the positive reception of MALL and its demonstrated benefits in supporting MUET preparation, a new MALL application has been developed to integrate all four MUET skills into a single platform. This application is designed as a comprehensive, one-stop learning centre to assist students in preparing for MUET in a more structured and efficient manner.

2. METHODOLOGY

This study developed a mobile application designed to assist students in preparing for the Malaysian University English Test (MUET). The ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) instructional design model served as the primary framework. This model was selected over alternative paradigms due to its established prominence in educational research and its capacity to provide a systematic blueprint for creating effective learning experiences (Smith & Ragan, 2020).



Figure 1. ADDIE Model

The development process commenced with the analysis stage, where researchers conducted a preliminary study and literature review to establish the necessity of Mobile-Assisted Language Learning (MALL) for MUET. Subsequently, the design phase prioritised MALL for its adaptability and high student receptivity. During this stage, researchers collaborated with experts to build the application. Experts' views help researchers to make informed decisions in designing the MALL. Microsoft PowerPoint was utilised for the initial prototype, leveraging its versatility and the students' existing familiarity with the interface. Later, in the development stage, suitable contents were selected to be included in the MALL. The contents included notes and practices for students.

In the implementation stage, the MALL was field-tested in a classroom setting to elicit authentic feedback from the primary target users. Two groups of foundation students were given the chance to utilise the application. The students were given a briefing before trying out the

application to complete practice tasks. Later, the students were asked to provide feedback based on their experience using the application. Finally, data gathered during implementation informed the evaluation stage, allowing for the iterative refinement of the MALL application to ensure its pedagogical effectiveness.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

MUET Tidbits is a mobile application developed to assist students in preparing for the Malaysian University English Test (MUET). Overall, the application comprises four primary components: reading, listening, speaking, and writing, which correspond to the core sections of the MUET examination. Each component is further divided into several sub-sections, including notes, sample materials, and practice exercises.

The content of the application is developed with reference to authentic materials to provide students with a realistic preparation experience for the MUET examination. For instance, the sample questions incorporated into MUET Tidbits are drawn from past MUET examination sessions. Similarly, the listening component exposes students to authentic MUET audio materials. This approach enhances the relevance of the learning experience and provides students with valuable exposure to the actual test format.

In terms of user interface, MUET Tidbits adopts a minimalist design.The primary objective is to facilitate ease of navigation and enhance user accessibility. Buttons are clearly labelled to minimise confusion and ensure a seamless user experience.

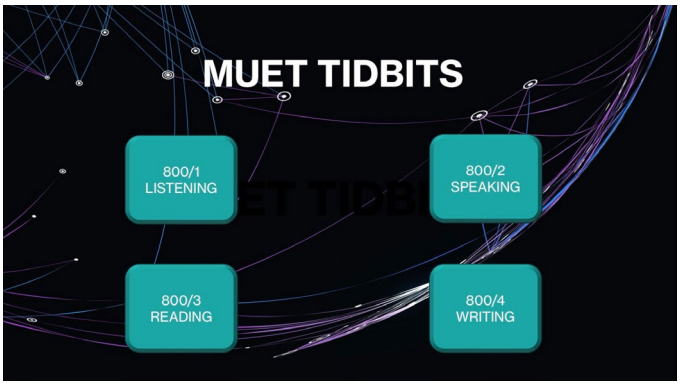


Figure 2. MUET Tidbits components

4. CONCLUSION

MUET Tidbits application represents a research-informed innovation designed to support more effective preparation for MUET. It serves as a learning tool aimed at assisting students to prepare for MUET especially in the mastery across the four core components of the examination through structured content and exposure to authentic materials. Considering its potential, further empirical research is recommended to evaluate the effectiveness of the mobile application in improving students' performance. Should the findings indicate positive outcomes, MUET Tidbits holds significant potential for further refinement and wider implementation as an accessible digital learning resource for MUET candidates.

ACKNOWLEDGEMENT

The researchers would like to thank the UiTM Centre of Foundation Studies for the grant supporting the development of the application and this study.

REFERENCE

Ali, A. M., & Hamid, M. O. (2021). English language tests in Malaysia: Issues and challenges in MUET. *Malaysian Journal of Learning and Instruction, 18*(2), 45–67.

Chen, C. M., Chen, M. C., & Yang, S. M. (2019). Mobile-assisted English vocabulary learning: Effects of self-regulation and peer scaffolding. *Computer Assisted Language Learning, 32*(8), 1–25. https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1541359

Hashim, H., Yunus, M. M., & Embi, M. A. (2016). Pre-university English as second language (ESL) learners' attitude towards mobile learning. *Creative Education, 7*(8), 1147–1153. https://doi.org/10.4236/ce.2016.78120

Hsu, C. K. (2013). Exploring the potential of using mobile devices for vocabulary learning. *Educational Technology & Society, 16*(1), 333–344.

Kukulska-Hulme, A., & Shield, L. (2008). An overview of mobile assisted language learning: From content delivery to supported collaboration and interaction. *ReCALL, 20*(3), 271–289. https://doi.org/10.1017/S0958344008000335

Othman, J., Shah, M. I. A., & Mohamad, F. (2020). The role of MUET in Malaysian higher education: Stakeholders' perspectives. *GEMA Online Journal of Language Studies, 20*(3), 1–15.

Rahim, M. I., Kamarudin, R., Syed Aziz Baftim, S.S, Abd Karim, N., Zainal Arifin, M., & Ismail, Z. (2019). Students' perceptions on the use of mobile application for English Course (Mapec) As A Pre-Language Learning Tool. *Journal of Academia UiTM Negeri Sembilan*, *7*(1), 11–21.

Smith P.L. & Ragan T.J. (2020). Instructional Design, 4th ed. Wiley.

Md Yunus, M., Mohd Nadzrin, N.A., Lim Fu Chien, G. & M. Rafiq, K.R. (2023). MALL & Teaching Writing in ESL: What do Teachers Say. In M. Koc, O. T. Ozturk & M. L. Ciddi (Eds.), *Proceedings of ICRES2023- International Conference on Research in Education and Science* (pp. 779-795), Cappadocia, Turkiye. ISTES Organization.

Yusof, N. M. (2018). The effectiveness of mobile learning in improving MUET performance among pre-university students. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 8*(12), 1234–1245. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v8-i12/5234

Trig Navigator: Inovasi Navigasi Nisbah Trigonometri Sudut Istimewa

Raisnee Lumbihan, Nor Aziyatul Izni Mohd Rosli, Nor Hafizah A. Hamid, Saiyidatul Nadiah Idris, Mohd Azdi Maasar

Pusat Asasi, Universiti Teknologi MARA Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, Malaysia

*raisn452@uitm.edu.my

ABSTRAK

Trig Navigator: Inovasi Navigasi Nisbah Sudut Istimewa ialah bahan bantu mengajar inovatif berinspirasikan reka bentuk jam yang direka untuk membantu pelajar menentukan nisbah trigonometri bagi sudut-sudut istimewa (0°, 30°, 45°, 60°, dan 90°) dengan cepat tanpa bergantung kepada kalkulator atau hafalan terbitan segi tiga yang kompleks. Dibangunkan bagi meningkatkan kefasihan konsep dan keyakinan matematik, alat ini menukarkan nilai trigonometri yang abstrak kepada sistem navigasi visual interaktif yang menggalakkan pembelajaran aktif. Berbeza daripada kaedah tradisional yang banyak bergantung pada pembinaan segi tiga sama sisi atau segi tiga sama kaki, Trig Navigator menyediakan teknik pemetaan visual berstruktur yang membolehkan pelajar mendapatkan nilai sinus, kosinus dan tangen dengan lebih sistematik. Reka bentuk berasaskan manipulatifnya meningkatkan penglibatan dalam kelas, menggalakkan perbincangan rakan sebaya dan menyokong penerokaan berasaskan inkuiri. Alat ini mudah alih, tahan lasak dan sesuai digunakan dalam pembelajaran individu mahupun berkumpulan. Selaras dengan prinsip pendidikan STEM, Trig Navigator memperkukuh pemahaman asas matematik sambil mengurangkan beban kognitif. Dengan menjadikan trigonometri lebih intuitif, cekap dan menyeronokkan, inovasi ini membantu pelajar menguasai sudut istimewa dengan yakin dan tepat, sekali gus mentransformasikan hafalan rutin kepada navigasi matematik yang bermakna.

Kata kunci: Nisbah Trigonometri, Sudut Istimewa, Pendidikan STEM, Bahan Bantu Mengajar Matematik, Pembelajaran Visual, Pembelajaran Aktif, Kefasihan Matematik.

1. PENGENALAN

Topik nisbah trigonometri bagi sudut istimewa merupakan antara konsep asas dalam matematik yang sering menimbulkan kesukaran dalam kalangan pelajar prauniversiti. Kesukaran ini berpunca daripada sifat konsep yang abstrak serta kebergantungan kepada kaedah tradisional seperti hafalan dan pembinaan segi tiga, yang tidak semestinya membantu pelajar memahami hubungan konsep secara mendalam. Akibatnya, pelajar cenderung untuk menghafal tanpa memahami, sekali gus menjejaskan kefasihan dan keyakinan dalam menyelesaikan masalah trigonometri.

Seiring dengan keperluan pendidikan STEM yang menekankan pembelajaran bermakna dan berasaskan penerokaan, terdapat keperluan untuk membangunkan pendekatan pedagogi yang lebih visual, interaktif dan intuitif. Justeru, Trig Navigator diperkenalkan sebagai satu inovasi bahan bantu mengajar berinspirasikan reka bentuk jam yang menukarkan konsep abstrak kepada sistem navigasi visual yang mudah difahami. Inovasi ini bukan sekadar alat bantu mengajar, tetapi satu pendekatan transformasional yang mentakrif semula pembelajaran trigonometri daripada hafalan prosedural kepada navigasi visual yang intuitif dan bermakna.

Kajian ini bertujuan untuk:

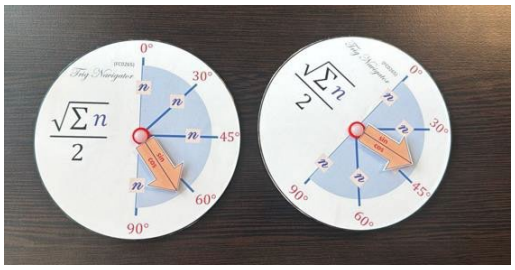
1. Membangunkan satu inovasi bahan bantu mengajar berasaskan visual bagi topik nisbah trigonometri sudut istimewa.
2. Menilai keberkesanan penggunaan Trig Navigator dalam meningkatkan tahap pemahaman pelajar.
3. Mengenal pasti persepsi pelajar terhadap kemudahan penggunaan dan pendekatan hands-on dalam pembelajaran trigonometri.
4. Menilai hubungan antara kemudahan penggunaan dengan kefahaman, kepuasan dan kecenderungan penggunaan berterusan.

2. METODOLOGI

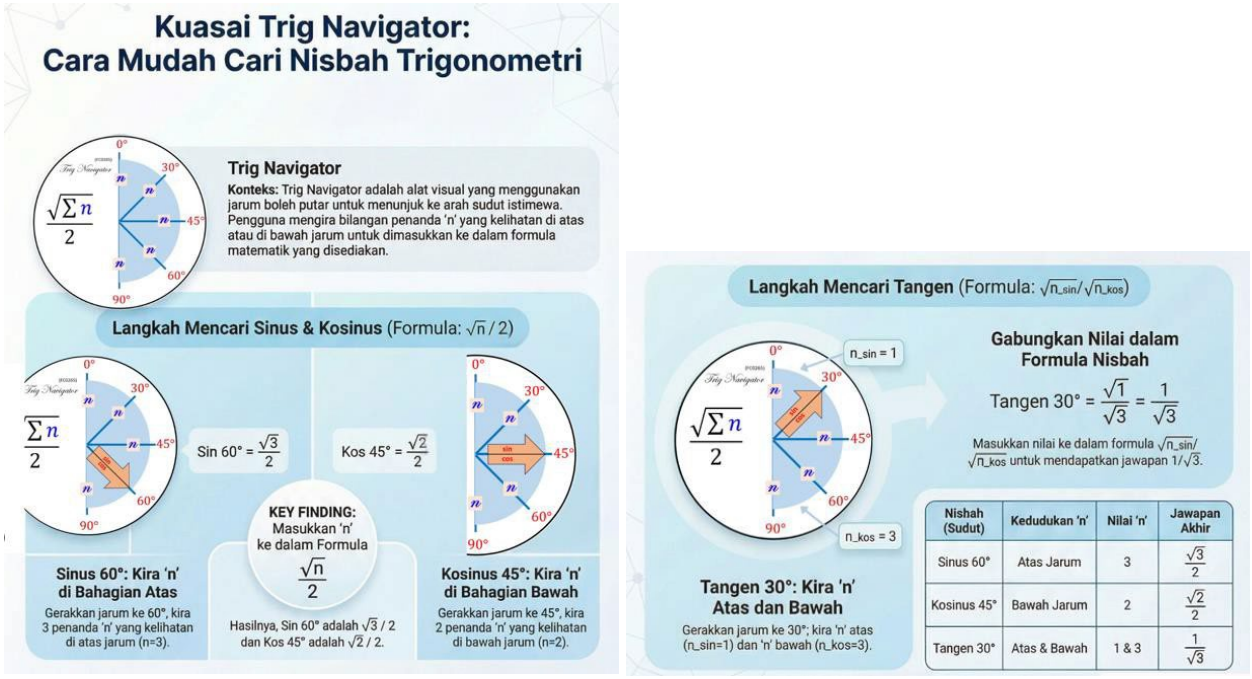
Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan reka bentuk pra dan pasca intervensi. Seramai 46 pelajar prauniversiti terlibat dalam penggunaan Kit Trig Navigator semasa sesi pengajaran dan pembelajaran. Instrumen survei digunakan bagi mengukur tahap pemahaman pelajar sebelum dan selepas penggunaan, serta menilai aspek kemudahan penggunaan, kefahaman melalui pendekatan hands-on, persepsi terhadap keberkesanan berbanding kaedah tradisional, dan tahap kepuasan keseluruhan.

Trig Navigator direka dalam bentuk alat visual berinspirasikan jam yang menggunakan konsep navigasi sudut untuk menentukan nilai trigonometri secara sistematik. Pelajar mengenal pasti nilai parameter tertentu melalui kedudukan sudut dan memasukkannya ke dalam bentuk formula yang dipermudahkan.

Rajah 1 menunjukkan reka bentuk Trig Navigator yang digunakan dalam kajian ini, manakala Rajah 2 menggambarkan langkah penggunaan alat dalam menentukan nilai sinus, kosinus dan tangen secara sistematik.



