

MEI 2026 / BIL. 15 / 2026

EON

Epitome of Nature

BIODIVERSITI LESTARI, MASA DEPAN GENERASI



MAJALAH PP BIOLOGI
UITM CNS

ISSN 2773-5869



Penasihat Prof. Madya Ts. Dr. Noorlis Ahmad



Pengerusi Dr. Nur Azimah Osman



Ketua Editor Dr. Sarini Ahmad Wakid



**Penolong
Ketua Editor** Puan Nur Intan Hasbullah



Editor Artikel Dr. Nor'aishah Abu Shah



Dr. Ilyanie Hj Yaacob



Dr. Nurliyana Mohamad



Dr. Darvien Gunasekaran



Dr. Siti Norazura Jamal



Prof. Madya Dr. Ida Muryany Md Yasin



Dr. Mu'adz Ahmad Mazian



Editor Grafik Dr. Nadia Aqilla Shamsusah



Dr. Amirul Adli Abd Aziz



Dr. Muhammad Aidil Ibrahim



Dr. 'Ammar Akram Kamarudin



EPITOME OF NATURE (EON)

MEI 2026 / Bil. 15 / 2026

Diterbitkan oleh:

Pusat Pengajian Biologi
Universiti Teknologi MARA (UiTM)
Cawangan Negeri Sembilan,
Kampus Kuala Pilah,
Pekan Parit Tinggi, 72000,
Kuala Pilah,
Negeri Sembilan, Malaysia.

Emel:

ppbio_ns@uitm.edu.my

No. telefon:

06-4832100

ISSN:

2773-5869
Perpustakaan Negara
Malaysia

Majalah ini diterbitkan dua kali setahun
© 2024 Hakcipta Terpelihara

TINTA KETUA EDITOR

Dr. Sarini Ahmad Wakid
Ketua Editor EON



والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته dan Salam Sejahtera

Segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadrat Ilahi kerana dengan izin-Nya, Majalah Epitome of Nature (EON) edisi ke-15 berjaya diterbitkan dengan jayanya. Edisi kali ini mengangkat tema “Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi”, satu tema yang amat signifikan dalam mendepani cabaran global berkaitan pemeliharaan alam sekitar dan kelestarian sumber semula jadi. Biodiversiti merupakan khazanah yang tidak ternilai dan menjadi asas kepada keseimbangan ekosistem serta kesejahteraan kehidupan manusia. Dalam era pembangunan pesat dan perubahan iklim yang semakin ketara, usaha memelihara biodiversiti bukan lagi satu pilihan, tetapi satu tanggungjawab bersama demi menjamin kelangsungan hidup generasi akan datang.

Edisi ini menampilkan tokoh jemputan istimewa di ruangan Jejak Inspirasi, iaitu Profesor Ts Dr. Mohd Nazip Suratman, seorang tokoh yang disegani dan berpengalaman luas dalam bidang biodiversiti. Beliau merupakan Principle Fellow di Institute for Biodiversity and Sustainable Development (IBSD), UiTM. Sumbangan beliau telah memberi impak besar dalam memperkasa penyelidikan, pemuliharaan, dan kesedaran terhadap kepentingan biodiversiti di peringkat nasional dan antarabangsa. Perkongsian beliau dalam edisi ini diharapkan dapat menjadi sumber inspirasi kepada para pembaca, khususnya generasi muda, untuk terus menghargai dan memelihara alam sekitar.

Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua penulis artikel, sidang editorial EON, serta semua pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan penerbitan edisi ini. Komitmen dan dedikasi anda semua amat dihargai. Akhir kata, semoga Majalah EON edisi ke-15 ini dapat memberi manfaat, meningkatkan kesedaran, serta menyemai rasa tanggungjawab dalam kalangan pembaca untuk bersama-sama memelihara biodiversiti demi masa depan generasi.

Sekian, terima kasih.

Benteng Hijau Sungai Merbok: Wira Tak Didendang di Sebalik Akar

Gambar ini merakamkan satu detik ketenangan yang penuh bermakna, di mana kehadiran seorang pendayung kayak di celah-celah rimbunan pohon bakau menonjolkan ikatan murni antara manusia dan khazanah alam di Sungai Merbok. Akar-akar "jangkang" yang berselirat ini bukan sekadar pemandangan unik, malahan ia berfungsi sebagai benteng hadapan (*frontliner*) yang gagah, memecah amukan ombak dan arus sebelum ia sempat merosakkan tebing sungai. Bagi sesiapa yang menyusuri celahannya, hutan ini menampilkan kehebatannya sebagai sebuah dinding hijau yang hidup seperti sebuah kubu semula jadi yang bukan sahaja menahan tiupan angin kencang, malah memberi nafas kepada seluruh ekosistem. Dinding hijau ini bertindak sebagai penapis semula jadi yang memastikan air sungai kekal bersih untuk kegunaan penduduk setempat, sambil menyediakan "nursery" perlindungan yang tenang untuk hidupan akuatik membiak dengan selamat. Melalui aktiviti berkayak di dalam labirin hijau yang redup ini, kita dapat merasai sendiri betapa pentingnya perisai biologi ini dalam melindungi kawasan daratan dan kediaman kita daripada ancaman bencana alam. Hubungan ini adalah satu simbiosis yang indah: bakau menjaga tebing, sungai menyuburkan hutan, dan manusia menemui kedamaian serta perlindungan di sebalik keteguhan sempadan pesisir ini.