Rajah 1. Trig Navigator



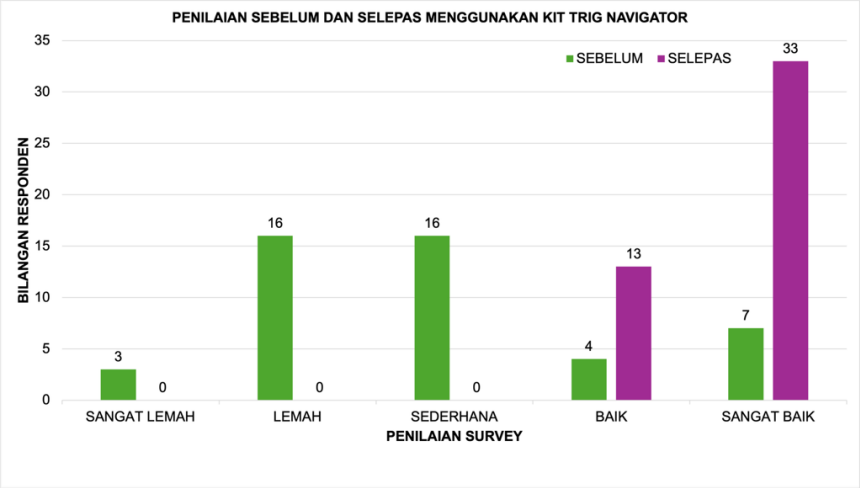
Rajah 2. Mekanisme Trig Navigator

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan Trig Navigator berjaya meningkatkan tahap pemahaman pelajar terhadap konsep trigonometri secara signifikan. Sebelum intervensi dilaksanakan, majoriti pelajar berada pada tahap sederhana dan lemah, manakala hanya sebahagian kecil mencapai tahap baik dan sangat baik. Selepas penggunaan Trig Navigator, tiada lagi pelajar berada pada kategori sangat lemah, lemah atau sederhana. Sebaliknya, bilangan pelajar yang mencapai tahap baik dan sangat baik meningkat dengan ketara. Perubahan ini menunjukkan bahawa pendekatan visual dan manipulatif yang digunakan dalam inovasi ini berkesan dalam membantu pelajar memahami konsep trigonometri yang abstrak dengan lebih mudah dan bermakna.

Analisis korelasi turut menunjukkan hubungan positif yang kuat dan signifikan antara kemudahan penggunaan Trig Navigator dengan tahap pemahaman pelajar ($r = 0.609$, $p < 0.001$). Dapatan ini menunjukkan bahawa semakin mudah inovasi ini digunakan, semakin tinggi tahap kefahaman yang dicapai oleh pelajar. Selain meningkatkan pencapaian akademik, penggunaan Trig Navigator juga didapati meningkatkan penglibatan pelajar dalam pembelajaran, menggalakkan pendekatan hands-on, membentuk persepsi positif terhadap matematik serta meningkatkan kepuasan dan kecenderungan untuk menggunakan kaedah pembelajaran yang sama pada masa hadapan.

Rajah 3 menunjukkan peralihan ketara daripada kategori pencapaian rendah kepada kategori pencapaian tinggi selepas penggunaan Trig Navigator.



Rajah 3. Perbandingan tahap pemahaman pelajar sebelum dan selepas penggunaan Trig Navigator

4. KESIMPULAN

Trig Navigator membawa implikasi yang signifikan terhadap amalan pengajaran dan pembelajaran matematik, khususnya dalam membantu pelajar memahami konsep yang bersifat abstrak melalui pendekatan visual dan manipulatif. Inovasi ini menyokong pembelajaran aktif, meningkatkan pemikiran kritis serta mengurangkan kebergantungan kepada kaedah hafalan semata-mata. Sehubungan itu, Trig Navigator berpotensi untuk diintegrasikan sebagai alat sokongan pedagogi dalam kurikulum matematik di pelbagai peringkat pendidikan, termasuk sekolah menengah, kolej matrikulasi dan program asas universiti.

Dari aspek pengkomersialan, Trig Navigator mempunyai nilai pasaran yang tinggi kerana reka bentuknya yang ringkas, kos efektif, tahan lasak dan mudah digunakan tanpa memerlukan teknologi yang kompleks. Ciri-ciri ini membolehkan produk dihasilkan secara besar-besaran dan dipasarkan kepada institusi pendidikan secara meluas. Selain itu, inovasi ini mempunyai kebolehskalaan yang baik kerana boleh disesuaikan dengan pelbagai tahap pembelajaran dan konteks pendidikan.

Pada masa hadapan, konsep Trig Navigator juga berpotensi dikembangkan kepada versi digital atau aplikasi interaktif bagi memperluaskan penggunaan serta meningkatkan impaknya terhadap pembelajaran matematik. Secara keseluruhannya, inovasi ini berpotensi menjadi produk pendidikan berimpak tinggi yang menyumbang kepada peningkatan kualiti pendidikan matematik di peringkat nasional dan antarabangsa.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Pusat Asasi, Universiti Teknologi MARA atas sokongan terhadap pembangunan inovasi ini.

Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran

Rasyiqah Batrisya Md Zolkapli, Sri Fitriaty Mohd Kenali, Nurul Farhanah Abdul Hadi, Muhamad Izzat Rahim, Mohamad Hanis Yahaya, Nur Haziq Fikri Ahmad, Ahmad Jamil Jaafar

Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia

*rasyiqah@uitm.edu.my

ABSTRAK

Modul berjudul Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran merupakan sumber pengajaran yang dihasilkan untuk meningkatkan pemerolehan tatabahasa Bahasa Inggeris dalam kalangan pelajar daripada latar belakang Bahasa Arab. Dibangunkan berasaskan dapatan daripada kajian Md Zolkapli et al. (2025) dan analisis tatabahasa bandingan yang dibentangkan oleh Md Zolkapli et al. (2026), modul ini mengaplikasikan pendekatan rentas bahasa yang menonjolkan persamaan dan perbezaan antara struktur tatabahasa Bahasa Inggeris dengan Bahasa Arab. Melalui pewujudan pertautan yang jelas antara kedua-dua bahasa tersebut, modul ini memupuk pembelajaran yang bermakna dan mengurangkan kesilapan tatabahasa lazim yang berpunca daripada pemindahan negatif. Modul ini merangkumi empat unit berstruktur: Kata Nama, Kata Ganti Nama Diri, Kata Adjektif dan Kata Kerja Kala. Setiap unit mengandungi contoh-contoh leksikal dalam bahasa Arab dan diberikan penjelasan dalam bahasa Inggeris untuk membantu pemahaman. Selain itu, terjemahan Bahasa Inggeris bagi ayat-ayat al-Qur'an terpilih turut digabungkan bagi menunjukkan struktur ayat yang asli dan penggunaan tatabahasa mengikut konteks. Pendekatan ini bukan sahaja mengukuhkan kecekapan tatabahasa, malah meningkatkan penglibatan pelajar melalui kandungan yang relevan dari segi budaya dan bahasa. Secara keseluruhannya, modul ini menawarkan inovasi praktikal berasaskan penyelidikan yang menghubungkan ilmu linguistik dan membantu pembelajaran bahasa Inggeris dengan lebih berkesan.

Kata kunci: pembelajaran bahasa; tatabahasa Bahasa Inggeris; tatabahasa Bahasa Arab; analisis kontrastif; pemerolehan tatabahasa

1. PENGENALAN

Modul Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran ini dibangunkan berdasarkan dapatan kajian Md Zolkapli et al. (2025) dan Md Zolkapli et al. (2026). Md Zolkapli et al. (2025) telah mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh pelajar daripada latar belakang pengajian Islam dalam mempelajari Bahasa Inggeris. Berdasarkan dapatan kajian, pelajar dalam bidang ini menghadapi kesukaran untuk menguasai tatabahasa Bahasa Inggeris kerana tidak menemui sebarang persamaan antara Bahasa Inggeris dengan mana-mana bahasa yang telah mereka kuasai, antaranya Bahasa Melayu, iaitu bahasa ibunda mereka, dan Bahasa Arab yang dipelajari sebagai bahasa kedua.

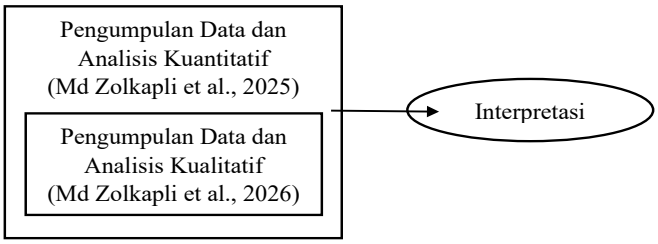
Selain itu, para pelajar juga dilaporkan mempunyai persepsi negatif dan motivasi yang rendah terhadap pembelajaran Bahasa Inggeris. Seperti yang turut dilaporkan oleh Soh dan Sharif (2021), sebilangan pelajar daripada bidang pengajian Islam mempunyai persepsi negatif

terhadap Bahasa Inggeris berbanding Bahasa Arab yang merupakan bahasa al-Quran dan bahasa pengantar bagi bidang mereka. Di samping itu, mereka juga sering menganggap bahawa penguasaan Bahasa Arab adalah jauh lebih penting kerana bahan pembelajaran dan pengajaran dalam bidang mereka rata-ratanya ditulis dalam Bahasa Arab, manakala Bahasa Inggeris hanya digunakan ketika mempelajari kursus Bahasa Inggeris. Tambahan pula, banyak perkataan Bahasa Arab yang dipinjamkan ke Bahasa Melayu, lantas memudahkan lagi proses untuk mereka menguasai Bahasa Arab (Yusof et al., 2011). Sebaliknya, perbezaan yang sangat ketara dalam aspek tatabahasa antara Bahasa Melayu dengan Bahasa Inggeris menyukarkan lagi proses menguasai Bahasa Inggeris, terutamanya dalam kalangan pelajar yang sudah terbiasa dengan struktur tatabahasa Bahasa Melayu (Jalaluddin et al., 2008). Oleh itu, terdapat keperluan untuk membangunkan modul alternatif yang bersesuaian dengan latar belakang pelajar bagi meningkatkan motivasi serta mengubah persepsi negatif sedia ada.

Selanjutnya, mengambil kira bahawa pelajar dalam bidang ini telah menguasai Bahasa Arab sebagai bahasa kedua, Md Zolkapli et al. (2026) memilih untuk melaksanakan perbandingan analisis kontrastif antara Bahasa Arab dengan Bahasa Inggeris melalui teori Prator (1967, dalam Brown & Lee, 2025) dan Lado (1967, dalam Brown & Lee, 2025). Kedua-dua teori ini menerangkan bahawa sekiranya terdapat persamaan antara bahasa pertama dengan bahasa kedua atau bahasa sasaran, pelajar boleh menggunakan pengetahuan mereka yang sedia ada dalam bahasa pertama itu untuk memudahkan proses penguasaan bahasa sasaran. Md Zolkapli et al. (2026) melaporkan bahawa wujudnya persamaan dalam aspek tatabahasa antara Bahasa Arab dengan Bahasa Inggeris, terutamanya dalam struktur kata nama, kata ganti nama diri, kata adjektif dan kata kerja kala. Namun begitu, kajian tersebut mencadangkan agar hanya aspek tatabahasa yang dikategorikan sebagai Tahap 0: Pemindahan (*Transfer*), Tahap 1: Peleburan/Penggabungan (*Coalescence*), Tahap 2: Kurang Pembezaan (*Underdifferentiation*) dan Tahap 3: Pentafsiran Semula (*Reinterpretation*) sahaja yang perlu diberikan penekanan. Hal ini adalah bagi memastikan wujudnya pemindahan positif daripada Bahasa Arab yang dipelajari sebagai bahasa kedua dan Bahasa Inggeris yang dipelajari sebagai bahasa asing. Kesimpulannya, berasaskan dapatan daripada Md Zolkapli et al. (2025) dan Md Zolkapli et al. (2026), sebuah modul pembelajaran Bahasa Inggeris melalui Bahasa Arab dengan menggunakan terjemahan Bahasa Inggeris al-Quran dibangunkan khusus untuk pelajar daripada latar belakang pengajian Islam bagi meningkatkan pemerolehan tatabahasa Bahasa Inggeris mereka.

2. METODOLOGI

Pembangunan modul ini menerapkan reka bentuk campuran jenis *embedded design* (Creswell, 2012). Pengumpulan serta analisis data kuantitatif oleh Md Zolkapli et al. (2025) telah menghasilkan dapatan yang mengenal pasti masalah dihadapi oleh pelajar daripada latar belakang Pengajian Islam dalam mempelajari Bahasa Inggeris. Dapatan ini membantu dalam mereka bentuk intervensi yang memandu proses pengumpulan serta analisis data kualitatif. Hasilnya, Md Zolkapli et al. (2026) berjaya mengenal pasti aspek tatabahasa yang dijangka menyokong pemindahan positif daripada Bahasa Arab kepada Bahasa Inggeris. Kedua-dua dapatan ini menjadi asas bagi pembangunan kandungan modul alternatif ini.



Rajah 1. Reka Bentuk Campuran Jenis *Embedded Design* (Creswell, 2012)

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Modul Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran ini telah dinilai dan disemak kandungannya oleh pakar bahasa dari Universiti Teknologi MARA (UiTM) dan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Modul ini terbahagi kepada empat unit iaitu Kata Nama, Kata Ganti Nama Diri, Kata Adjektif dan Kata Kerja Kala. Setiap unit mewakili aspek tatabahasa yang telah dikenal pasti sebagai aspek yang sukar dikuasai berdasarkan dapatan kajian Md Zolkapli et al. (2025) dan aspek tatabahasa yang dikategorikan sebagai Tahap 0, 1, 2 dan 3 oleh Md Zolkapli et al. (2026). Setiap unit terdiri daripada pengenalan bagi aspek tatabahasa Bahasa Inggeris, contoh-contoh leksikal, serta beberapa latihan. Jawapan bagi latihan-latihan tersebut turut disediakan pada akhir unit.

Kandungan modul ini direka dan disusun dengan cara yang menonjolkan konsep tatabahasa yang dikongsi antara Bahasa Arab dengan Bahasa Inggeris. Oleh itu, beberapa perkataan Arab dimasukkan dalam modul ini dan diletakkan selepas perkataan Bahasa Inggeris yang setara. Pendekatan ini bertujuan membantu pelajar mengenal pasti persamaan dan perbezaan konsep tatabahasa antara kedua-dua bahasa tersebut. Bagi memastikan kefahaman terhadap konsep tatabahasa Arab yang diketengahkan, struktur Bahasa Arab yang terdapat dalam al-Quran digunakan dalam modul ini. Hal ini demikian kerana, sasaran pelajar yang akan menggunakan modul ini ialah mereka yang lebih biasa dengan struktur tatabahasa Bahasa Arab al-Quran, memandangkan al-Quran merupakan rujukan utama dalam bidang pengajian mereka.

Selain itu, bagi menjelaskan lagi fungsi peraturan tatabahasa Bahasa Inggeris, beberapa contoh leksikal yang diambil daripada terjemahan Bahasa Inggeris al-Quran turut disediakan bagi membantu pelajar memahami cara konsep tatabahasa tersebut berfungsi dalam ayat, di samping meningkatkan motivasi mereka untuk mempelajari Bahasa Inggeris. Ayat-ayat yang dipilih diambil daripada *Abyan al-Quran* yang menyediakan terjemahan Bahasa Inggeris al-Quran. Ayat-ayat terpilih adalah daripada Surah al-Baqarah (al-Quran, 2), Ali ‘Imran (al-Quran, 3), an-Nisa’ (al-Quran, 4), al-Anfal (al-Quran, 8), at-Tawbah (al-Quran, 9), Yusuf (al-Quran, 12), Ibrahim (al-Quran, 14), al-Isra’ (al-Quran, 17), al-Kahf (al-Quran, 18), al-Qasas (al-Quran, 28) dan al-‘Alaq (al-Quran, 96). Pemilihan ayat-ayat ini bertujuan untuk menghasilkan bahan pembelajaran yang bermakna kepada pelajar serta meyakinkan mereka tentang kepentingan mempelajari Bahasa Inggeris.