Gambar oleh,
Dr. Raziah Ahmad





SIDANG EDITORIAL	1	Celik Bahasa, Celik Bumi: Peranan	42
DEKLARASI ISSN	2	Pendidikan Bahasa Dalam Membentuk	
TINTA KETUA EDITOR	3	Generasi Penjaga Alam	
DI SEBALIK MUKA HADAPAN	4		
ISI KANDUNGAN	5	Hutan Paya Bakau Dan Kelestarian	44
JEJAK INSPIRASI		Pesisir	
Kuala Keniam: Khazanah Biodiversiti Lestari	7	Dari Jalanan Ke Makmal: Mengintai Masa Depan Lestari Melalui Sisa Kulit Rambutan	47
Edisi: Prof. Ts. Dr. Mohd Nazip Suratman			
NARATIF ILMIAH		Inovasi Tanpa Tanah: Memacu Pertanian Lestari Masa Hadapan	50
Masa Depan Generasi Melalui Pemeliharaan Primat Malaysia	12	Biodiversity: A Legacy For Future Generation	54
Dari Hulu Ke Hilir: Dinamik Kualiti Air, Logam Berat Dan Kesihatan Ekosistem Sungai Ceka	14	Daging Kultur Dan Masa Depan Biodiversiti Di Malaysia	57
Aplikasi Google Earth Dalam Pemetaan Dan Penilaian Kepelbagaian Belalang Daun (Orthoptera: Tettigoniidae: <i>Pseudophyllinae</i>) Di Malaysia	17	Kapulaga Putih (<i>Amomum compactum</i>): Potensi Biodiversiti Untuk Pembangunan Lestari Komuniti	60
Kelulut Dan Biodiversiti Lestari: Harapan Masa Depan Generasi	20	Sungai Sepetang: Harmoni Alam Dan Kehidupan	64
Biodiversiti Lestari, Amanah Generasi: Peranan Bahasa Arab Dalam Membentuk Kesedaran Alam	23	Kepentingan Biodiversiti Lestari Di Malaysia Ke Arah Pencapaian Matlamat Pembangunan Mampan	68
Crocodile Adventureland As A Platform For Biodiversity Conservation For Future Generations	26	Pendidikan Alam Sekitar Dan Pembentukan Jati Diri Generasi Muda Sebagai Penjaga Biodiversiti	70
Biodiversiti Sebagai Pemangkin Nanobiologi Hijau Dan Inovasi Penjagaan Kesihatan Lestari	28	Kepelbagaian Biologi Dalam Seni Reka: Sebuah Sumber Inspirasi Bagi Kelestarian Alam Sekitar	74
Mangrove As Frontliners: Sungai Merbok's Green Wall For Sustainable Biodiversity And Future Generations	31	Tumbuhan: Benteng Semulajadi Bagi Menstabilkan Cerun Demi Kelestarian Biodiversiti	77
Dari Kampus Ke Tindakan: Keberkesanan Pendidikan Alam Sekitar Di Institusi Pengajian Tinggi Perak	35	Menjaga Khazanah Alam: Cabaran Dan Usaha Pemuliharaan Biodiversiti	80
Biofotovolta (Bpv) Berasaskan Mikroalga: Revolusi Tenaga Hijau Masa Depan	39	Peranan Taman Ular Dan Reptilia Negeri Perlis Dalam Memelihara Biodiversiti Masa Depan	83
		Kolam Kecil, Kehidupan Besar: Refleksi Biodiversiti Lestari	86

Menjejak Awan, Menjaga Warisan: Refleksi Pendakian Ke Taman Negeri Gunung Stong	89	Digital Biodiversity For Sustainable Living	139
Tanah Bencah Dan Pembangunan	92	UiTM Green Centre (UGC), UiTM Perlis Memacu Biodiversiti Lestari	141
Peranan Teknologi Geospatial Dalam Aspek Pemetaan Dan Pengurusan Sumber Biodiversiti Marin Secara Mapan	95	Sustainable By Nature: Sarawak Delta Geopark As An Epitome Of Biodiversity	144
Rahsia Di Sebalik Rimba: Mengapa Penawar Kanser Bergantung Pada Kelestarian Alam Pada Hari Ini?	98	Menyingkap Okinawa Churaumi Aquarium Sebagai Hub Pembelajaran Dan Penyelidikan Biodiversiti Marin	147
Salutan Makanan Berasaskan Bio: Inovasi Lestari Memelihara Biodiversiti Untuk Generasi Masa Depan	101	Terarium Periuk Kera Sebagai Medium Pemuliharaan Biodiversiti Lestari	151
Sungai Yang Kian Asing, Warisan Yang Semakin Hilang	104	eDNA Sebagai Pendekatan Baharu Pemantauan Biodiversiti Alam Sekitar	153
Biodiversiti Dalam Pendidikan Islam: Penghayatan Demi Kelangsungan Generasi	107	Bila Alam Tidak Lagi Menjadi Aset	156
Sungai Lestari , Generasi Terjamin: Transformasi Akuakultur Pintar Di Sungai Perak	111	Serangga Nadi Biodiversiti Lestari: Peranan Kecil Yang Menentukan Masa Depan Generasi	158
Pokok Pandan Laut	116	Terokai Taman Negara: Menyusuri Khazanah Alam Warisan Generasi	162
Rimba Dan Sungai: Simfoni Biodiversiti Di Taman Eko Rimba Bukit Bakar	118	Nurturing Green Awareness Among Alpha Generation	165
Biodiversiti: Tunjang Ekonomi Dan Kestabilan Masa Depan	121	Spesis Asing Invasif: Ancaman Ikan Bandaraya Terhadap Biodiversiti	168
Kepelbagaian Serangga Akuatik Di Sg. Ceka, Jerantut, Pahang, Semenanjung Malaysia: Penunjuk Biologi Bagi Kesihatan Ekosistem Air Tawar Tropika	125	Biodiversiti Dan Peranannya Kepada Manusia Menurut Perspektif Al-quran	173
Khazanah Air Tawar: Kepelbagaian Ikan Di Hulu Sungai Cheka, Pahang	128	Menelusuri Biodiversiti Sungai Merbok Menerusi Galeri Produk Jerai Geopark	178
Etnobotani Melayu: Kebijaksanaan Alam Tempatan	132	Ciri Morfologi Daun Ulam Tempatan Sebagai Asas Pengetahuan Biodiversiti Lestari	181
Pendidikan Biodiversiti Di Sekolah Rendah Sebagai Pelaburan Masa Depan Negara	136	AKTIVITI PPBIOLOGI	184
		SUDUT PENGHARGAAN	192

KUALA KENIAM: KHAZANAH BIODIVERSITI LESTARI

Profesor Ts. Dr. Mohd Nazip Suratman

Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA (UiTM), 40450, Shah Alam, Selangor

Institut Biodiversiti dan Pembangunan Lestari, Universiti Teknologi MARA (UiTM), 40450, Shah Alam, Selangor

nazip@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Hutan hujan tropika merupakan antara khazanah alam paling berharga di dunia. Sebagai bioma paling kompleks di muka bumi, ia menempatkan kepelbagaian hidupan yang jauh lebih tinggi berbanding mana-mana habitat daratan lain. Di Malaysia, hutan hujan tropika di Kuala Keniam, Taman Negara Pahang, adalah contoh terbaik keajaiban ini.

Di sinilah ribuan spesies flora dan fauna hidup dalam satu sistem yang saling bergantung antara satu sama lain. Daripada tumbuhan, bakteria, serangga, kulat, burung, mamalia, reptilia hinggalah kepada ikan dan amfibia, semuanya berinteraksi dengan unsur semula jadi seperti air, tanah dan udara untuk membentuk sebuah ekosistem yang seimbang. Terletak di muara dan sepanjang Sungai Keniam, kawasan ini dikenali sebagai salah satu hotspot biodiversiti di Taman Negara Pahang. Kepelbagaian hidupan yang luar biasa ini menjadikan Kuala Keniam sebagai "makmal hidup" yang

sangat berharga untuk penyelidikan saintifik. Tidak hairanlah kawasan ini menjadi tumpuan para penyelidik, ahli botani dan pencinta alam semula jadi. Dari sudut sejarah, Taman Negara Pahang telah diisytiharkan sebagai taman negara seawal tahun 1939 oleh pentadbiran British dengan nama Taman Negara King George V. Selepas kemerdekaan, usaha pemuliharaan diperkukuh melalui penubuhan Jabatan

Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (PERHILITAN) pada tahun 1972.