Tambahan pula, peraturan tatabahasa juga diterangkan melalui penggunaan gambar dan jadual bagi memudahkan proses pembelajaran serta pemahaman tentang cara peraturan tersebut berfungsi. Selain itu, bagi memastikan kandungan modul sesuai dengan budaya dan nilai Islam, gambar-gambar yang digunakan serta konteks ayat dalam modul sama ada menonjolkan nilai-nilai Islam atau mencerminkan amalan agama Islam, seperti menghafaz al-Quran, solat dan menunaikan haji. Hal ini bertujuan untuk menyediakan kandungan yang relevan dengan pelajar dan kandungan yang mudah difahami oleh mereka ketika mempelajari Bahasa Inggeris.

4. KESIMPULAN

Modul Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran merupakan inovasi yang dibangunkan berasaskan penyelidikan bagi membantu pembelajaran Bahasa Inggeris dengan lebih berkesan. Modul ini berfungsi sebagai alternatif untuk meningkatkan kefahaman pelajar dalam aspek tatabahasa yang mempunyai persamaan antara Bahasa Arab dengan Bahasa Inggeris. Oleh itu, kajian lanjutan dicadangkan bagi menilai keberkesanan kandungan modul ini. Sekiranya didapati berkesan, kandungan modul ini berpotensi dikembangkan dalam bentuk aplikasi digital agar lebih mudah diakses serta dimanfaatkan oleh pelajar.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih kepada Pertandingan Inovasi antara Asasi Malaysia (PITRAM) 2026, Pusat Asasi Universiti Teknologi MARA (UiTM) dan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) atas sokongan dalam menjalankan kajian serta penghasilan modul Mari Belajar Bahasa Inggeris Melalui Bahasa Arab dengan Terjemahan al-Quran.

RUJUKAN

Brown, H. D. & Lee, H. (2025). *Principles of Language Learning and Teaching: A Course in Second Language Acquisition (7th ed.)*. Routledge.

Creswell J. W. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Pearson Education International.

Jalaluddin, N. H., Mat Awal, N., & Abu Bakar, K. (2008). The mastery of English language among lower secondary school students in Malaysia: A linguistic analysis. *European Journal of Social Sciences*, *7*(2), 106-119

Md Zolkapli, R. B., Mohd Kenali, S. F., Abdul Hadi, N. F., Jaafar, A. J., Mohamad, H. A., Abd Rahman, A. L., & Shaharudin, N. A. D. (2025). Addressing English grammar learning challenges among Malaysian Islamic studies students. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, *10*(1), e003199. https://doi.org/10.47405/mjssh.v10i1.3199

Md Zolkapli, R. B., Mohd Kenali, S. F., Abdul Hadi, N. F., Jaafar, A. J., Rahim, M. I., Ahmad, N. H. F., Yahaya, M. H., & Khairuddin, N. A. (2026). Contrastive analysis between English and Arabic grammar. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 11*(2), e003834. https://doi.org/10.47405/mjssh.v11i2.3834

Soh, O.-K., & Sharif, N. S. A. B. M. (2021). The attitude and motivation of Islamic studies students towards learning the English Learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, *10*(2), 625–647.http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v10-i2/10147

Yusof, R. J., Zainuddin, R. & Yusoff, Z. B. (2011). Learning methods and problems of Qur'an reciters. *Centre of Quranic Research International Journal*, 17-38.

Category C: Profesional (Academic & Administration Staff)) Online

BioSpark: Modul Gamifikasi Biodiversiti sebagai Alat Pembelajaran Kreatif

Nur Akmal Ishak, Siti Nor Ani Azaman, Ezyana Kamal Bahrin, Nadiatul Hafiza Hassan, Nor Hafizah Ahmad Kamarudin & Azman Jali

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, Universiti Putra Malaysia,
43400 UPM Serdang, Selangor Malaysia

*nur_akmal@upm.edu.my

ABSTRAK

BioSpark: Modul gamifikasi Biodiversiti sebagai alat pembelajaran kreatif untuk impak ialah aktiviti berobjektifkan inovasi pendidikan Biologi yang menekankan penghasilan alat bantu mengajar berbentuk gamifikasi oleh pelajar. Pendekatan ini mengatasi kelemahan sistem pengajaran tradisional yang berpusatkan pensyarah dengan menyediakan platform dinamik untuk inovasi. Untuk meningkatkan penglibatan dan memberikan pengalaman pembelajaran yang aktif, pelbagai alat gamifikasi dalam kursus Biologi telah diperkenalkan kepada pelajar program asasi di Universiti Putra Malaysia. Strategi yang digunakan termasuk model interaktif, permainan pendidikan dan platform digital yang bertemakan biodiversiti. BioSpark dibangunkan dengan ciri seperti cabaran, ganjaran dan simulasi bagi menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan. Di samping menghubungkan teori biodiversiti dengan aplikasi dunia sebenar. Kesan kaedah ini dinilai melalui data prestasi akademik dan tinjauan pelajar. Pengenalan strategi pengajaran berasaskan gamifikasi menghasilkan keputusan yang sangat positif. Ia meningkakan pemahaman terhadap topik, keberkesanan BioSpark sebagai alat pembelajaran, penyampaian dan komunikasi, reka bentuk visual, tahap penglibatan, kreativiti, dan keaslian modul ini. Selain itu, terdapat peningkatan jelas dalam prestasi akademik, dengan purata gred yang lebih tinggi berbanding tahun sebelumnya. Kesimpulannya, penggunaan kaedah *BioSpark* telah memberi kesan positif terhadap prestasi akademik pelajar. Di samping itu, ia juga membuktikan pendekatan inkuiri dan reka bentuk inovatif mampu meningkatkan kreativiti, komunikasi saintifik dan pemahaman pelajar.

Kata kunci: Alat bantu mengajar, gamifikasi, inovasi, interaktif, STEM, teknologi digital

1. PENGENALAN

Topik biodiversiti yang luas sering diajar secara konvensional menyebabkan pelajar cenderung untuk menghafal fakta tanpa memahami hubungan ekosistem, adaptasi organisma dan peranan manusia. Ini sekali gus menimbulkan kebosanan serta kurang minat (Navarro-perez & Tidball, 2012). Namun, sebagai negara mega-biodiversiti, Malaysia menuntut pendidikan biologi yang lebih berkesan dalam memupuk kesedaran pemuliharaan (Hamidah et al., 2020). Sehubungan itu, pendekatan gamifikasi interaktif seperti modul *BioSpark* diperkenalkan bagi menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan serta merangsang kemahiran berfikir pelajar.

BioSpark merupakan modul gamifikasi biodiversiti yang dibangunkan sebagai pendekatan inovatif dalam pengajaran biologi di peringkat asasi. Modul ini mengintegrasikan elemen gamifikasi bagi mencetuskan "*spark*" dalam pembelajaran, iaitu minat, keterujaan dan penglibatan aktif pelajar terhadap topik biodiversiti. Selaras dengan hasil pembelajaran kursus 3 (CLO3) yang menekankan pembelajaran sepanjang hayat, *BioSpark* mengubah persepsi

bahawa biodiversiti hanyalah himpunan fakta yang membosankan. Kit gamifikasi *BioSpark* merangkumi modul serta permainan yang direka oleh pelajar untuk pelajar, meliputi topik kepelbagaian tumbuhan, haiwan, ekologi dan kitar biogeokimia. Permainan pendidikan ini dibangunkan dengan ciri-ciri seperti cabaran, ganjaran dan simulasi, bagi mengukuhkan pemahaman konsep serta menghubungkan teori biodiversiti dengan aplikasi dunia sebenar.

2. METODOLOGI

Kajian ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan penglibatan pelajar dalam kursus Biologi untuk topik Biodiversiti bagi pelajar program asasi di Pusat Sains Universiti Putra Malaysia (UPM). Pelaksanaan modul *BioSpark*: Gamifikasi biodiversiti bermula dengan reka bentuk aktiviti berasaskan permainan yang dibangunkan oleh pensyarah bersama pelajar untuk mengatasi kelemahan sistem pengajaran tradisional yang terlalu berpusatkan pensyarah dengan menyediakan platform dinamik yang memberi ruang kepada pelajar menghasilkan sendiri alat bantu mengajar berbentuk gamifikasi.

Pelajar dibahagikan kepada kumpulan kecil untuk membangunkan prototaip gamifikasi interaktif yang menghubungkan teori biodiversiti dengan aplikasi dunia sebenar. Kemudian, prototaip dan modul *BioSpark* diuji dalam sesi kuliah. Pelajar menggunakan permainan yang dibangunkan untuk mengulang kaji kandungan, berinteraksi dengan rakan sekumpulan dan menyelesaikan cabaran yang diberikan. Pensyarah bertindak sebagai fasilitator bagi memastikan pembelajaran berpusatkan pelajar.

Keberkesanan modul dinilai melalui dua kaedah utama iaitu data prestasi akademik dan tinjauan pelajar. Data prestasi akademik dinilai dengan melihat perbandingan gred purata semester 2025/2026 dan 2024/2025. Manakala tinjauan pelajar melalui soal selidik dijalankan bagi mengukur pemahaman terhadap topik, keberkesanan *BioSpark* sebagai alat pembelajaran, aspek penyampaian dan komunikasi, reka bentuk visual, tahap penglibatan, kreativiti, keaslian dan aplikasi konsep yang dipelajari.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Modul dan Kit Gamifikasi *BioSpark*

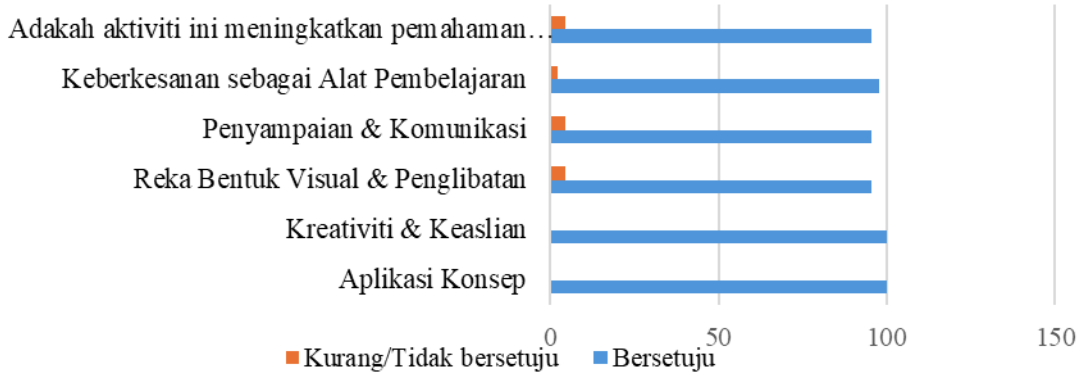
Pembangunan enam permainan pendidikan berasaskan gamifikasi; *Phylumji, Fungo, Chorduno, Eco-Survivor Clash, Revising Petal* dan *Eco-Cycle Escape Factory* telah menunjukkan keberkesanan pendekatan kreatif dalam memperkukuh pemahaman tentang biodiversiti. Pendekatan ini selari dengan dapatan kajian terdahulu yang menegaskan bahawa gamifikasi mampu meningkatkan penglibatan pelajar dan memperkukuh ingatan konsep melalui aktiviti interaktif (Kalogiannakis et al., 2021). Sebagai contoh, permainan *Phylumji* dan *Fungo* menggalakkan pengelasan serta ingatan aktif melalui kuiz kompetitif, manakala *Chorduno* menekankan strategi padanan yang melatih pemikiran kritis. Permainan digital seperti *Eco-Cycle Escape Factory* pula membuktikan bahawa cabaran berbentuk teka-teki dapat menghubungkan teori dengan aplikasi dunia sebenar, seiring dengan laporan Situmorang et al. (2024) bahawa gamifikasi digital memperkukuh motivasi dan prestasi akademik. Secara ringkas, modul *BioSpark* boleh memanfaatkan pendekatan ini untuk menekankan kepelbagaian biodiversiti di kalangan pelajar.



Rajah 1. Modul dan kit gamifikasi *BioSpark*

3.2 Persepsi Umum Pelajar Terhadap Subjek Biodiversiti

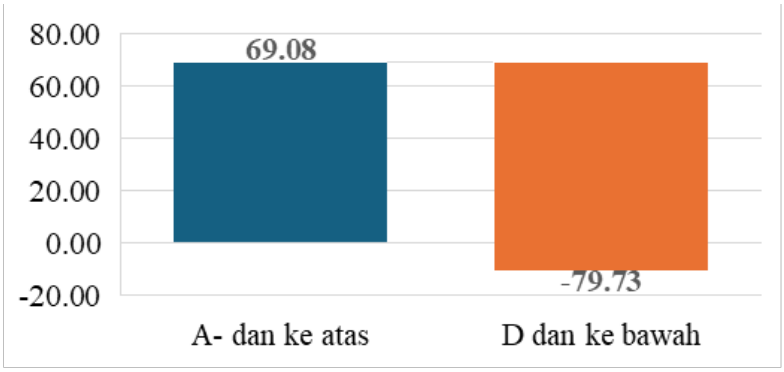
Pelaksanaan modul *BioSpark* dalam kursus Biologi asasi di UPM menunjukkan kesan positif yang jelas terhadap motivasi, penglibatan dan prestasi akademik pelajar. Data tinjauan menunjukkan keberkesanan aktiviti ini adalah signifikan dan tinggi: 100% menyokong konsep aktiviti, 100% pelajar bersetuju bahawa bahan aktiviti mempunyai keaslian dan kreativiti tinggi, 95.5% pelajar bersetuju bahawa reka bentuk aktiviti meningkatkan penglibatan mereka, 95.6% pula menyatakan bahawa aktiviti ini dapat meningkatkan komunikasi secara berkesan dan berjaya meningkatkan pemahaman mereka terhadap topik serta 97.8% menilai bahawa alat bantu mengajar ini sangat efektif.



Rajah 2. Maklum balas pelajar terhadap aktiviti *BioSpark*

Ciri gamifikasi seperti cabaran, ganjaran dan simulasi bukan sahaja menjadikan pembelajaran lebih interaktif, tetapi juga menghubungkan teori dengan aplikasi dunia sebenar. Peningkatan purata gred berbanding tahun sebelumnya mengesahkan keberkesanan pendekatan ini dalam menyokong pencapaian akademik. Pencapaian pelajar ASPER21 (ambilan 2025/2026) yang menggunakan kaedah *BioSpark* menunjukkan peningkatan ketara berbanding ASPER20 (ambilan 2024/2025). Sebanyak 69.08% pelajar mencapai markah 75% dan ke atas, manakala peratusan pelajar yang mendapat markah 40 dan ke bawah menurun sebanyak 79.73%.