Pada tahun 2007 pula, Universiti Teknologi MARA (UiTM) dengan kerjasama PERHILITAN telah menubuhkan Stesen Penyelidikan UiTM-PERHILITAN di Kuala Keniam, satu langkah penting dalam memperkukuh penyelidikan biodiversiti negara (Gambar 1).



Gambar 1: Stesen Penyelidikan UiTM-PERHILITAN di Kuala Keniam, Taman Negara Pahang
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Stesen Penyelidikan Kuala Keniam: Makmal Alam Semula Jadi

Penubuhan stesen penyelidikan ini bertujuan menjadikan hutan Kuala Keniam sebagai pusat kajian lapangan yang menyeluruh. Di sinilah pelbagai penyelidikan berkaitan biodiversiti, proses ekosistem serta interaksi antara hidupan dijalankan dalam persekitaran sebenar.

Kemudahan yang disediakan cukup lengkap untuk menyokong aktiviti penyelidikan dan pembelajaran. Antaranya termasuk bangunan serbaguna, chalet (Gambar 2), bot, kem asas serta kemudahan asas lain yang mampu menampung sehingga 70 orang pada satu masa. Laluan interpretasi dan arboretum pula digunakan sebagai “kelas terbuka” untuk pelajar dan penyelidik dalam bidang seperti botani hutan, ekologi, dan pengurusan hidupan liar. Selain itu, kewujudan plot kajian kekal dan laluan transek membolehkan latihan praktikal dijalankan secara langsung, satu kelebihan besar dalam pendidikan berasaskan lapangan (Gambar 3).

Kerjasama antara UiTM dan PERHILITAN melalui Memorandum Persefahaman turut membuka ruang kepada penyelidikan bersama, pembangunan kepakaran serta perkhidmatan perundingan dalam bidang pemuliharaan dan pengurusan sumber biologi.



Gambar 2: Penginapan di Stesen Penyelidikan
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Profesor dan pelajar-pelajar dari Rochester Institute of Technology (RIT), Amerika Syarikat melawat laluan transek penyelidikan
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Landskap Semula Jadi yang Menakjubkan

Dengan keluasan lebih 4,300 km² merentasi tiga negeri, Taman Negara Pahang merupakan antara hutan

tertua di dunia, dianggarkan berusia lebih 130 juta tahun. Kawasan ini mempunyai bentuk muka bumi yang pelbagai, daripada tanah rendah hingga ke puncak Gunung Tahan, gunung

tertinggi di Semenanjung Malaysia. Iklimnya panas dan lembap sepanjang tahun, dengan suhu antara 20°C hingga 35°C serta kelembapan melebihi 80%.

Hutan di sini dipenuhi pokok-pokok tinggi yang boleh mencapai ketinggian sehingga 50 meter. Dalam satu hektar sahaja, lebih 280 spesies pokok boleh ditemui, satu angka yang menggambarkan betapa kayanya biodiversiti kawasan ini. Tumbuhan seperti dipterokarpa, epifit, liana dan pelbagai tumbuhan renek menjadikan hutan ini sangat padat dan hidup.

Malaysia: Negara Mega Biodiversiti

Malaysia sering diiktiraf sebagai salah satu negara mega biodiversiti dunia. Kedudukan geografinya di zon tropika menjadikan negara ini kaya dengan pelbagai spesies tumbuhan (Gambar 4). Lebih 15,000 spesies tumbuhan berbunga direkodkan di negara ini, selain ribuan spesies paku pakis, orkid, lumut dan kulat. Dari segi fauna pula, Malaysia menempatkan ratusan spesies mamalia, burung, amfibia dan ikan air tawar.

Kepelbagaian ini bukan sahaja penting dari sudut ekologi, malah membuka peluang besar dalam bidang penyelidikan, perubatan dan ekonomi.



Gambar 4: Tumbuhan Keladi murai/Janggut Adam (*Tacca integrifolia*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kepelbagaian Biologi di Kuala Keniam

Tumbuhan Berbunga dan Perubatan

Hutan Kuala Keniam dipenuhi dengan pelbagai tumbuhan berbunga yang menarik, seperti tapak hantu (Gambar 5), tulip Afrika dan bunga tahi ayam.



Gambar 5: Tapak hantu (*Trevesia burckii*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Selain mencantikkan hutan, tumbuhan ini juga memainkan peranan penting dalam ekosistem.

Lebih menarik, kawasan ini turut menjadi habitat kepada tumbuhan herba bernilai tinggi seperti kacip Fatimah, tongkat ali dan tepus tanah. Tumbuhan seperti segemuk pula terkenal sebagai "ginseng Malaysia" kerana khasiatnya dalam meningkatkan kesihatan.

Hutan Kuala Keniam dipenuhi dengan pelbagai tumbuhan berbunga yang menarik, seperti tapak hantu, tulip Afrika dan bunga tahi ayam.

Lumut dan Paku Pakis

Walaupun kecil, lumut memainkan peranan besar dalam mengekalkan kelembapan dan mencegah hakisan tanah. Paku pakis (Gambar 6) pula mudah ditemui di lantai hutan, batang pokok dan batuan, serta mempunyai nilai dalam landskap dan hortikultur.

Rotan, Buluh dan Kulat

Rotan dan buluh merupakan sumber penting dalam industri dan kehidupan masyarakat. Buluh khususnya terkenal sebagai tumbuhan yang sangat cepat membesar. Kulat (Gambar 7) pula berfungsi sebagai “pengitar semula semula jadi”, membantu mereputkan bahan organik dan mengembalikan nutrien ke dalam tanah.

Dunia Serangga yang Unik

Serangga (Gambar 8) di Kuala Keniam mempunyai pelbagai strategi menarik untuk terus hidup.



Gambar 8: Serangga leaf-footed bug (*Homoeocerus limbatipennis*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 6: Paku pakis yellow fern (*Alsophila dealbata*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 7: Kulat yellow-footed micropore (*Microporus xanthopus*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Ada yang menggunakan penyamaran untuk mengelak pemangsa, manakala ada yang meniru bentuk atau warna spesies lain bagi mengelirukan musuh. Keunikan ini menunjukkan betapa hebatnya proses evolusi dalam membentuk kehidupan di hutan hujan tropika.

Keunikan Sistem Sungai

Sungai di Taman Negara Pahang juga tidak kurang menariknya. Pertemuan Sungai Tahan dan Sungai Tenor menghasilkan fenomena dua warna air yang berbeza, satu pemandangan yang jarang ditemui. Sungai Keniam pula terkenal sebagai sungai air jernih, dengan arus

deras dan dasar batuan purba yang menjadikannya unik dari segi ekologi.