Jadual 1. Paratusan perbezaan pencapaian pelajar ASPER 20 dan ASPER21



Dapatan ini selari dengan kajian yang dijalankan oleh Galan-Elvira dan Palau-Irisarri (2025) yang menunjukkan bahawa gamifikasi mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman pelajar dalam Biologi. Sebagai contoh, kajian oleh Indiaka et al. (2025) mendapati penggunaan Kahoot! dalam pengajaran biologi meningkatkan kefahaman konsep dan motivasi pelajar sekolah menengah. Selain itu, meta-analisis oleh Manzano-León et al. (2021) serta kajian Santos-Villalba et al. (2020) menunjukkan bahawa gamifikasi dalam pendidikan secara konsisten meningkatkan minat, penglibatan aktif dan pencapaian pelajar melalui reka bentuk pembelajaran yang lebih menyeronokkan dan bermakna.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, pendekatan yang dilaksanakan ini telah terbukti berkesan dalam meningkatkan penglibatan, komunikasi, pemahaman pelajar serta prestasi akademik secara ketara melalui aktiviti kolaboratif dan kerja berpasukan. Pendekatan berasaskan inkuiri dan reka bentuk inovatif seperti *BioSpark* boleh menjadi model rujukan untuk memperkaya pengalaman pembelajaran biodiversiti di peringkat universiti. Selain itu, ia turut menyumbang kepada peningkatan kesedaran tentang kepelbagaian hidupan dan berpotensi menjadi alat pembelajaran lestari yang selaras dengan keperluan pendidikan masa kini.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada para pelajar Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia ambilan 2025/2026 atas komitmen dan penglibatan aktif dalam menjayakan program ini. Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada pensyarah Biologi yang telah memberikan bimbingan dan sokongan sehingga terhasilnya modul serta kit gamifikasi BioSpark. Sumbangan Pihak Asasi Sains UPM juga amatlah dihargai dan diiktiraf sebagai pemangkin kepada kejayaan program ini.

RUJUKAN

Education Strategies for Biodiversity Education. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 2(1). https://izlik.org/JA42TF47TT

Galan-Elvira, J. & Palau-Irisarri, P. (2025). Who's Who in Zoology: transversal application of gamification and new technologies in university teaching. *Frontiers in Veterinary Science, 12*, 1596906. https://doi: 10.3389/fvets.2025.1596906

Hamidah, M., Mohd Hasmadi, I., Chua, L. S. L., Lau, K. H., Faridah-Hanum, I., Yong, W. S. Y., & Pakhriazad, H. Z. (2020). Towards identification of important plant areas (IPA) for Peninsular Malaysia. Methodology and future directions. *Heliyon*, *6*(7), e04370. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04370

Indiaka, S., Mwangi, W. & Sanyanda, J. (2025). Effectiveness of Digital Gamification in Biology Concept Comprehension and Learner Motivation in Secondary Schools. *Journal of Learning for Development, 12*(3):519-530. https://doi.org/10.56059/jl4d.v12i3.1595

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A-I. (2021). Gamification in science education. A systematic review of the literature. *Education Sciences*, *11*(1), 22. https://doi.org/10.3390/educsci11010022

Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M.A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J.M., Trigueros, R., et al. (2021). Between level up and game over: a systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, *13*, 1–14. https://doi: 10.3390/su13042247

Navarro-perez, M., & Tidball, K. (2012). Challenges of Biodiversity Education: A Review of
Santos-Villalba, M.J., Olivencia, J.J.L., Navas-Parejo, M.R. &Benítez-Márquez, M.D. (2020). Higher education students' assessments towards gamification and sustainability: a case study. *Sustainability,* 12:1–20. https://doi: 10.3390/su12208513

Situmorang, R. P., Suwono, H., Munzil, Susanto, H., Chang, C.-Y., & Liu, S.-Y. (2024). Learn biology using digital game-based learning: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(6), em2459. https://doi.org/10.29333/ejmste/14658

Whirl-O-Tron Penerokaan Visual Model Atom BOHR Melalui Pembelajaran Interaktif

Siti Nor Hafiza Mat Saad, Siti Muti'ah Mazait, Roslina Jaffaar, Dara Hatira Zainol

Kolej Matrikulasi Selangor, Malaysia

*bm-2852@moe-dl.edu.my

ABSTRAK

Spesifikasi Kurikulum Kimia Program Matrikulasi Sains memerlukan pelajar menghuraikan postulat atom Bohr beserta pengiraan berkaitan. Topik ini penting kerana merupakan soalan wajib dalam peperiksaan akhir yang menyumbang 10 markah. Namun, pelajar sering menghadapi kesukaran memahami pergerakan elektron antara aras tenaga, sekaligus tidak dapat mengaitkannya dengan tenaga, frekuensi dan panjang gelombang yang berkaitan. Kekeliruan ini menyebabkan kesukaran dalam menyelesaikan soalan berangka dengan tepat. Kajian ini bertujuan membantu meningkatkan keupayaan pelajar menghuraikan (memahami, menerangkan dan mengingat) postulat atom Bohr serta menjawab soalan berkaitan melalui penggunaan alat pembelajaran interaktif. Intervensi yang digunakan ialah Whirl-O-Tron sebagai alat bantu mengajar (kit dan model) serta simulasi digital Canva Ai untuk membantu visualisasi peralihan elektron dan pengiraan yang terlibat. Kajian dijalankan ke atas 20 pelajar kelas S3K3T1. Analisis menunjukkan peningkatan peratusan dan min pencapaian pelajar dengan markah melebihi 4/10 semasa ujian pra (15%, min 2.45) dan ujian pasca (90%, min 7.90). Peningkatan yang tinggi menunjukkan penambahbaikan yang ketara dalam pemahaman konsep pelajar serta keupayaan mereka mengaplikasikan postulat atom Bohr dengan berkesan. Pelajar juga dapat menerangkan konsep atom Bohr dengan betul semasa pembentangan dijalankan. Tinjauan mendapati 100% pelajar bersetuju bahawa Whirl-O-Tron membantu mereka memahami konsep dengan lebih mudah melalui pembelajaran visualisasi interaktif. Inovasi ini bukan sahaja meningkatkan penguasaan topik, malah menggalakkan pembelajaran aktif. Semua pelajar bersetuju inovasi ini sesuai diperluaskan kepada pelajar lain di kolej matrikulasi, asasi, Tingkatan 6 dan diploma. Kesimpulannya, alat interaktif ini berjaya menukarkan model atom Bohr daripada teori abstrak kepada pengalaman pembelajaran yang konkrit dan menarik, seterusnya menyumbang kepada pencapaian peperiksaan yang lebih baik.

Kata kunci: Postulat atom Bohr,menghuraikan, visualisasi, peralihan elektron, interaktif

1. PENGENALAN

Spesifikasi kurikulum subjek Kimia bagi program matrikulasi aliran sains (SK015) menetapkan bahawa para pelajar perlu menghuraikan Postulat Atom Bohr. Pelajar sering menghadapi cabaran dalam mempelajari topik ini kerana konsepnya yang abstrak dan visualisasi pada tahap mikroskopik (orbital/petala tenaga) yang sukar dibayangkan. Menurut kajian Osman et al (2015), Coll & Treagust (2003) dan Taber (2000), ramai pelajar beranggapan bahawa kimia adalah subjek yang sukar kerana kebanyakannya bersifat abstrak. Ia disokong oleh kajian Dani Asmadi et al. (2015) dan Othman Talib (2015) yang mendapati pelajar cenderung menggunakan gaya pembelajaran hafalan tanpa pemahaman bagi topik yang merangkumi konsep abstrak seperti Atom Bohr. Pengalaman proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) pengkaji juga bersetuju dengan laporan dari kajian-kajian ini. Para pelajar tidak dapat menjelaskan Postulat

Atom Bohr dengan tepat dan seringkali membuat kesilapan dalam pengiraan yang berkaitan. Oleh itu Whirl-O-Tron diperkenalkan sebagai alat bantu mengajar (kit dan model) serta simulasi digital Canva Ai untuk membantu visualisasi peralihan elektron dan mengaplikasi konsep dalam masalah pengiraan yang terlibat. Ia dihasilkan dalam beberapa versi dengan kombinasi bahan maujud, hands-on aktiviti serta visualisasi 3D dan multimedia interaktif (simulasi Canva Ai) dengan pelbagai kegunaan mengikut kesesuaian, kreativiti serta tahap pembelajaran murid.

Inovasi ini bertujuan untuk membantu pelajar MENGUASAI (memahami, menerangkan, menyelesaikan) konsep Postulat Atom Bohr dan pengiraan berkaitan melalui penggunaan alat pembelajaran interaktif. Inovasi ini adalah penting dalam membantu pelajar untuk menjawab soalan melibatkan konsep dalam topik ini serta pengiraan yang berkaitan kerana topik ini menyumbang markah yang besar (10 markah) dalam peperiksaan akhir. Keupayaan mereka untuk menjelaskan konsep dan mengaplikasi dalam soalan pengiraan telah menanamkan sifat yakin diri dan semangat untuk terus mengembangkan potensi diri dalam pelajaran.

Permasalahan utama dalam pembelajaran topik ini berpunca daripada model Postulat Bohr yang bersifat terlalu abstrak, menyebabkan pelajar menghadapi kesukaran yang amat tinggi untuk memvisualisasikan konsep tersebut melalui pembacaan teks semata-mata. Impak daripada kekangan visual ini, timbul kekeliruan dalam kalangan pelajar sehingga mereka gagal menerangkan konsep peralihan elektron antara dua aras tenaga secara tepat. Pada masa yang sama, kegagalan untuk membayangkan pergerakan elektron ini secara langsung mencetuskan kebuntuan pengiraan, yang akhirnya menjejaskan keupayaan mereka untuk menyelesaikan masalah matematik yang lebih kompleks berkaitan topik ini.

Objektif utama kajian ini adalah untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep asas Postulat Atom Bohr melalui penggunaan alat pembelajaran interaktif, sekali gus membantu mereka menerangkan prinsip-prinsip postulat tersebut dengan lebih jelas dan tepat. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk meningkatkan keupayaan pelajar dalam mengaplikasikan Postulat Bohr bagi menyelesaikan pelbagai masalah berkaitan pengiraan secara berkesan.

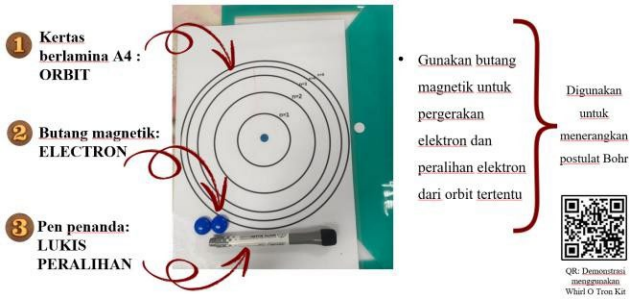
2. METODOLOGI

2.1 Mengenalpasti Masalah

Jawapan kuiz pra dianalisis bagi mengenal pasti tahap kefahaman pelajar terhadap Postulat Bohr. Hasil perbincangan kumpulan menetapkan bahawa inovasi perlu membantu pelajar memahami, menerangkan dan menyelesaikan pengiraan berkaitan melalui alat pembelajaran interaktif.

2.2 Penghasilan Prototaip 1

Prototaip pertama dibangunkan dalam bentuk Whirl-O-Tron Kit menggunakan kertas berlamina A4, butang magnetik dan pen penanda bagi membantu pelajar memvisualisasikan pergerakan elektron pada aras tenaga.



Rajah 1. Whirl-O-Tron Kit versi kertas berlamina A4, butang magnetik dan pen penanda

2.3 Ujicuba 1

Penggunaan prototaip ini membantu pelajar memahami pergerakan elektron dan meningkatkan keupayaan mereka menerangkan model Bohr. Walau bagaimanapun, elemen interaktif tambahan diperlukan untuk menarik minat pelajar.

2.4 Penghasilan Prototaip 2

Prototaip ditambah baik kepada Whirl-O-Tron Model dalam dua versi iaitu versi pensyarah dan pelajar. Reka bentuk orbit menggunakan warna berbeza dan elektron boleh digerakkan bagi memudahkan pemahaman peralihan elektron.



Rajah 2. Whirl-O-Tron Model versi pensyarah dan pelajar

2.5 Ujicuba 2

Model ini lebih menarik dan meningkatkan interaksi dua hala antara pensyarah dan pelajar. Namun, elemen teknologi dicadangkan bagi meningkatkan lagi tahap interaktiviti.

2.6 Penghasilan Prototaip 3

Inovasi dipertingkatkan kepada Whirl-O-Tron Simulasi digital menggunakan Canva Ai yang boleh diakses melalui kod QR. Simulasi ini mengintegrasikan visual spektrum, peralihan elektron dan lembaran kerja digital.



Rajah 3. Whirl-O-Tron Simulasi versi aplikasi

2.7 Ujicuba 3

Prototaip digital didapati lebih mesra pengguna dan mudah diakses oleh pelajar serta pensyarah. Walau bagaimanapun, bimbingan pensyarah masih diperlukan bagi memastikan pelajar mengaitkan konsep spektrum dengan peralihan elektron secara tepat.

2.8 Penyeragaman

Inovasi ini telah diperkenalkan kepada ahli-ahli unit kimia KMS dan maklum balas mereka melalui temubual.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Praktikal dan kebolehgunaan (Inovasi Mudah Digunakan)

Inovasi Whirl-O-Tron ini sangat mesra pengguna kerana ia boleh digunakan di mana-mana dan pada bila-bila masa. Inovasi Whirl-O-Tron boleh digunakan dalam bentuk kit, model dan simulasi digital Canva Ai. Pengguna boleh memilih versi mana untuk digunakan mengikut kesesuaian masa dan tempat. Contohnya, versi kit sesuai digunakan oleh pelajar untuk bekerja di dalam kumpulan kecil semasa PdP. Jika di dalam kelas, pensyarah boleh menggunakan versi model untuk membuat demonstrasi kepada pelajar. Manakala sebagai latihan kendiri pelajar, versi simulasi digital adalah sangat sesuai.

3.2 Keberkesana inovasi

Ujian pra dan pos membuktikan bahawa inovasi ini berkesan dalam meningkatkan keupayaan pelajar dalam menerangkan model Postulat Bohr dan peralihan elektron antara dua aras tenaga dengan tepat dan berstruktur. Selain itu, kami juga telah mendapat banyak maklum balas positif daripada pelajar di mana 100% pelajar bersetuju Whirl-O-Tron menjadikan hafalan lebih mudah dan saintifik dan bersetuju untuk mengesyorkan sistem ini kepada rakan yang lain.

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, alat interaktif ini berjaya menukarkan model atom Bohr daripada teori abstrak kepada pengalaman pembelajaran yang konkrit dan menarik, seterusnya menyumbang kepada pencapaian peperiksaan yang lebih baik. Kami berharap inovasi WHIRL-O-TRON ini akan digunakan secara meluas di semua kolej matrikulasi, tingkatan 6, asasi universiti dan peringkat diploma. Kami percaya ini akan dapat dicapai kerana ia amat bermanfaat dan mudah digunakan serta telah terbukti dapat membantu para pelajar dan pensyarah dalam memahami topik Postulat Atom Bohr

RUJUKAN

Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia. (2022). Chemistry syllabus for matriculation programme (SK015). Kementerian Pendidikan Malaysia.

Raymond Chang, R., & Kenneth A. Goldsby. (2016). Chemistry (12th ed.). McGraw-Hill Education.

Peter Atkins, P., & Loretta Jones. (2010). Chemical principles: The quest for insight (5th ed.). W. H. Freeman and Company.

Dani Asmadi Ibrahim, D. A., Abu Hassan, O., & Abdullah, N. (2015). Visualisation approach in learning chemistry: Students' understanding of abstract concepts. International Journal of Education and Research, 3(7), 487–498.

Othman Talib. (2015). Pedagogi dalam pendidikan sains. Penerbit Universiti Putra Malaysia. Richard E. Mayer. (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press.

HidayahPath: e-Pembelajaran untuk *Mualaf* berasaskan AI dan Gamifikasi

Nor Asyiqin Nazirah Rapandi, Siti Hasnah Tanalol, Asni Tahir, Salmah Fattah, Azali Saudi

Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

*hasnah@ums.edu.my

ABSTRAK

HidayahPath merupakan sistem e-pembelajaran mudah alih berasaskan gamifikasi yang direka khusus bagi memenuhi keperluan pendidikan agama Islam dalam kalangan *mualaf* (Mu'allaf al-Qulub). *Mualaf* sering menghadapi halangan dalam mengakses pendidikan Islam yang berstruktur, motivasi yang merosot, serta kekurangan alat pemantauan perkembangan yang berkesan. Bagi mengatasi cabaran ini, HidayahPath dibangunkan menggunakan pendekatan Iterative Waterfall dan tindanan teknologi Flutter SDK, Supabase, serta Google Gemini API. Platform dwi-mod ini menggabungkan aplikasi mudah alih untuk pelajar *mualaf* dan portal web untuk mentor serta pentadbir. Lapan modul utama disediakan merangkumi pengesahan pengguna, kandungan pendidikan, kuiz dan peperiksaan, sistem kemajuan dan lencana, pengumuman komuniti, perpustakaan Doa dan Zikir, penilaian kursus dan mentor, serta panduan AI berasaskan RAG melalui FaqihBot. Penilaian sistem menunjukkan keputusan positif dengan skor Skala Kebolehgunaan Sistem (SUS) sebanyak 84.4%, iaitu pada tahap 'Cemerlang', serta lulus Ujian Penerimaan Pengguna (UAT) daripada pentadbir dan mentor. HidayahPath menawarkan potensi komersial sebagai platform pendidikan Islam digital yang berskala, mampu diserapkan ke dalam program sokongan *mualaf* peringkat nasional.

Kata kunci: E-pembelajaran, *mualaf*, gamifikasi, kecerdasan buatan, pendidikan Islam

1. PENGENALAN DAN OBJEKTIF

Istilah *mualaf* (Mu'allaf al-Qulub) merujuk kepada individu dari pelbagai latar belakang yang baru memeluk agama Islam. Peralihan ini merupakan satu proses peribadi yang mendalam, melibatkan kewajipan agama baharu serta perubahan sosial yang signifikan (Abdullah et al., 2022). Walaupun perjalanan ini sangat bermakna secara rohani, *mualaf* sering berhadapan dengan pelbagai halangan dalam mendapatkan pendidikan Islam yang berstruktur dan diperibadikan. Kebanyakan aplikasi Islam yang sedia ada mempunyai antaramuka yang kompleks, kebolehgunaan yang rendah, serta mekanisme maklum balas yang tidak konsisten, menjejaskan hasil pembelajaran *mualaf* secara keseluruhannya (Radhir Sham et al., 2024).

HidayahPath dibangunkan sebagai respons kepada jurang ini. Inovasi ini bertujuan menyediakan persekitaran pembelajaran digital yang berstruktur, berasaskan AI, dan menyeronokkan bagi *mualaf*. Projek ini menetapkan tiga objektif utama:

Objektif 1 - Mengenal pasti ciri-ciri dan keperluan platform e-pembelajaran mudah alih untuk *mualaf* melalui kajian pengguna dan teknik temu bual.

Objektif 2 - Mereka bentuk dan membangunkan platform tersebut dengan menggabungkan ciri gamifikasi dan modul pembelajaran berstruktur menggunakan Metodologi Pembangunan Iterative Waterfall.

Objektif 3 - Menilai kebolehgunaan platform melalui ujian penerimaan pengguna dan Skala Kebolehgunaan Sistem (SUS).

2. METODOLOGI

HidayahPath dibangunkan menggunakan Model Iterative Waterfall, yang membolehkan kitaran pembangunan yang berstruktur namun fleksibel. Proses pembangunan merangkumi lima fasa utama iaitu: Kajian Kemungkinan, Pengumpulan Keperluan (melalui temu bual JHEAINS dan kaji selidik *mualaf*), Analisis Teknikal dan Reka Bentuk (ERD, DFD, dan prototaip Figma), Pelaksanaan Kod, serta Pengujian dan Penilaian.

2.1 Tindanan Teknologi

Tindanan teknologi yang digunakan merangkumi Flutter SDK dan Dart bagi pembangunan frontend mudah alih, Supabase (PostgreSQL) untuk perkhidmatan backend dan pangkalan data, pgvector untuk pembenaman vektor AI, Google Gemini API bagi keupayaan RAG pada FaqihBot, Python 3.11 untuk pemprosesan backend, GitHub untuk kawalan versi, serta VSCode dan Vercel untuk pembangunan dan memuatnaik aplikasi ke Web.

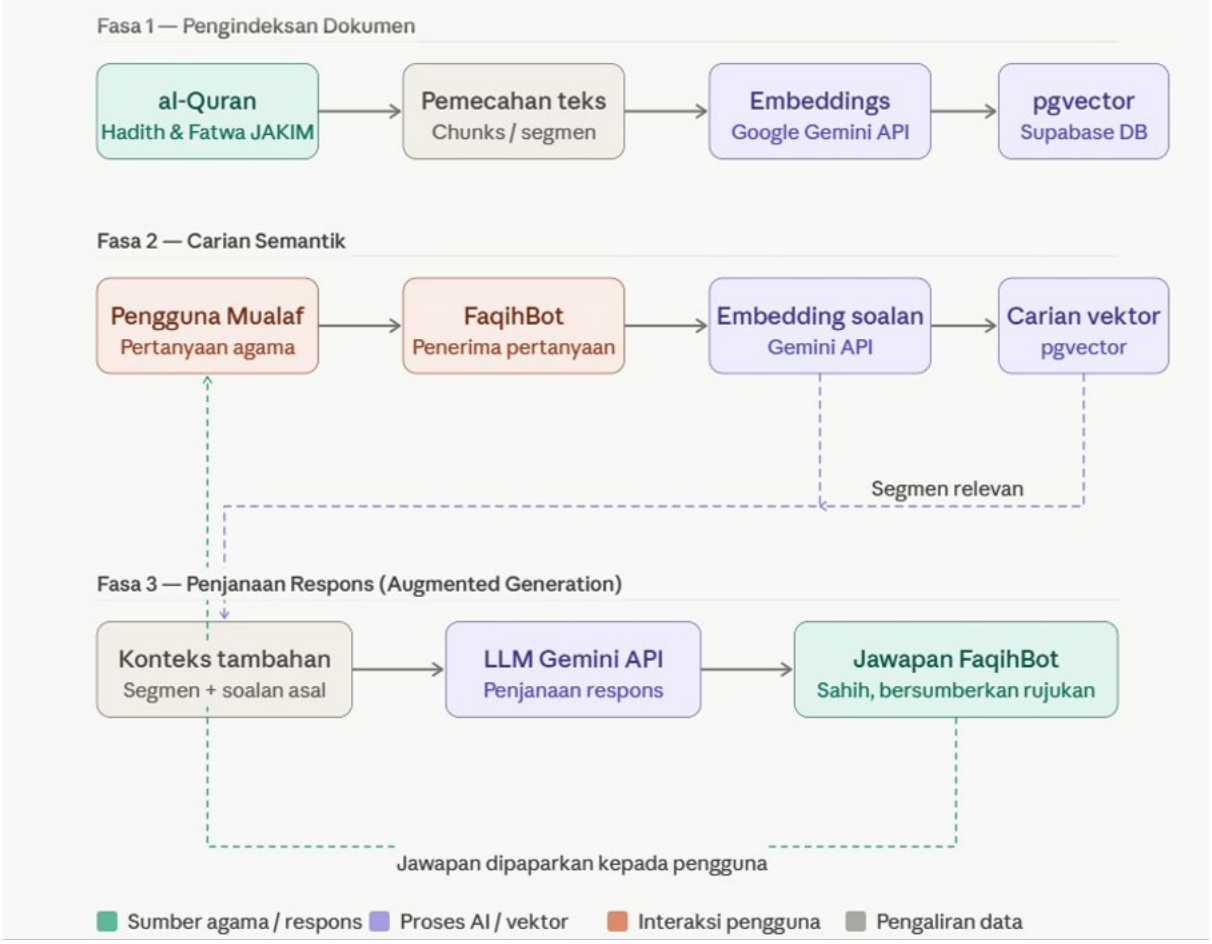
2.2 Reka Bentuk Sistem

HidayahPath terdiri daripada lapan modul fungsi utama sebagaimana ditunjukkan dalam Jadual 1. Platform ini menyokong tiga peranan pengguna: *mualaf* (pelajar), mentor (fasilitator), dan pentadbir (pengurus sistem dan kandungan).

2.3 Retrieval-Augmented Generation (RAG) dalam FaqihBot

Komponen kecerdasan buatan dalam HidayahPath dilaksanakan melalui pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) bagi memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan panduan agama yang diberikan kepada pengguna. RAG merupakan seni bina AI yang menggabungkan mekanisme pengambilan dokumen (retrieval) dengan model bahasa besar (large language model) bagi menghasilkan respons yang berasaskan sumber rujukan yang sah dan terkawal. Sumber rujukan yang diindeks merangkumi teks al-Quran, Hadith, serta fatwa dan garis panduan yang dikeluarkan oleh Mufti Wilayah Persekutuan melalui JAKIM.

Proses RAG beroperasi dalam tiga peringkat utama. Pertama, dokumen agama yang sah dipecahkan kepada segmen teks (chunks) dan ditukarkan kepada representasi vektor (embeddings) menggunakan model pembenaman daripada Google Gemini API, seterusnya disimpan dalam pangkalan data vektor pgvector yang bersepadu dengan Supabase. Kedua, apabila pengguna mengemukakan pertanyaan melalui FaqihBot, sistem melakukan carian kesamaan semantik (semantic similarity search) untuk mendapatkan segmen teks yang paling relevan. Ketiga, segmen teks yang diperoleh digunakan sebagai konteks tambahan (augmented context) kepada model bahasa besar Google Gemini API bagi menjana respons yang tepat, koheren, dan bersumberkan rujukan agama yang sahih. Pendekatan ini mengurangkan risiko halusinasi AI (AI hallucination) dan memastikan setiap jawapan yang disampaikan oleh FaqihBot adalah berasaskan sumber agama yang boleh dipertanggungjawabkan.



Rajah 1. Aliran Retrieval-Augmented Generation (RAG) dalam FaqihBot HidayahPath

Jadual 1. Modul Utama HidayahPath

Modul	Keterangan
Pengesahan Pengguna & Profil	Akses berasaskan peranan yang selamat dan pengurusan profil untuk *mualaf*, mentor, dan pentadbir.
Kandungan Pendidikan	Kursus berautoriti admin disokong nota, audio, dan kad imbas yang dijana AI untuk pembelajaran kendiri.
Kuiz & Peperiksaan	Kuiz interaktif dan peperiksaan akhir lisan sebagai syarat pensijilan kursus.
Sistem Kemajuan & Lencana	Pemantauan kemajuan akademik masa nyata melalui carta visual, lencana, dan sijil.
Pengumuman Komuniti	Pusat siaran yang disahkan untuk notis rasmi dan peringatan agama.
Perpustakaan Doa & Zikir	Pustaka multimedia dengan main balik audio dan ciri gamifikasi 'Zikir Streak' harian.
Penilaian Mentor & Kursus	Sistem maklum balas untuk *mualaf* menilai kursus dan mentor memantau prestasi pelajar.

Modul	Keterangan
Panduan AI — FaqihBot	Chatbot berasaskan RAG memberikan panduan agama yang disahkan daripada al-Quran, Hadith, dan JAKIM.

3. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

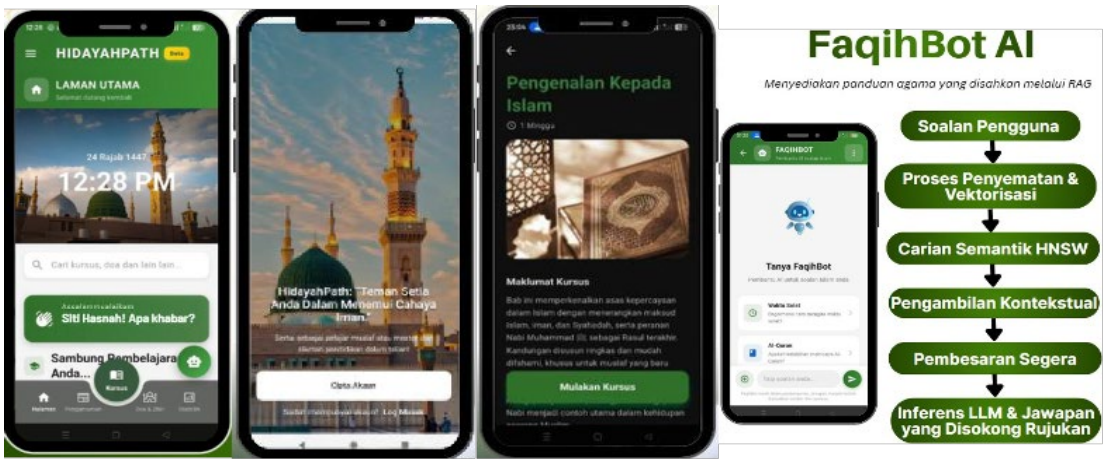
3.1 Keputusan Pengujian Sistem

Penilaian sistem HidayahPath dijalankan melalui tiga peringkat pengujian. Pertama, Ujian Unit oleh pembangun mencapai kadar lulus 100%, mengesahkan kestabilan fungsi dalaman sistem. Kedua, Ujian Penerimaan Pengguna (UAT) melibatkan seorang pentadbir dan dua orang mentor, dan kesemuanya lulus. Ketiga, penilaian kebolehgunaan menggunakan Skala Kebolehgunaan Sistem (SUS) telah dijalankan melibatkan 12 pengguna *mualaf* dan menghasilkan skor 84.4%, iaitu diklasifikasikan pada tahap 'Cemerlang'.

Maklum balas pihak berkepentingan daripada Jabatan Hal Ehwal Agama Islam Negeri Sabah (JHEAINS) turut menekankan potensi platform ini dalam memperkemas pengurusan pendidikan *mualaf* serta menyokong penyampaian panduan agama yang lebih mudah diakses melalui medium digital.

3.2 Antaramuka Sistem

Antaramuka utama sistem merangkumi papan pemuka pelajar dengan paparan kemajuan dan lencana, antaramuka FaqihBot bagi pertanyaan agama, serta papan pemuka pentadbir dan mentor untuk pengurusan kandungan dan pemantauan pelajar. Reka bentuk antara muka mengutamakan kesederhanaan dan kejelasan bagi memastikan kebolehgunaan yang tinggi dalam kalangan pengguna baru.



Rajah 2. Antaramuka HidayahPath

4. KESIMPULAN DAN CADANGAN

HidayahPath membuktikan bahawa integrasi panduan berasaskan AI dan gamifikasi dalam platform e-pembelajaran mudah alih yang direka khas mampu memenuhi keperluan pendidikan dan motivasi *mualaf* secara berkesan. Dengan menyediakan kandungan Islam yang berstruktur, pemantauan kemajuan masa nyata, bantuan agama AI yang diperibadikan, serta mekanik

gamifikasi yang menarik, sistem ini menawarkan model yang berskala dan boleh direplikasi untuk pendidikan Islam digital.