Destinasi Rekreasi Alam Semula Jadi

Kuala Keniam bukan sahaja penting untuk penyelidikan, malah menawarkan pelbagai aktiviti rekreasi. Laluan kanopi memberi peluang melihat hutan dari perspektif berbeza, manakala bumbun membolehkan pemerhatian hidupan liar secara lebih dekat. Bagi pencinta cabaran, aktiviti arus deras di Sungai Tembeling pasti memberikan pengalaman yang mendebarakan (Gambar 9). Penerokaan gua juga menjadi tarikan utama bagi pengunjung yang ingin merasai keindahan alam bawah tanah.

Khazanah Hidupan Liar

Hutan ini menjadi habitat kepada pelbagai haiwan ikonik seperti gajah, tapir, rusa dan babi hutan. Selain itu, lebih 20 spesies burung dan pelbagai jenis ikan air tawar turut menghuni kawasan ini (Gambar 10). Gabungan habitat yang pelbagai menjadikan Kuala Keniam sebagai kawasan yang sangat penting untuk kelangsungan hidupan liar.

Penutup

Hutan Kuala Keniam di Taman Negara Pahang merupakan permata alam yang tidak ternilai.



Gambar 9: Aktiviti rekreasi menaiki bot di Sungai Keniam (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 10: Burung black-naped Monarch (*Hypothymis azurea*) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kekayaan biodiversitinya bukan sahaja menakjubkan, malah masih menyimpan banyak rahsia yang belum diterokai. antarabangsa amat penting bagi memastikan khazanah ini terus terpelihara untuk generasi akan datang.

Sehubungan itu, usaha penyelidikan dan pemuliharaan perlu terus diperkasakan. Kerjasama antara institusi tempatan dan

Untuk keterangan lanjut sila hubungi Institute for Biodiversity and Sustainable Development (IBSD), UiTM di talian 03-55444451 atau ibsd@uitm.edu.my.

MASA DEPAN GENERASI MELALUI PEMELIHARAAN PRIMAT MALAYSIA

Dr. Nur Azimah Osman

Pusat Pengajian Biologi, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

azimah@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Primat merupakan mamalia yang mempunyai lebih dari 500 spesies serta taburan yang luas meliputi Neotropika, Tanah Besar Afrika, Madagaskar dan Asia. Secara keseluruhan, terdapat 527 spesies dan 276 subspesies primat (IUCN 2026). Malaysia merupakan antara negara di rantau Asia Tenggara yang mempunyai taburan dan kepelbagaian primat yang tinggi. Sebanyak 25 spesies primat telah ditemui di hutan hujan tropika Malaysia yang terdiri daripada kera, beruk, lotong, siamang, ungka, orang utan, konkan (Md-Zain et al. 2022; Roos et al. 2014). Malaysia juga adalah rumah kepada beberapa spesies primat endemik yang terdapat di Borneo. Hutan merupakan habitat semula jadi primat di seluruh dunia. Terdapat 90% spesies primat di seluruh dunia yang bergantung kepada habitat semula jadi dan kebanyakan daripada primat ini hidup di hutan tropika (Chapman et al. 2006). Kestabilan habitat semula jadi amat penting kerana primat mempunyai peranan dalam ekosistem.



Gambar 1: Lotong celak, *Trachypithecus obscurus* (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Haiwan ini memakan tumbuh-tumbuhan dan menjadi antara penyebar biji benih utama di dalam hutan. Hal ini membantu pembentukan hutan secara semula jadi melalui penghasilan tumbuhan baharu seterusnya mengekalkan kepelbagaian tumbuhan dalam hutan.

Primat juga membantu mengekalkan ekologi dalam hutan kerana ia merupakan sebahagian daripada rantaian makanan dalam ekosistem. Kestabilan rantaian makanan antara mangsa dan pemangsa dalam hutan amat penting bagi menjamin keseimbangan ekologi. Lebih kurang 70% spesies primat mengalami

penurunan jumlah populasi manakala hampir 60% diancam kepupusan (Estrada et al. 2017).

Kehilangan habitat akibat degradasi dan pemencilan hutan adalah ancaman utama kepada primat di seluruh dunia. Penukaran habitat hutan kepada ladang pertanian seperti getah dan kelapa sawit turut menjadi ancaman kehilangan habitat bagi spesies primat di Malaysia (Lappan & Ruppert 2019).

Selain itu, pembukaan tanah baharu bagi membangunkan penempatan manusia turut mengancam kehidupan primat.



Gambar 2: Ungka tangan putih, *Hylobates lar* (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Keadaan hutan yang kini terancam, musnah, atau mengalami kerosakan yang tidak dapat dipulihkan akibat aktiviti manusia memberi implikasi yang sangat besar kepada spesies primat. Keadaan ini mengurangkan ruang hidup dan sumber makanan primat. Haiwan ini mula keluar daripada habitat asal yang musnah dan mencari ruang dan makanan di kawasan penempatan manusia. Hal ini mendorong kepada konflik manusia dan hidupan liar.

Pelbagai usaha telah dijalankan di Malaysia bagi memelihara spesies primat ini. Peranan ini telah dijayakan oleh kerajaan Malaysia melalui organisasi pemeliharaan dan pemuliharaan iaitu Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (PERHILITAN) yang bertanggungjawab menjaga spesies primat di Semenanjung Malaysia. Manakala Taman Negara di Sabah terletak di bawah pengurusan Jabatan Hidupan Liar Sabah dan Taman Negara di Sarawak di bawah Perbadanan Perhutanan Sarawak. Antara usaha utama yang telah dijalankan adalah mewujudkan kawasan perlindungan iaitu hutan simpan dan taman negara. Kawasan ini menjadi habitat semula jadi yang dilindungi daripada sebarang aktiviti manusia. Undang-undang turut diperketatkan bagi melindungi hidupan liar.



Gambar 3: Kehadiran kera di kawasan rekreasi menimbulkan konflik manusia dan hidupan liar
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Akta pemuliharaan hidupan liar (Akta 176) memastikan habitat primat terus terpelihara melalui pengawalan aktiviti yang boleh mengancam populasi primat.

Para penyelidik daripada universiti juga memainkan peranan penting dalam usaha pemuliharaan primat. Banyak kajian seperti genetik, tingkah laku dan taburan spesies telah dijalankan oleh penyelidik di Malaysia bagi memahami populasi primat dengan lebih baik. Kerjasama yang strategik antara penyelidik, organisasi kerajaan, badan-badan bukan kerajaan serta organisasi antarabangsa juga dilihat telah membantu pemuliharaan primat dengan lebih berkesan.

Masyarakat serta generasi muda juga boleh memainkan peranan sama dalam hal ini melalui kempen kesedaran, program komuniti dan pendidikan di sekolah.

Perkara ini membantu mereka memahami kepentingan melindungi primat serta hidupan liar yang lain.

Generasi hari ini memainkan peranan dalam pemeliharaan biodiversiti primat di Malaysia. Kewujudan spesies primat yang pelbagai ini adalah kunci kepada keseimbangan ekosistem dan warisan semula jadi untuk generasi akan datang. Primat boleh pupus jika populasinya tidak dipelihara dan semakin berkurangan. Generasi akan datang bukan sahaja kehilangan spesies, malah kehilangan keseimbangan alam yang menyokong kehidupan manusia.