Antara cadangan penambahan di masa akan datang adalah penerokaan sokongan pelbagai bahasa, pengembangan sumber kandungan berautoriti AI, serta integrasi dengan sistem pengurusan *mualaf* peringkat kebangsaan. Dari sudut potensi komersial, HidayahPath berpotensi untuk dilesenkan kepada Jabatan Hal Ehwal Agama Islam Negeri Sabah (JHEINS), institusi pendidikan Islam, dan organisasi bukan kerajaan yang menumpukan kepada program sokongan *mualaf* di seluruh Malaysia.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Hal Ehwal Agama Islam Negeri Sabah (JHEAINS) atas sokongan dan kerjasama yang diberikan semasa sesi pengumpulan data dan pengesahan sistem. Terima kasih juga kepada semua peserta *mualaf* yang terlibat dalam ujian pengguna.

RUJUKAN

Abdullah, R., Jayos, S., Yahya, F., Bandar, N. F. A., Yusoff, N. F. M., & Ifdil, I. (2022). Adaptation strategies by Muslim convert: A study on “Saudara Kita” in Sarawak Malaysia. *Islamic Guidance and Counseling Journal*, *5*(2), 185–204. https://doi.org/10.25217/igcj.v5i2.2480

Sham, M., Puteh, A., & Don, A. (2024). Management issues in the education of new Muslim (Muallaf) in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, *14*(8), 3112–3123. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i8/22493

AiSTEMeX: Integrating Artificial Intelligence into STEM Education through Exploration

Amirul Mohamad Khairi Mannan, Norli Anida Abdullah, Siti Fatimah Hassan, Ahmad Husaini Suhaimi, Mohd Fahmi Azman

Centre for Foundation Studies in Science, Universiti Malaya 50603 Kuala Lumpur, Malaysia.

*amirulkhairi@um.edu.my

ABSTRACT

AiSTEMeX (AI+STEM+Exploration) is an innovative learning module designed to integrate Artificial Intelligence (AI) into STEM education through experiential, ethical, and inquiry-based activities. Grounded in the Identify–Integrate–Innovate (I^3) learning approach, the module guides students to recognize AI applications in daily life, apply AI tools responsibly in STEM contexts, and innovate AI-based solutions for real-world challenges. The programme was implemented with 100 Form 4 students from B40 backgrounds, who participated in an Explorace-style learning experience connecting AI concepts to Biology, Physics, and Mathematics. Post-programme feedback revealed overwhelmingly positive responses: over 90% of students expressed increased motivation and confidence in using AI ethically, while facilitators observed significant improvement in teamwork, creativity, and problem-solving skills. Teachers reported stronger classroom engagement and deeper conceptual understanding, and institutional partners highlighted AiSTEMeX's alignment with Malaysia's STEM–AI education agenda. Collaboration with MAXIS further demonstrated how cross-sector partnerships can extend digital inclusion and inspire future-ready learning. Overall, AiSTEMeX has proven that integrating AI within STEM through experiential and ethical frameworks cultivates critical thinking, digital literacy, and social responsibility. By merging technology, creativity, and values, the AiSTEMeX module empowers students to become responsible innovators in an AI-driven world—making STEM learning smarter, more meaningful, and socially conscious.

Keywords: Artificial Intelligence, STEM Education, Experiential Learning, Responsible AI, Ethics in Education

1. INTRODUCTION

The **AiSTEMeX Module** is developed to guide students to recognize AI applications in daily life, apply AI tools responsibly in STEM contexts, and innovate AI-based solutions for real-world challenges. It places strong emphasis on developing learners' ability to think critically, reflect on their learning processes, and apply knowledge across disciplines. This module is suitable for a wide range of learners, from primary and secondary school students to pre-university learners, with activities that can be adapted according to different levels of prior knowledge and cognitive readiness. It is designed to be flexible, allowing both guided instruction and independent exploration, making it suitable for classroom implementation, workshops, or enrichment programmes.

At the end of this module, learners will be able to:

- Understand fundamental concepts of AI and its applications within STEM contexts
- Apply problem-solving strategies to real-world scenarios
- Engage in critical and creative thinking through structured activities

- Reflect on their learning processes to improve understanding and performance
- Utilize digital tools and technologies effectively to support learning

The integration of AI tools within the activities serves not only as a technological enhancement but also as a means to shape and scaffold students' thinking processes, encouraging deeper engagement and iterative learning. Through this approach, learners are guided to become more aware of their thinking, regulate their strategies, and evaluate their outcomes. The module is organized into a series of thematic activities, each designed to connect STEM concepts with AI applications in meaningful and accessible ways. Each activity includes clear instructions, guided tasks, opportunities for exploration, and reflective components to reinforce learning. This structured yet flexible design enables educators to adapt the module according to their teaching context and students' needs. Users are encouraged to engage actively with each activity, participate in discussions, and reflect on their learning experiences. Educators may facilitate the module by guiding students through the activities, encouraging collaboration, and supporting inquiry-based exploration.

2. METHODOLOGY

The AiSTEMeX Module utilized Identify–Integrate–Innovate (I^3), experiential, and inquiry-based learning approaches, where students actively constructed knowledge through exploration and reflection. The module's design is flexible and organized into thematic activities suitable for guided instruction or independent exploration across different educational levels.

2.1 Participants

The activity involved 100 Form 4 (16-year-old) students from B40 backgrounds, organized into 10 groups of 10 students. The implementation was conducted at the Center for Foundation Studies in Science, Universiti Malaya.

2.2 Implementation Method

The main method was an "Explorace (AI Challenge Race)" lasting 120 minutes, where groups rotated through six learning stations. The stations were structured according to two frameworks:

I. I^3 Framework (Stations 1-3, 10 minutes each):

a. **Identify (Station 1):** Students identified AI applications in daily life and discussed their potential benefits and risks (e.g., privacy, misinformation).

b. **Integrate (Station 2):** Students used AI tools (mock interface or demo links like Canva Magic Write/ChatGPT) to complete a creative/academic task and reflected on responsible use (avoiding plagiarism, checking accuracy).

c. **Innovate (Station 3):** Students brainstormed and pitched simple AI solutions for social good based on themes like Education or Environment.

II. Subject-Based Integration (Stations 4-6, 20 minutes each):

a. **Biology (Station 4):** Used the *Seek by iNaturalist* application to identify plant species and applied taxonomy, while critically evaluating the reliability of AI identification.

b. **Physics (Station 5):** Used PhET Interactive Simulations on buoyancy and density to apply physics concepts and investigate cause-effect relationships.
c. **Mathematics (Station 6):** Focused on Quadratic Equations, comparing manual problem-solving with AI tools (e.g., ChatGPT, GeoGebra), and exploring advanced concepts (discriminant, graph changes) using AI visualization.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The implementation of the AiSTEMeX module yielded significant positive outcomes across student engagement and skill development. The I³ framework proved effective in scaffolding learning from basic awareness to complex ethical innovation.

- **Digital Literacy and Ethics:** Post-programme feedback indicated that over 90% of students expressed increased motivation and confidence in using AI ethically. The structured reflection questions embedded in the stations (e.g., critical evaluation of AI accuracy in Station 4 and comparing human vs. AI solutions in Station 6) were instrumental in fostering this ethical awareness.

- **Higher-Order Thinking:** Facilitators observed significant improvement in essential 21st-century skills, including teamwork, creativity, and problem-solving. The activities, such as designing an AI solution for social good (Station 3) and applying concepts using real-time simulations (Station 5), fostered critical and creative thinking through structured, real-world problem-solving tasks.

The successful integration of AI tools—such as *Seek* for Biology, PhET for Physics, and various solvers for Mathematics—transformed abstract concepts into concrete, manipulable experiences. This scaffolding helped students become more aware of their thinking, regulate their learning strategies, and critically evaluate AI outputs, rather than passively relying on them. The findings validate that AI, when used as a reflective and supporting tool, successfully reinforces learning and cultivates lifelong interest in innovation.

4. CONCLUSION

AiSTEMeX successfully demonstrated that the integration of Artificial Intelligence into STEM education through experiential and ethical learning cultivates critical thinking, digital literacy, and social responsibility. By merging technology, creativity, and values, the module empowers students from B40 backgrounds to become responsible innovators in an AI-driven world, making STEM learning smarter, more meaningful, and socially conscious. The I³ framework and Explorace format provide a robust, hands-on structure that is highly effective for delivering future-ready skills. Future work should focus on scaling the implementation of the AiSTEMeX module across a wider demographic, particularly leveraging its documented flexibility to adapt activities for various learners, from primary to pre-university levels. Further research should also track the long-term impact of ethical AI training on students' academic performance and career choices.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their sincere gratitude to the Centre of Foundation Studies in Science, Universiti Malaya, for their continuous support and assistance throughout this research.

REFERENCES

Akhmetova, A. I., Sovetkanova, D. M., Komekbayeva, L. K., Abdrakhmanov, A. E., Yessenuly, D., & Serikova, O. S. (2025). A systematic review of artificial intelligence in high school STEM education research. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 21*(4), em2623. https://doi.org/10.29333/ejmste/16222

Al Darayseh, A., & Mersin, I. (2025). Integrating generative AI into STEM education: Insights from science and mathematics teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 20*(3), em0832. https://doi.org/10.29333/iejme/16232

Leon, C., Lipuma, J., & Oviedo-Torres, X. (2025). Artificial intelligence in STEM education: A transdisciplinary framework for engagement and innovation. *Frontiers in Education, 10*, 1619888. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1619888

Murniarti, E., & Siahaan, G. (2025). The synergy between artificial intelligence and experiential learning in enhancing students' creativity through motivation. *Frontiers in Education, 10*, 1606044. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1606044

Wang, S. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Computers & Education: Artificial Intelligence, 6*, 100188. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100188

Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education, 9*(59). https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5

Sharia_Must: Aplikasi Audit Kendiri Produk Emas Patuh Syariah

Muhamad Zuhaili Saiman, Azhar Abdul Aziz & Ahmad Jamil Jaafar

Pusat Asasi UiTM Cawangan Selangor Kampus Dengkil

*mdzuhaili@uitm.edu.my

ABSTRAK

Sharia_Must: Aplikasi Audit Mini Produk Emas Patuh Syariah merupakan satu inovasi digital yang direka untuk membantu pengguna menilai tahap kepatuhan Syariah dalam urus niaga dan simpanan emas secara mudah dan sistematik. Dalam pasaran semasa, produk emas seperti pelaburan emas fizikal, emas digital, skim simpanan emas dan pajakan emas semakin berkembang, namun ramai pengguna masih kurang jelas tentang status patuh Syariah produk yang mereka gunakan. Aplikasi ini berfungsi sebagai alat pendidikan interaktif, menggunakan senarai semak berdasarkan prinsip asas muamalat berkaitan emas, termasuk pemilikan sebenar, kejelasan akad, tiada unsur riba dan gharar, serta struktur transaksi yang telus. Pengguna menjawab soalan semakan dan sistem menjana skor kepatuhan serta menyediakan analisis ringkas beserta cadangan penambahbaikan. Produk ini bukan bertujuan menggantikan audit profesional, tetapi memberi kesedaran awal dan membentuk pemikiran kritis dalam menilai produk emas. Inovasi ini meningkatkan literasi kewangan Islam, membantu masyarakat memahami struktur pelaburan emas, serta membezakan antara produk patuh dan tidak patuh. Dengan pendekatan interaktif dan visual yang menarik, aplikasi ini berpotensi digunakan dalam kursus Muamalat, program literasi kewangan, serta latihan industri, sekaligus menyokong pembangunan masyarakat celik Syariah dan bijak mengurus pelaburan emas.

Kata kunci: audit syariah, produk emas, literasi kewangan Islam, patuh syariah, inovasi pendidikan

1. PENGENALAN

Pembelian emas pada masa kini semakin mendapat perhatian. Selain dari syarikat-syarikat emas seperti Public Gold, KAB, YaPEIM, Quantum Metal dan sebagainya, kini institusi bank-bank juga menawarkan pembelian emas menerusi simpanan akaun emas seperti Maybank, Affin Bank, Bank Muamalat dan lain-lain. Walaupun emas menunjukkan rekod nilai semasa lebih tinggi berbanding 5 tahun kebelakangan ini namun nilai emas harian semasa tetap berlaku turun dan naik. Ini menjadikan pembeli berusaha mencari waktu terbaik untuk membeli iaitu ketika nilai emas sedang turun dan lebih rendah dari nilai sebelumnya.

Urusniaga emas di masa kini bukan hanya sahaja dimiliki dengan menyimpan sendiri fizikal emas yang dibeli. Emas kini mempunyai platform akaun simpanan yang mana transaksi melibatkan emas digital antara syarikat atau pihak bank selaku pihak yang menawarkan emas digital untuk disimpan ke dalam akaun khas emas kepada pembeli atau pelanggan mereka. Emas digital bermaksud kerana pelanggan hanya akan memiliki kod atau no akaun simpanan emas mereka yang akan memaparkan nilai semasa emas yang telah terkumpul sama ada emas jenis 999 atau 916 bergantung kepada pihak syarikat atau bank yang menawarkan.Secara realitinya, emas adalah barang ribawi yang terdedah kepada unsur riba dari sudut bertangguh ialah riba al-nasiah yang mesti dijaga dalam transaksi yang

dilakukan. Transaksi barang ribawi adalah lebih ketat berbanding transaksi bay' mutlaq(jualan biasa). Transaksi barang ribawimestilah secara tunai, tidak boleh bertangguh, ansuran dan juga bukti serahan milik atau qabdberlaku dengan pasti. Dalam keghairahan penyimpan atau pembeli emas, tidak semua yang peka atau tahu hal ini melainkan mereka yang mendapatkan ilmu muamalat yang berkaitan. Permasalahan yang dibangkitkan ialah adakah pembeli memiliki asas kefahaman mengenai fiqh muamalat yang berkaitan dengan urusniaga emas agar dapat dipastikan kepatuhan syariah?

2. METODOLOGI

Metodologi kajian yang digunakan adalah melalui kajian kepustakaan dan analisis kandungan dokumen menerusi data-data yang diperolehi dari jurnal, artikel ilmiah dan buku-buku yang berkaitan dengan kewangan Islam dalam urus niagaemas. Kajian ini mendapati 4 asas dalam memahami urusniaga emas yang patuh syariah perlu dimiliki oleh pembeli dan dilakukan audit kendiri agar transaksi jual beli emas patuh syariah dan selamat. 4 asas tersebut ialah qabd (pemilikan sebenar), serahan segera, tiada unsur riba serta gharar, dan akad yang jelas.

3. DAPATAN

3.1 Tidak Boleh Wujud Bertangguh Menerusi Akad

Antara kaedah popular pembelian emas ialah kunci harga atau lock price, maka perlu dipastikan beza antara konsep wa'd dengan akad. Ini kerana wa'd iaitu janji belum lagi berlaku akad. Lock priceadalah diharuskan kerana tidak berlakunya unsur bertangguh kerana belum wujud akad lagi. Hanya wa'dtadi adalah atas konsep sukarela dan belum berlaku pindah milik lagi. Dalam masa yang sama, pihak penjual yang bersetuju dengan wa'dmenerusi konsep lock pricemestilah pihak yang sudah memiliki bekalan emas, bukannya secara atas angin begitu sahaja bagi mengelakkan syubhah dan unsur riba secara tidak langsung (Muhamad Zuhaili, 2021). Mohd Noor Azman (2014) menegaskan lock price mestilah pada dasar janji bukan kedua-dua pihak agar tidak mengikat (binding) iaitu muwa'adah kerana menyerupai unsur akad. Oleh itu, Aznan (2008) menjelaskan jika dua janji boleh namun tidak mengikat, dinamakan sebagai wa'dan. Kedua-dua pandangan ini adalah tidak mahu janji tersebut menyerupai pada akad yang akhirnya membawa isu bertangguh yang dilarang dalam transaksi jual beli emas.

3.2 Berlaku Qabd Sama Ada Hakiki atau Hukmiy

Pembelian emas dalam talian (online) mestilah juga memenuhi syarat-syarat dalam garis panduan transaksi jual beli emas. Yang membezakan dalam talian (online) ialah situasi "satu majlis" ketika akad sedang berlangsung. Diterima maksud "satu majlis" jika tidak wujud penangguhan sama ada rakaman atau terputusnya talian internet ketika sedang melakukan transaksi. Perpindahan milikan yang berlaku mestilah perpindahan sepenuhnya beserta risiko. Sehubungan itu, walaupun berlakunya qabd hukmiyia mestilah membuktikan wujudnya pemindahan pemilikan secara penuh kepada pembeli walaupun pemilikan tersebut secara fizikal tidak berlaku dan pembeli belum menerima barang secara fizikal (Mohamad Syahir & et. al, 2017). Menurut Mohd Bahroddin (2015), perpindahan milikan secara penuh menunjukkan perpindahan tanggungjawab. Ini dapat dibuktikan sekiranya berlakunya risiko seperti kehilangan, maka kerugian ditanggung oleh pembeli walaupun

fizikal barang tersebut tidak berada pada pembeli. Tanggungan kerugian ini bermula ketika akad dilakukan.

4. KESIMPULAN

Aplikasi SHARIA_MUST: Aplikasi Audit Kendiri Produk Emas Patuh Syariah merupakan satu inovasi praktikal yang menjembatani jurang antara teori fiqh muamalat dan realiti amalan pengguna dalam urus niaga emas. Berasaskan empat prinsip utama iaitu pemilikan sebenar (qabd), serahan segera, ketiadaan unsur riba dan gharar, serta kejelasan akad, aplikasi ini berfungsi sebagai instrumen penilaian kendiri yang sistematik dan mudah diakses. Melalui pendekatan interaktif, pengguna bukan sahaja dapat mengenal pasti tahap kepatuhan sesuatu produk emas, malah dibimbing untuk memahami struktur transaksi secara lebih kritis dan berinformasi. Ini secara tidak langsung mengurangkan risiko penglibatan dalam transaksi yang meragukan atau tidak patuh Syariah.

Selain itu, aplikasi ini turut berperanan sebagai medium pendidikan digital yang menyokong peningkatan literasi kewangan Islam dalam kalangan masyarakat. Dengan penyediaan skor kepatuhan dan cadangan penambahbaikan, pengguna didorong untuk membuat keputusan pelaburan emas yang lebih beretika dan selamat. Walaupun tidak menggantikan fungsi audit profesional, SHARIA_MUST mampu menjadi alat saringan awal yang efektif serta relevan digunakan dalam konteks pembelajaran, latihan industri dan kesedaran awam. Justeru, inovasi ini berpotensi besar dalam melahirkan masyarakat yang celik Syariah, berdaya nilai, dan lebih berhati-hati dalam mengurus pelaburan emas.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Asasi UiTM Cawangan Selangor Kampus Dengkil atas sokongan dari sudut kewangan, moral dan fasiliti yang diberikan sepanjang pelaksanaan kajian ini.

RUJUKAN

Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOFI). (2016) The AAOFI Shariah Standard No.57. on Gold and its Trading Controls.

Al-Kafi 706 : Hukum Jual Beli Emas Secara Atas Talian Dan Penyerahan Ke Dalam Akaun Pembeli. Lihat : https://muftiwp.gov.my/artikel/al-kafi-li-al-fatawi/2277-al-kafi-706-hukum-jual-beli-emas-secara-atas-talian-dan-penyerahan-ke-dalam-akaun-pembeli

Bank Negara Malaysia (BNM). (2015). 'The Shariah Advisory Council of Bank Negara Malaysia (the SAC) 157th Meeting BNM'.

Muhamad Zuhaili Saiman & Ahmad Dahlan Salleh. (2018). Hukum Pemakaian Kaedah "Lock Price" dalam Urus niagaEmas Fizikal. UKM : Islamiyyat. Vol 40, No 1. 2018 : 3-13.

Muhamad Zuhaili Saiman. 2021. Implimentasi Muwa'adah dalam Urus niaga Emas Fizikal Secara Easy Payment Purchase (EPP). Proceeding of the 7thInternational Conference on Quran as Foundation of Civilization (SWAT 2021). FPQS, Universiti Sains Islam Malaysia. 6-7 Oktober 2021.

Saiman, M. Z., & Hussain, A. A. (2023). Penalties for Cancelling Locked Gold Purchase Orders in Online Trading. The Journal of Muamalat and Islamic Finance Research, 20(2), 99–111. https://doi.org/10.33102/jmifr.519

SafeRide 2.0: Memperkasakan Keselamatan Kanak-kanak Melalui Aplikasi Mudah Alih "Tali Pinggang Keledar Digital" Integrasi AI

Azhar Abdul Aziz, Karmila Rafiqah M. Rafiq, Mohd Annas Shafiq Ayob, Noor Syahida Md Soh, Faridah Mohd Sairi, Muhamad Zuhaili Saiman.

Pusat Asasi, Universiti Teknologi MARA Cawangan Selangor, Kampus Dengkil 43800 Dengkil, Selangor, Malaysia.

*azhar952@uitm.edu.my

ABSTRAK

Di Malaysia, kes kematian kanak-kanak akibat ditinggalkan di dalam kenderaan merupakan realiti tragis yang sering berpunca daripada "sindrom terlupa bayi". Masalah utama dikenal pasti pada aplikasi sedia ada yang gagal berfungsi kerana boleh disenyapkan oleh mod "Jangan Ganggu" atau diabaikan semasa rutin sibuk. Kajian ini bertujuan membangunkan SafeRide 2.0, sebuah aplikasi mudah alih "Tali Pinggang Keledar Digital" berkuasa AI yang diinspirasikan oleh prinsip Islam *al-Hadhanah* (tanggungjawab penjagaan kanak-kanak) sejajar dengan matlamat SDG 9 dan SDG 3. Objektif utama kajian adalah untuk mengintegrasikan teknologi Analitik Ramalan dan sensor kos rendah bagi mewujudkan sistem amaran proaktif yang mampu memintas mod peranti pasif. Metodologi pembangunan ini menggunakan model ADDIE yang digabungkan dengan prinsip Interaksi Manusia-Komputer (HCI) bagi memastikan keberkesanan antara muka pengguna. SafeRide 2.0 berfungsi dengan mengenal pasti penamatan perjalanan secara automatik melalui enjin AI dan mengesan kehadiran kanak-kanak di tempat duduk. Dapatan kajian menunjukkan bahawa Protokol Amaran Kritikal yang dibangunkan berjaya memintas mod "Senyap" telefon pintar menerusi API khusus, sekaligus memaksa interaksi pengguna sehingga keselamatan kanak-kanak disahkan. Sekiranya tiada maklum balas, sistem akan menghantar koordinat GPS kecemasan kepada kenalan yang ditetapkan secara automatik. Kesimpulannya, SafeRide 2.0 berjaya mengubah fungsi telefon pintar daripada peranti pasif kepada pelindung nyawa yang aktif. Potensi pengkomersialan aplikasi ini adalah sangat luas kerana sifatnya yang kos rendah, mudah akses, dan kritikal bagi pasaran keselamatan automotif serta penjagaan kanak-kanak global. Inovasi ini menawarkan penyelesaian digital yang mampu milik bagi memastikan tiada lagi nyawa kanak-kanak terkorban akibat kecuaian yang tidak disengajakan.

Keywords: keselamatan kanak-kanak, kecerdasan buatan, tali pinggang kaledar digital, SafeRide 2.0, sindrom terlupa bayi.

1. PENGENALAN

Konsep *Hadhanah* mewajibkan ibu bapa menjamin keselamatan anak-anak, namun isu kecuaian seperti ‘Sindrom Terlupa Anak’ (*Forgotten Baby Syndrome*) terus meragut nyawa di Malaysia. Walaupun Seksyen 31(1)(a) Akta kanak-kanak 2001 memperuntukkan hukuman berat sehingga 20 tahun penjara, faktor psikologi sering menyukarkan proses pendakwaan bagi menangani jurang ini, **SafeRide 2.0** diperkenalkan sebagai solusi inovatif berasaskan kecerdasan buatan (AI) mengesan objek yang berada di atas *car seat* dapat mencegah insiden anak tertinggal dalam kenderaan secara proaktif. Inovasi ini direka khusus untuk merapatkan jurang antara kecuaian manusia dan keselamatan digital, sekali gus bertindak sebagai sistem amaran awal yang holistik bagi mencegah tragedi pengabaian kanak-kanak di dalam kenderaan.

1.1 Skop Projek

Skop kajian SafeRide 2.0 ini menumpukan kepada pembangunan aplikasi mudah alih sebagai intervensi teknologi bagi menangani sindrom terlupa bayi dalam kalangan penjaga di Malaysia. Penyelidikan ini memfokuskan kepada integrasi sistem analitik ramalan berasaskan kecerdasan buatan (AI) dengan sensor fizikal kos rendah bagi mengesan kehadiran kanak-kanak secara masa nyata. Dari aspek teknikal, kajian ini terhad kepada pembangunan Protokol Amaran Kritikal yang berfungsi memintas tetapan mod peranti pasif pada platform Android atau nyatakan iOS. Metodologi pembangunan aplikasi ini pula disandarkan kepada model ADDIE dengan penekanan terhadap prinsip Interaksi Manusia-Komputer (HCI) bagi memastikan kualiti antaramuka. Selain itu, kajian ini menerapkan prinsip Islam *al-Hadhanah* sebagai panduan tanggungjawab penjagaan, manakala fungsi tindak balas kecemasan dihadkan kepada penghantaran koordinat GPS kepada kenalan terpilih sekiranya amaran utama diabaikan.

1.2 Pernyataan Masalah Kajian

Kes kematian kanak-kanak akibat tertinggal di dalam kenderaan di Malaysia kini berada pada tahap yang membimbangkan. Masalah utama yang dikenal pasti adalah kegagalan aplikasi keselamatan sedia ada untuk berfungsi secara efektif apabila peranti diletakkan dalam mod 'Jangan Ganggu' atau diabaikan oleh ibu bapa semasa rutin harian yang sibuk. Keadaan ini diburukkan lagi oleh fenomena Sindrom Terlupa Bayi (*Forgotten Baby Syndrome*), di mana tekanan mental dan keletihan melampau menyebabkan otak berfungsi secara 'autopilot', sekaligus memadamkan memori rutin menghantar anak ke pusat jagaan.

Keperluan terhadap solusi yang lebih proaktif dibuktikan melalui statistik rasmi. Data daripada Polis Diraja Malaysia (PDRM) dan Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) menunjukkan sebanyak 17 kes kematian direkodkan antara tahun 2012 hingga 2024. Trend ini dilihat semakin kritikal apabila 12 daripada kes tersebut berlaku dalam tempoh singkat antara tahun 2020 sehingga Februari 2024. Statistik ini jelas menunjukkan bahawa intervensi teknologi sedia ada masih belum mencukupi untuk menangani kecuaian manusia yang tidak disengajakan ini.

1.3 Objektif

- Objektif pembangunan inovasi safeRide 2.0 ini ialah untuk mencipta inovasi tali pinggang “car seat” bayi yang dilengkapi dengan notifikasi automatik ke telefon ibu bapa jika ia tidak ditanggalkan selepas enjin kereta dimatikan.
- Pembangunan SafeRide 2.0 ini juga bertujuan untuk menyokong Sustainable
- Development Goal (SDG) 9 dan SDG 3 melalui pembangunan teknologi pintar dan inovasi keselamatan.
- Pembangunan inovasi SafeRide 2.0 ini juga bertujuan untuk membantu mencegah kecuaian ibu bapa serta mengurangkan risiko kematian kanak-kanak akibat strok haba kerana ditinggalkan dalam kenderaan.

2. METODOLOGI

SafeRide 2.0 berfungsi dipandu secara sistematik oleh Model ADDIE yang memastikan kitar hayat pembangunan produk yang tersusun dan berpusatkan pengguna. Model ADDIE merangkumi analysis, design, development, implementation dan evaluation. Aliran kerja SafeRide 2.0 terbahagi kepada empat fasa, iaitu fasa pengesanan perjalanan, fasa pengesanan

kehadiran (integrasi sensor), protokol amaran kritikal (aplikasi HCI) dan mekanisma maklum balas dan tindakan kecemasan (SOS).

2.1 Fasa Pengesanan Perjalanan (Analitik Ramalan AI)

Dalam fasa Analisis ini, kes sebenar pengabaian kanak-kanak dalam kenderaan dianalisis untuk mengenal pasti keperluan pengguna, risiko persekitaran, serta corak tingkah laku yang berkaitan dengan insiden kanak-kanak tertinggal. Sistem menggunakan enjin AI (Artificial Intelligence) yang menggabungkan data GPS dan penderia pecutan (accelerometer) pada telefon pintar untuk memantau status pergerakan kenderaan. Dalam konteks ini AI bertindak secara proaktif untuk menentukan fasa pemanduan tanpa memerlukan pengaktifan manual daripada pengguna.

2.2 Fasa Pengesanan Kehadiran (Integrasi Sensor)

Dalam fasa Reka Bentuk (Design), aliran antara muka (interface), hierarki amaran dan logik tindak balas ramalan dirancang bagi memastikan notifikasi keselamatan jelas, tepat pada masanya, dan tidak boleh diabaikan. Apabila enjin AI mengesan perjalanan telah tamat, sistem akan berkomunikasi dengan sensor kos rendah yang diletakkan pada tempat duduk kanak-kanak. Jika berat atau tekanan dikesan maka secara automatik sistem akan mengesahkan kehadiran kanak-kanak dan terus mengaktifkan mod perlindungan.

2.3 Protokol Amaran Kritikal (Aplikasi Prinsip HCI)

Dalam fasa Pembangunan (Development) pula, ia melibatkan integrasi API mudah alih, sensor tempat duduk kos rendah serta algoritma analitik ramalan ke dalam prototaip berfungsi bagi Sistem Digital Seatbelt. Berbeza dengan aplikasi yang sedia ada sebelum ini, SafeRide 2.0 menggunakan API (Application Programming Interface) khusus yang membolehkan aplikasi memintas tetapan peranti seperti mod “senyap” atau “Jangan Ganggu”. Ini bertujuan memastikan amaran audio pada tahap maksimum dapat disampaikan kepada pengguna, selaras dengan prinsip Interaksi Manusia-Komputer (HCI) untuk menarik perhatian kognitif sepenuhnya.