Rujukan



DARI HULU KE HILIR: DINAMIK KUALITI AIR, LOGAM BERAT DAN KESIHATAN EKOSISTEM SUNGAI CEKA

Normaisarah Abd Rashid¹, Fazrul Razman Sulaiman¹, Muhammad Daniel Hasmin¹, Nor Izz Farah Sabrina Noor Azlan¹, Farah Ayuni Farinordin¹, Nor Bazilah Razali², Nor Azliza Ismail¹, Nur Amalina Mohd Izam^{1*}

¹Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Tun Abdul Razak Jengka, Pahang, Malaysia.

²Fakulti Sains Bumi, Universiti Malaysia Kelantan, Kampus Jeli, 17600 Jeli Kelantan, Malaysia

amalinanurizam@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

Biodiversiti akuatik merupakan asas kepada keseimbangan ekosistem sungai dan kesejahteraan manusia, namun ia semakin terancam akibat perubahan guna tanah, aktiviti manusia, dan gangguan terhadap sistem semula jadi sungai. Sungai Ceka di Jerantut, Pahang merupakan contoh sistem sungai tropika yang mencerminkan hubungan kompleks antara proses semula jadi dan tekanan antropogenik, di mana perubahan kualiti air memberi kesan langsung kepada kestabilan ekologi dan kelestarian biodiversiti (Feisal et al., 2023).

Kajian menilai variasi spatial kualiti air dan kepekatan logam berat sepanjang Sungai Ceka dengan membandingkan kawasan hulu, telah dijalankan melalui dua tempoh persampelan. Parameter fizikokimia seperti pH, suhu, oksigen terlarut, kekonduksian elektrik, jumlah



Gambar 1: Kawasan hulu Sungai Ceka yang berfungsi sebagai sumber utama aliran sungai dan penentu awal kualiti air (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

pepejal terlarut, kemasinan, rintangan elektrik, potensi pengoksidaan-penurunan, dan kadar aliran air telah digabungkan dengan analisis logam berat terpilih termasuk aluminium, kalsium, kuprum, besi, magnesium dan mangan untuk memahami corak perubahan persekitaran sungai secara menyeluruh (Dodds & Maasri, 2022; Rezapour et al., 2022).

Hasil kajian menunjukkan bahawa bahagian hulu dan tengah sungai mencatatkan kepekatan besi dan mangan yang lebih tinggi berbanding bahagian hilir, menandakan berlakunya pengayaan logam secara setempat. Keadaan ini berkemungkinan besar dipengaruhi oleh ciri geologi semula jadi kawasan tadahan serta gangguan terhadap tanah dan permukaan bumi akibat aktiviti manusia seperti pembukaan kawasan, pertanian dan hakisan tanah (Cadmus et al., 2018; Ibrahim et al., 2023).

Di kawasan ini, kadar aliran air yang lebih perlahan dan kapasiti pencairan yang terhad menyebabkan logam lebih mudah terkumpul dalam lajur air, sekaligus meningkatkan tekanan terhadap organisma akuatik yang sensitif. Sebaliknya, bahagian hilir Sungai Ceka menunjukkan kualiti air yang lebih baik dengan kepekatan logam yang lebih rendah, suatu keadaan yang dikaitkan dengan proses



Gambar 2: Kawasan hilir Sungai Ceka dengan kualiti air yang lebih stabil hasil proses pencairan dan pencampuran semulajadi (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

pencairan, pencampuran air, dan pemendapan semula jadi sepanjang aliran sungai (Yang et al., 2020).

Corak ini selari dengan konsep kesinambungan sungai yang menerangkan bagaimana ciri fizikal dan kimia sungai berubah secara berperingkat dari hulu ke hilir dan mempengaruhi struktur ekologi sepanjang aliran sungai (Doretto et al., 2020).

Analisis korelasi mendedahkan hubungan yang kuat antara kekonduksian elektrik dan beberapa logam berat, menunjukkan bahawa peningkatan kandungan ion terlarut berkait rapat dengan peningkatan kepekatan logam dalam sistem sungai. Hubungan ini menegaskan bahawa kekonduksian elektrik boleh bertindak sebagai penunjuk tidak langsung kepada pengayaan logam dan

tekanan kualiti air (Liew et al., 2020). Selain itu, hubungan negatif antara potensi pengoksidaan-penurunan dengan logam seperti besi dan mangan menunjukkan bahawa keadaan redoks memainkan peranan penting dalam mengawal kebolehmobilitan logam, terutamanya di kawasan yang menerima input bahan organik dan mengalami kekurangan oksigen (Dong et al., 2020). Penemuan ini diperkukuh melalui Analisis Komponen Utama yang mengenal pasti faktor dominan seperti pengayaan ionik, keadaan hidrologi dan proses redoks sebagai pamacu utama variasi spatial kualiti air Sungai Ceka (Yang et al., 2020).

Perbandingan dengan Piawai Kualiti Air Kebangsaan Malaysia menunjukkan bahawa bahagian hulu dan tengah Sungai Ceka diklasifikasikan sebagai Kelas III, manakala bahagian hilir tergolong dalam Kelas II. Klasifikasi ini membawa implikasi penting terhadap kegunaan air dan kesihatan ekosistem, di mana air Kelas III memerlukan rawatan intensif untuk kegunaan domestik tetapi masih sesuai untuk pengairan dan spesies akuatik yang toleran, manakala air Kelas II menyokong perikanan, rekreasi dan bekalan air selepas rawatan konvensional (DOE, 2019). Keadaan ini mencerminkan bahawa walaupun sebahagian

sistem sungai masih berada dalam tahap yang boleh diterima, tekanan berterusan di kawasan hulu dan tengah berpotensi menjejaskan fungsi ekologi jangka panjang jika tidak diuruskan dengan berkesan (Yang et al., 2023).

Dari perspektif biodiversiti, peningkatan logam berat dan perubahan parameter fizikokimia boleh memberi kesan negatif terhadap komuniti makroinvertebrat benthik dan ikan, yang sering digunakan sebagai penunjuk biologi kepada kesihatan sungai.

Organisma ini sensitif terhadap perubahan kualiti air dan bertindak balas secara langsung terhadap pencemaran, kehilangan habitat dan tekanan hidrologi (Herbst et al., 2018).

Dari perspektif biodiversiti, peningkatan logam berat dan perubahan parameter fizikokimia boleh memberi kesan negatif terhadap komuniti makroinvertebrat benthik dan ikan, yang sering digunakan sebagai penunjuk biologi kepada kesihatan sungai.

Gangguan terhadap komuniti biologi bukan sahaja menjejaskan rantai makanan akuatik, malah mengurangkan keupayaan ekosistem untuk menyediakan perkhidmatan ekosistem penting seperti penapisan semula jadi, kitaran nutrien dan sokongan kepada sumber perikanan (Castaldo et al., 2021).