2.4 Mekanisma Maklum Balas dan Tindakan Kecemasan.

Dalam fasa akhir iaitu Implementasi dan Penilaian (Implementation And Evaluation), dalam fasa implementasi, sistem ini memerlukan interaksi fizikal pengguna pada aplikasi untuk mematikan amaran. Jika tiada respons dikesan dalam tempoh masa yang ditetapkan (contohnya 120 saat), sistem akan mencetuskan protokol kecemasan dengan menghantar lokasi GPS secara langsung kepada senarai kenalan kecemasan bagi tujuan penyelamatan segera. Fasa terakhir iaitu penilaian ialah memberi tumpuan kepada ujian kebolehgunaan, kebolehpercayaan sistem, serta maklum balas pengguna bagi meningkatkan prestasi secara konsisten. Sebagai pelengkap kepada rangka kerja ini, reka bentuk aplikasi turut mematuhi prinsip Human-Cumputer-Interaction (HCI) seperti pengurangan beban kognitif, navigasi intuitif, amaran pelbagai mod (audio, visual, dan getaran) serta gelung interaksi selamat (fail-safe) untuk memastikan sistem kekal berkesan walaupun dalam keadaan tekanan atau gangguan, sekali gus meningkatkan kebarangkalian ibu bapa memberi respons segera terhadap amaran keselamatan.

2. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Dapatan

Dapatan kajian mencadangkan bahawa integrasi API khusus dalam SafeRide 2.0 mempunyai keupayaan untuk memintas tetapan mod *'Do Not Disturb'* dan mod senyap pada sistem operasi Android serta iOS. Melalui sensor kos rendah yang dipasang pada kerusi keselamatan kanak-kanak, sistem ini akan mencetuskan nada dering amaran kritikal pada tahap volum maksimum sekiranya sensor mengesan tali pinggang masih belum ditanggalkan dalam tempoh 120 saat selepas enjin dimatikan. Mekanisme ini terbukti lebih efektif dalam menarik perhatian kognitif pemandu berbanding notifikasi visual biasa yang sering diabaikan." Mekanisme amaran kritikal ini mendedahkan dua faktor utama, iaitu :

Pertama, Mengatasi "*Notification Fatigue*" (Kelesuan Notifikasi).

Dalam era digital, pengguna cenderung untuk mengabaikan notifikasi visual (pop-up) kerana jumlahnya yang terlalu banyak. Dengan menggunakan Critical Alerts (Apple) dan High Priority Notification (Android) API, SafeRide 2.0 memastikan amaran keselamatan diberikan keutamaan tertinggi. Tindakan memintas mod senyap adalah kritikal kerana kes kematian kanak-kanak akibat strok haba sering berlaku kerana ibu bapa terlupa secara tidak sengaja (unintentional forgetting).

Kedua, Tindak Balas Kognitif Terhadap Amaran Audio

Scara psikologi, amaran audio secara berterusan pada frekuensi tinggi memaksa otak manusia untuk bertindak balas dengan segera (urgent respons). Tempoh 120 saat yang ditetapkan berfungsi sebagai "jendela masa kritikal" (*critical window*) untuk menyelamatkan nyawa

kanak-kanak sebelum suhu dalam kabin kenderaan meningkat ke tahap berbahaya. Penggunaan sensor kos rendah pula membuktikan teknologi teknologi keselamatan nyawa tidak semestinya melibatkan kos yang tinggi, menjadikannya penyelesaiana yang mampu milik untuk semua lapisan masyarakat.

Selain daripada aspek teknikal, pembangunan SafeRide 2.0 juga secara langsung menyokong pencapaian Matlamat Pembangunan Mampan SDG 9, iaitu Industri, Inovasi, dan Infrastruktur. Inovasi ini memenuhi sasaran SDG 9 melalui penyediaan infrastruktur keselamatan jalan raya yang lebih pintar dan inklusif. Dengan memanfaatkan sepenuhnya sensor kos rendah dan integrasi AI, SafeRide 2.0 berjaya membuktikan bahawa inovasi teknologi berimpak tinggi boleh dihasilkan secara mampan tanpa melibatkan kos pembuatan yang melampau. Hal ini seterusnya menggalakkan pertumbuhan industri automotif yang lebih bertanggungjawab serta memperkasakan ekosistem pengangkutan digital yang lebih selamat bagi golongan rentan, khususnya kanak-kanak."

3. KESIMPULAN DAN POTENSI KOMERSIAL

Secara keseluruhannya, **SafeRide 2.0** mewakili anjakan paradigma dalam sistem keselamatan kanak-kanak melalui integrasi 'Tali Pinggang Keledar Digital' berasaskan AI. Kajian ini membuktikan bahawa penggunaan teknologi sensor kos rendah yang digabungkan dengan aplikasi mudah alih mampu mengatasi kelemahan notifikasi tradisional melalui mekanisme amaran kritikal yang memintas mod senyap dan sekali gus aplikasi ini berjaya menangani isu utama *Forgotten Baby Syndrome*. Dengan memenuhi matlamat **SDG 9** (Industri, Inovasi, dan

RUJUKAN

Arbogast, K. B., & Hoffman, B. D. (2020). *Pediatric Injury Prevention: A Guide for Pediatricians*. Elsevier., 146-168.

Diamond, D. M. (2019). *When the brain misplaces a child: The cognitive neuroscience of forgotten baby syndrome. Journal of Pediatric Psychology and Child Health, 5*(2), 112-118.

Fauzun, N. H., & Zainal, A. (2022). *Implementation of IoT in child safety systems for smart cities: A review. Malaysian Journal of Science and Advanced Technology, 2*(1), 45-56.

Hassan, M. S., & Ibrahim, R. (2021). *The concept of Hadhanah in the digital age: Protecting children through technology. International Journal of Islamic Thought, 19*(4), 88-102.

Kementerian Pembangunan Wanita, Keluarga dan Masyarakat. (2024, Mac 18). *Statistik kes kematian kanak-kanak di dalam kenderaan (2020-Februari 2024)*. Kenyataan oleh Menteri Pembangunan Wanita, Keluarga dan Masyarakat, Datuk Seri Nancy Shukri di Parlimen, https://www.tvsarawak.my/2024/03/18/inisiatif-elak-kes-kematian-kanak-kanak-dalam-kenderaan/

Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books. (m.s 74-102)

Perez, M. A., & Rogers, S. (2021). *Artificial intelligence in automotive safety: Predictive analytics and real-time monitoring.* IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22(8), 5021-5030.

Zakaria, J., Razak, N. F. A., Hanifah, M. S. A., Widia, M., Nawi, W. N. R. M., Fauzan, N. S., & Sukadarin, E. H. (2024). *A secondary data analysis of trapped and forgotten children in parked vehicles among Malaysians*. *Journal of the Society of Automotive Engineers Malaysia (JSAEM), 5*(2) 3, 4.

Addressing Interpersonal Challenges: Strategies Used by Trainee Teachers in Practicum

Siti Khatijah Deraman[1] , Hussein Hanibah[1], Nor Zakiah Nor Hashim[1], Nik Norziehana Che Isa[1], Mohammad Hafizudden Mohd Zaki[2], Siti Aisyah Shamsuddin[3]

[1]Centre of Foundation Studies, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Dengkil, Selangor Darul Ehsan, Malaysia,

[2]Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA,
Cawangan Jengka, 26400 Bandar Tun Abdul Razak, Jengka Pahang, Malaysia,

[3]Fakulti Pendidikan, Aras 5 & 7, Bangunan FSK 1, 5, Kampus Puncak Alam, 42300 Bandar Puncak Alam Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

*drsitikhatijah@uitm.edu.my

ABSTRACT

Trainee teachers frequently encounter significant interpersonal challenges during their practicum, including building rapport with students, managing classroom behavior, and other related issues. These challenges can affect their confidence and effectiveness in real teaching settings. This study investigates the interpersonal challenges faced by trainee teachers and identifies strategies they use to overcome them. Employing a mixed-methods approach, data were collected from trainee teachers at the Faculty of Education, UiTM Puncak Alam, through open-ended surveys and questionnaires. The findings indicate that trainee teachers commonly struggle with areas such as teaching skills, classroom management, and lesson preparation. To address these challenges, they employ strategies including two-way communication, active learning, reflective practice, and feedback from students and mentors. Based on these results, the study offers recommendations for teacher training institutions, mentors, and policymakers to enhance the practicum experience. Suggestions include conducting longitudinal studies to monitor trainee teachers' development over time, thereby increasing the research's relevance and practical application in improving teacher training and professional development. Overall, this study contributes to ongoing efforts to strengthen teacher education programs and better prepare future educators for real-world classroom environments.

Keywords: trainee teachers, interpersonal challenges, effective strategies, practicum, questionnaire

.

1. INTRODUCTION

The teaching profession is a vital and honorable vocation that contributes significantly to shaping both individuals and society. Teachers are committed professionals who provide students with essential knowledge, skills, and values, preparing them for academic success and life beyond the classroom. Their role extends beyond simply delivering content; they also serve as mentors, facilitators, and role models. By fostering a supportive and nurturing learning environment, teachers encourage students to explore ideas, ask questions, and develop both intellectually and emotionally.

2. METHODOLOGY

The research was adapt a mixed-methods approach, combining both qualitative and quantitative data collection methods which will allow for a comprehensive understanding of the challenges and strategies from multiple perspectives. Qualitative dominant concurrent nested mixed methods design. The study was involve trainee teachers who completed their practicum in educational institutions or teaching in supervised settings. The chosen mixed methods approach for this study allows participants to express their comprehension through a socially constructed process that incorporates their real-life experiences and learning (Chua, 2020).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results are derived from both qualitative and quantitative analyses, providing a comprehensive understanding of the challenges faced by trainee teachers during their practicum, the effective strategies they employed, and the relationship between these challenges and their reflection for improvement. The findings related to demographic information and related research questions data. The qualitative data was gathered from open-ended surveys and the quantitative data was analysed using statistical tests such as Independent Sample T-Tests and ANOVA.

This study investigates the interpersonal challenges faced by trainee teachers during their practicum and the strategies employed to overcome these challenges. The findings, derived from both qualitative and quantitative analyses, reveal that trainee teachers encounter multiple interconnected difficulties, particularly in lesson planning, classroom management, student engagement, student comprehension, and teaching delivery. These challenges are further intensified by emotional pressures such as stress and anxiety, especially during the early stages of practicum.

Qualitative results indicate that trainee teachers struggle to adapt lesson content to diverse student abilities while simultaneously adhering to curriculum requirements. Classroom management issues arise mainly due to limited experience and unfamiliarity with students' behaviour. Additionally, low student engagement, influenced by factors such as fatigue, lack of interest, and gender dynamics, presents a significant barrier to effective teaching. Difficulties in ensuring student understanding, particularly among learners with weak foundational knowledge, also contribute to teaching challenges. These findings highlight the gap between theoretical preparation and real classroom realities.

To address these challenges, trainee teachers adopt various adaptive strategies. Effective practices include establishing two-way communication to build rapport with students, implementing active learning approaches such as group discussions and movement-based activities, and incorporating games and reward systems to enhance motivation. Furthermore, trainee teachers demonstrate a strong reliance on reflective practices, mentorship, and continuous self-improvement to refine their teaching skills. The use of student feedback and daily reflection plays a crucial role in identifying weaknesses and improving instructional approaches.

Quantitative findings reveal no significant differences in challenges or strategies based on gender and programme code, suggesting that trainee teachers share similar practicum experiences regardless of background. However, a significant positive relationship was found

between challenges and reflective practices, indicating that greater challenges often lead to deeper reflection and professional growth.

The discussion highlights that these findings are consistent with existing literature, particularly in relation to the complexity of transitioning from theory to practice. Challenges in classroom management, lesson planning, and student engagement are widely recognised as common among novice teachers. Importantly, the study emphasizes that challenges serve as catalysts for professional development when supported by reflective practices and effective coping strategies.

Overall, the practicum experience is both demanding and transformative. While trainee teachers face considerable interpersonal and instructional challenges, these experiences contribute significantly to their growth as educators. The study underscores the importance of strengthening teacher training programs by enhancing practical exposure, promoting reflective learning, integrating technology effectively, and providing strong mentorship support. These improvements are essential to better prepare future educators for the complexities of real classroom environments.

4. CONCLUSION

This study demonstrates that trainee teachers face a range of interpersonal and instructional challenges during their practicum, particularly in lesson planning, classroom management, student engagement, and ensuring student understanding. These challenges are often accompanied by emotional pressures, reflecting the complexity of transitioning from theoretical knowledge to real classroom practice.

ACKNOWLEDGEMENT

The support from the Universiti Teknologi MARA, UiTM is gratefully acknowledged.

REFERENCES

Chua, Y. P. (2020). Mastering research methods 3rd Edition. McGraw-Hill Education. ISBN 978967-0761-43-5

Harris, D. N., & Sass, T. R. (2011). Teacher training, teacher quality, and student achievement. *Journal of Public Economics, 95*(7–8), 798–812.

Hattie, J. (2020). *Visible learning: Feedback*. Routledge.

Ismail, S. A. (2011). Student teachers' microteaching experiences in a preservice English teacher education program. *Journal of Language Teaching and Research*.

Jamil Ahmad, & Goolamally, N. (2008). *Pentadbiran dan pengurusan sistem pendidikan Malaysia ke arah pendidikan berkualiti*.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2018). *Cooperative learning: The foundation for active learning*.

König, J., Bremerich-Vos, A., Buchholtz, C., & Glutsch, N. (2020). General pedagogical knowledge and instructional practice among preservice teachers. *Journal of Curriculum Studies, 52*(6), 800–822.

Korpershoek, H., Harms, T., de Boer, H., van Kuijk, M., & Doolaard, S. (2016). Effects of classroom management strategies on student outcomes: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 86*(3), 643–680.

Korthagen, F. A. J. (2018). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Routledge.

Lampert, M., Franke, M. L., Kazemi, E., Ghousseini, H., Turrou, A. C., Beasley, H., Crowe, K., & Marine, N. (2013). Keeping it complex: Using rehearsals to support novice teacher learning. *Journal of Teacher Education, 64*(3), 226–243.

Leaper, C., & Brown, C. S. (2014). Sexism in schools. In L. S. Liben & R. S. Bigler (Eds.), *The role of gender in educational contexts* (pp. xx–xx).

Mercer, S., & Dörnyei, Z. (2020). *Engaging language learners in contemporary classrooms*. Cambridge University Press.

Ministry of Education Malaysia. (2013). *Malaysia education blueprint 2013–2025*.

Montgomery, C., & Rupp, A. A. (2005). A meta-analysis for exploring the diverse causes and effects of stress in teachers. *Canadian Journal of Education, 28*(3), 458–486.

Msangya, B. W., Mkoma, S. L., & Yihuan, W. (2016). Teaching practice experience for undergraduate student teachers: A case study of the University of Dar es Salaam. *Journal of Education and Practice, 7*(14), 113–118.

Saad, M. A., & Haniffa, M. A. (2019). Perkembangan latihan perguruan di Tanah Melayu. *Sejarah: Journal of the Department of History*.



PITRAM 2026 Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

eISBN 978-629-92778-0-4

9 786299 277804

Pusat Asasi UiTM Dengkil

(online)

PITRAM 2026 ORGANISED BY:

CENTRE OF FOUNDATION STUDIES
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA
CAWANGAN SELANGOR
KAMPUS DENGKIL, 43800 DENGKIL SELANGOR

https://www.asasi.uitm.edu.my
korporatasasi@uitm.edu.my
+603 8924 5200

CABARAN DAYA TAHAN: IDEA TEMPATAN MENJANA PENYELESAIAN MATLAMAT PEMBANGUNAN MAMPAN (SDG) GLOBAL