Secara keseluruhannya, kajian Sungai Ceka menegaskan bahawa kelestarian biodiversiti sungai tidak boleh dipisahkan daripada pengurusan kualiti air dan tadahan sungai secara menyeluruh.

Interaksi antara proses semula jadi dan aktiviti manusia membentuk corak kualiti air yang kompleks, yang seterusnya menentukan tahap kesihatan ekologi dan daya tahan ekosistem sungai.

Oleh itu, pendekatan pengurusan bersepadu yang merangkumi kawalan hakis, perlindungan zon riparian, pemantauan berterusan dan penglibatan komuniti setempat adalah penting bagi memastikan Sungai Ceka dan sistem sungai lain terus menyokong biodiversiti lestari demi masa depan generasi akan datang.

Rujukan



APLIKASI GOOGLE EARTH DALAM PEMETAAN DAN PENILAIAN KEPELBAGAIAN BELALANG DAUN (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE: *Pseudophyllinae*) DI MALAYSIA

Muzamil Mustaffa¹, Idris Abdul Ghani² dan Sarina Hashim¹

¹Pusat Pengajian Sains (Biologi), Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Jengka, Pahang.

²Pusat Sistematik Serangga, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor.

mmuzamil@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Sistem maklumat geografi, (*Geographical Information System (GIS)*) merupakan sistem maklumat berasaskan komputer yang mempunyai keupayaan untuk menerima input, mengurus, memanipulasi, menganalisis dan memaparkan data ruwang dan bukan ruwang dengan lebih cekap. GIS juga boleh menghasilkan rangka kerja untuk mengintegrasikan data daripada pelbagai jenis sumber yang berbeza.

Penggunaan GIS membolehkan proses menganalisis dan mempersembahkan maklumat geografi menjadi lebih mudah. Keupayaan yang ada pada GIS dipertingkatkan lagi dengan memasukkan analisis statistik. Kini ia merupakan suatu alat analisis dan sumber maklumat yang berpengaruh dalam pelbagai bidang. Menurut Anon (2001), GIS mempunyai tiga

keupayaan asas iaitu pemetaan atau pemaparan data; pengurusan dan integrasi data dan analisis ruwang atau *spatial*. Pelbagai operasi asas dapat dilaksanakan dalam GIS (Goodchild, 1987; Maguire & Dangermond, 1991; Maguire et al., 1991) termasuklah penindanan peta dan pemetaan titik longitud dan latitude.

Google Earth (GE) adalah platform berasaskan GIS, suatu aplikasi visualisasi *geospatial*. Maklumat utama yang dimasukkan ke dalam GE ialah nama spesies belalang daun *Pseudophyllinae*, tempat, longitud, latitude dan petunjuk (*legend*) bagi setiap spesies untuk ditandakan dan diplotkan di atas peta digital.

Dalam aplikasi GE, *add/placemark* dipilih untuk memasukkan maklumat nama spesies, tempat, longitud, latitude dan petunjuk. Maklumat

spesies yang dikehendaki akan dipilih dan taburannya akan diplotkan di atas peta GE.

Koordinat bagi setiap spesimen belalang daun *Pseudophyllinae* diperolehi daripada Public NIMA GNS Database Query (<http://geonames.nga.mil/ggmagaz>). Contoh belalang daun *Pseudophyllinae* dari tribus *Cymatomerini* ialah *Sanaa intermedia* Beier (Gambar 1).



Gambar 1: *Sanaa intermedia* Beier (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

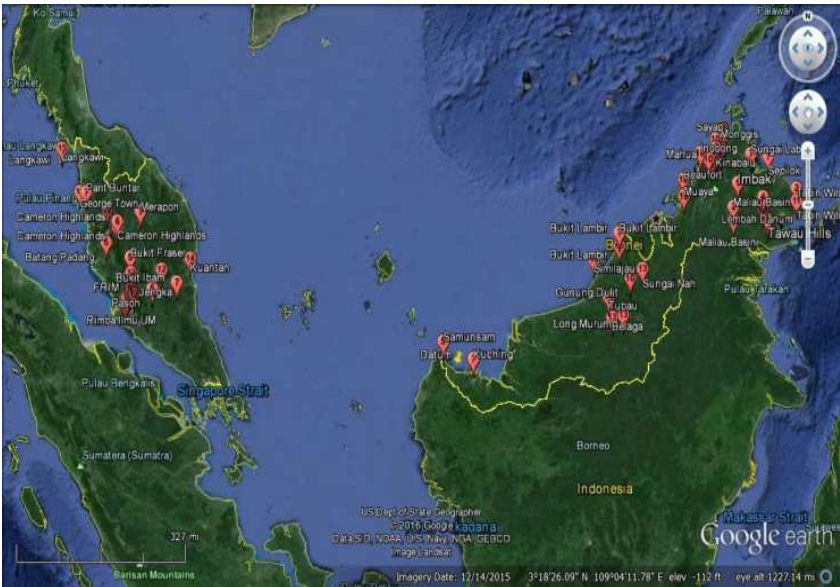
Pemetaan
Belalang
Pseudophyllinae

Kepelbagaian
Daun

Dengan menggunakan aplikasi GE, pemetaan kesemua spesies belalang daun *Pseudophyllinae* dari tiga tribus yang terdiri daripada 76 spesies berjaya diplotkan (Gambar 2, 3 dan 4).

Taburan belalang ini tertumpu di bahagian pantai barat dan tengah Semenanjung Malaysia, hampir keseluruhan Sabah dan sebilangan kecil kawasan tertentu di Sarawak.

Peluang untuk mempertingkatkan akses ke kawasan tambahan untuk kajian lanjut, wajar dipertimbangkan bagi projek akan datang. Ini disebabkan masih terdapat kawasan yang masih belum diterokai dan dilakukan kajian. Kawasan ini termasuklah sebahagian besar kawasan pantai timur Semenanjung Malaysia iaitu Terengganu dan Kelantan dan juga bahagian selatan iaitu Johor. Di Malaysia Timur pula, taburan menunjukkan rekod belalang ini adalah hampir menyeluruh di negeri Sabah namun di Sarawak data dan taburan belalang agak terencil bagi kawasan tertentu sahaja. Peluang persampelan di kawasan tengah Sarawak patut diterokai untuk mendapatkan kelainan dan pertambahan bilangan spesies belalang daun *Pseudophyllinae* ini.



Gambar 2: Taburan belalang tribus *Cymatomerini* di Malaysia (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



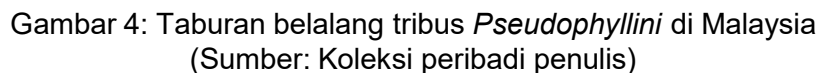
Gambar 3: Taburan belalang tribus *Phyllomimini* di Malaysia (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Penilaian
Belalang
Pseudophyllinae

Kepelbagaian
Daun

GE menyokong proses membuat keputusan berasaskan bukti saintifik dalam perancangan konservasi. Dalam konteks

biodiversiti lestari, penggunaan GE bukan sahaja membantu memahami taburan biodiversiti semasa, malah membolehkan perancangan konservasi kepelbagaian biologi dan habitat semulajadi.



dalam menghadapi cabaran alam sekitar yang semakin kompleks.

Rujukan



Tanpa pendekatan saintifik seperti GE dan GIS, usaha pemuliharaan biodiversiti akan menjadi kurang berkesan

KELULUT DAN BIODIVERSITI LESTARI: HARAPAN MASA DEPAN GENERASI

Dr. Zolkapli Eshak & Ahmad Azani Othman

Pusat Pengajian Farmakologi dan Sains Hayat, UiTM Cawangan Selangor,
Kampus Puncak Alam, 42300 Bandar Puncak Alam, Selangor

ahmadazani@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Di sebalik keheningan hutan hujan tropika Malaysia, wujud 'tentera' kecil yang tidak bersenjata namun memegang kunci kepada kelangsungan ekosistem negara. Mereka adalah lebah kelulut (*stingless bee*), iaitu lebah tanpa sengat dalam puak Meliponini. Kumpulan ini mempunyai lebih 500 spesies di dunia. Rekod semasa menunjukkan 32 spesies telah didokumenkan di Malaysia, dan *Heterotrigona itama* serta *Geniotrigona thoracica* ialah spesies yang paling kerap diternak. Dikenali dengan keupayaan luar biasanya dalam pendebungaan dan penghasilan madu yang kaya dengan khasiat, kelulut bukan sahaja memainkan peranan penting dalam ekosistem tropika, malah berpotensi besar dalam menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi negara.

Kelulut: Jurutera Ekosistem dan Aset Biodiversiti

Dalam konteks biodiversiti lestari, kelulut adalah agen pendebungaan semula jadi



Gambar 1: Koloni lebah kelulut yang aktif berkerumun di pintu masuk sarang log kayu. Keaktifan lebah pekerja (*worker bees*) keluar masuk ini merupakan petunjuk saintifik kepada tahap kesihatan koloni yang baik, sekaligus menjamin proses pendebungaan flora yang optimum di kawasan sekitar (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

yang menyumbang kepada kelangsungan pelbagai spesies tumbuhan. Di hutan hujan tropika Malaysia, kelulut membantu dalam proses pendebungaan pokok-pokok hutan, termasuk spesies endemik yang hanya terdapat di rantau ini. Tanpa kehadiran pendebunga seperti kelulut, kitaran hidup tumbuhan akan terganggu, sekali gus menjejaskan keseluruhan rantaian makanan dan kestabilan ekosistem. Saiznya yang kecil membolehkan ia mendebungkan bunga-bunga kecil yang gagal diakses oleh lebah madu biasa (*Apis mellifera*).

Spesies seperti *Heterotrigona itama* dan *Geniotrigona thoracica* adalah agen pendebungaan utama bagi pokok-pokok balak *dipterokarp* dan tanaman buah-buahan tempatan. Kajian saintifik membuktikan bahawa kehadiran kelulut meningkatkan hasil tanaman pertanian sehingga 40%. Tanpa mereka, rantaian makanan akan terganggu, meletakkan flora dan fauna dalam risiko kepupusan. Justeru, memelihara kelulut bermakna kita sedang berusaha menjaga dan memulihara alam sekitar untuk masa depan generasi.



Gambar 2: Peserta BAKAT Kem Paya Jaras, Sungai Buloh, Selangor bergambar bersama para Fasilitator dari Fakulti Farmasi UiTM Puncak Alam semasa Bengkel Pembuatan Produk Hiliran Berasaskan Madu Kelulut MOSEP, Kem Tentera Paya Jaras
(Sumber: Instagram Fakulti Farmasi UiTM)

UiTM dan ATM: Gabungan Intelek dan Disiplin

Pautan yang hilang dalam usaha pemuliharaan sering kali adalah pelaksanaan berskala besar. Di sinilah kerjasama strategik antara Universiti Teknologi MARA (UiTM) dan Angkatan Tentera Malaysia (ATM) memainkan peranan kritikal. Merujuk kepada laporan visual dan aktiviti terkini, UiTM tidak sekadar menjalankan penyelidikan di makmal, tetapi telah turun ke lapangan untuk memindahkan teknologi dan kepakaran kepada warga ATM. UiTM berperanan sebagai penyedia

ilmu (*knowledge provider*): mengajar teknik pemecahan koloni, pengurusan perosak, dan penuaian madu yang bersih: manakala ATM menyediakan disiplin tenaga kerja dan kawasan yang luas. Hantaran media sosial rasmi yang memaparkan lawatan tapak dan sesi latihan bersama membuktikan bahawa institusi pendidikan tinggi mampu menjadi rakan strategik kepada sektor pertahanan dalam konteks bukan ketenteraan (*non-military context*), iaitu sekuriti makanan.

UiTM Cawangan Selangor melalui pelbagai inisiatif

penyelidikan dan pemindahan ilmu turut memainkan peranan dalam mempromosikan penternakan kelulut sebagai sebahagian daripada usaha pemuliharaan biodiversiti.

Seperti yang dilaporkan dalam laman rasmi UiTM, pelajar dan penyelidik digalakkan untuk meneroka potensi kelulut dalam bidang pertanian lestari dan bioteknologi.

Malah, melalui program biodiversiti yang dijalankan bersama komuniti setempat, UiTM turut memperkukuh kesedaran awam terhadap kepentingan kelulut dalam ekosistem.

Impak Ekonomi dan Komuniti

Lebih menarik, kelulut kini menjadi sebahagian daripada inisiatif nasional melalui Program Ekonomi MADANI yang diperkenalkan oleh Kementerian Pertahanan Malaysia. Projek penternakan kelulut telah diperluas ke lebih 90 kem Angkatan Tentera Malaysia (ATM) menjelang tahun 2026 termasuk kolaborasi dengan university melalui pendekatan latihan dan sokongan teknikal, seperti yang dilaporkan oleh Harian Metro dan Malaysia Gazette. Inisiatif ini bukan sahaja bertujuan untuk memperkasa ekonomi keluarga anggota tentera, malah menyumbang kepada kelestarian alam sekitar melalui pemeliharaan biodiversiti tempatan. Kerjasama strategik antara Boustead Plantations dan Badan Kebajikan Keluarga Angkatan Tentera (BAKAT) ATM dalam projek madu kelulut di kem-kem tentera menunjukkan sinergi antara sektor awam dan swasta dalam memacu ekonomi hijau. Projek ini dijangka mampu menjana pendapatan melebihi RM600,000 setahun, menurut laporan Berita Harian. Ini membuktikan bahawa kelulut bukan sahaja penting dari sudut ekologi, malah berpotensi besar sebagai sumber ekonomi mampan. Menteri Pertahanan Malaysia turut mengiktiraf kepentingan projek ini dalam lawatan rasmi

ke tapak pengusahaan madu kelulut di Kem 3 Regimen Askar Melayu DiRaja (RAMD). Beliau menekankan bahawa projek seperti ini selari dengan aspirasi negara untuk membangunkan ekonomi berteraskan kelestarian dan inovasi tempatan.

Selain itu, media sosial seperti Instagram turut memainkan peranan penting dalam mempromosikan kesedaran awam mengenai kelulut. Beberapa hantaran daripada akaun rasmi kementerian dan organisasi berkaitan menunjukkan sambutan positif masyarakat terhadap projek kelulut, termasuk penyertaan aktif komuniti dalam aktiviti penternakan dan pemasaran produk kelulut. UiTM juga aktif memanfaatkan platform media sosial untuk mengetengahkan penglibatan pelajar dalam projek biodiversiti dan penternakan kelulut. Melalui program bersama komuniti, pelajar UiTM bukan sahaja menimba pengalaman lapangan, malah menyumbang secara langsung kepada pemuliharaan biodiversiti dan pembangunan lestari di peringkat akar umbi.

Khasiat dan Kebaikan Madu Kelulut

Dari perspektif saintifik, madu madu kelulut mengandungi pelbagai sebatian bioaktif yang berpotensi dalam bidang perubatan dan nutrasetikal. Kajian menunjukkan bahawa madu kelulut mempunyai sifat

antioksidan, antimikrob dan anti-radang yang tinggi. Ini menjadikan produk kelulut bukan sahaja bernilai dari segi ekonomi, malah menyumbang kepada kesihatan masyarakat.

Namun begitu, cabaran tetap wujud. Ancaman terhadap habitat semula jadi akibat pembalakan, pembangunan tidak terkawal dan perubahan iklim boleh menjejaskan populasi kelulut. Oleh itu, usaha pemuliharaan perlu digembleng secara menyeluruh melibatkan pelbagai pihak termasuk kerajaan, institusi akademik, NGO dan komuniti setempat.

Kesimpulan

Sebagai kesimpulan, kelulut merupakan simbol sinergi antara biodiversiti dan pembangunan mampan. Melalui pendekatan holistik yang menggabungkan penyelidikan, pendidikan, dasar awam dan penglibatan komuniti, kelulut mampu menjadi agen perubahan dalam memastikan masa depan generasi yang lebih lestari. Inisiatif seperti Program Ekonomi MADANI bukan sahaja memperkasakan ekonomi rakyat, malah memperkukuh komitmen negara terhadap pemeliharaan biodiversiti tropika Malaysia.

Rujukan



BIODIVERSITI LESTARI, AMANAH GENERASI: PERANAN BAHASA ARAB DALAM MEMBENTUK KESEDARAN ALAM

Dr Fitri Nurul'ain binti Nordin, Dr Abdul Azim Mohamad Isa
Akademi Pengajian Bahasa, UiTM Shah Alam, 40000 Shah Alam, Selangor

fitrinurulain@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Biodiversiti lestari merupakan asas penting kepada kelangsungan kehidupan manusia dan keseimbangan ekosistem sejagat. Kepupusan spesies, pencemaran alam dan eksploitasi sumber secara berlebihan bukan sahaja mengancam kestabilan alam, malah menjejaskan kesejahteraan generasi akan datang. Dalam usaha melahirkan masyarakat yang peka dan bertanggungjawab terhadap alam sekitar, bahasa berperanan sebagai wahana penyampaian nilai, ilmu dan kesedaran (Bsoul et al., 2022; Muhamad et al., 2020).

Bahasa Arab, sebagai bahasa ilmu, agama dan warisan tamadun Islam, mempunyai kedudukan istimewa dalam membentuk kefahaman manusia terhadap konsep keseimbangan alam dan tanggungjawab sebagai khalifah di muka bumi. Bahasa ini bukan sahaja menjadi medium memahami sumber agama, malah berfungsi sebagai alat pembinaan nilai dan etika manusia terhadap alam (Basri et al., 2025).

Konsep Biodiversiti Lestari dalam Perspektif Bahasa dan Nilai

Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian makhluk hidup yang merangkumi flora, fauna dan mikroorganisma yang hidup dalam ekosistem tertentu. Kelestarian biodiversiti pula membawa maksud pemeliharaan dan pengurusan sumber alam secara berhemah agar dapat dimanfaatkan secara berterusan oleh generasi kini dan akan datang (Bsoul et al., 2022).

Dalam bahasa Arab, terdapat banyak istilah yang menggambarkan hubungan erat antara manusia dan alam seperti al-bi'ah (alam sekitar), al-tawazun (keseimbangan), al-taskhir (penundukan alam untuk manfaat manusia) dan al-amanah (tanggungjawab). Istilah-istilah ini mencerminkan pandangan hidup Islam yang melihat alam sebagai ciptaan Allah yang perlu dihormati dan dijaga, bukan dieksploitasi secara sewenang-wenangnya (Panggayuh et al., 2025; Muhamad et al., 2020).

Dalam Surah ar-Rahman, ayat 7–8 Allah berfirman:

﴿وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ
الَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ﴾

Maksudnya:

Dan langit telah Dia tinggikan dan Dia letakkan keseimbangan, supaya kamu tidak melampaui batas dalam keseimbangan."

Istilah Arab al-mīzān dan al-tawāzun menjelaskan bahawa alam dicipta dengan keseimbangan, dan merosakkannya bermakna melanggar ketetapan Allah.

Bahasa Arab sebagai Bahasa Ilmu dan Kesedaran Alam Sekitar

Sejarah membuktikan bahawa bahasa Arab pernah menjadi bahasa utama dalam dunia keilmuan, termasuk dalam bidang sains alam, perubatan dan geografi. Karya ilmuwan Islam seperti al-Jahiz, al-Biruni dan Ibn Sina banyak membincangkan fenomena alam, haiwan dan hubungan ekologi dalam bahasa Arab yang kaya dengan makna dan pemerhatian saintifik (Kassem, 2025).

Kitab al-Shifa' (كتاب الشفاء) merupakan karya paling utama Ibnu Sina dan menjadi rujukan yang sangat penting dalam bidang ilmu pengetahuan. Walaupun namanya bermaksud “penyembuhan”, kitab ini bukanlah buku perubatan, sebaliknya sebuah ensiklopedia sains dan falsafah yang luas. Dalam Kitab al-Shifa', Ibnu Sina menghimpunkan pelbagai cabang ilmu termasuk logik, matematik dan terutama Sains Tabii (ilmu alam atau fizik). Melalui bahagian ini, beliau membincangkan pelbagai fenomena alam seperti astronomi yang merangkumi pergerakan planet, langit dan bintang, geologi tentang pembentukan gunung dan lapisan batuan, serta meteorologi yang menjelaskan kejadian hujan, angin dan wap air. Selain itu, Ibnu Sina turut mengkaji mineralogi, khususnya tentang logam dan mineral, serta memberikan penjelasan saintifik mengenai fosil berasaskan pemerhatian dan akal, bukan kepercayaan mistik. Karya ini membuktikan sumbangan besar Ibnu Sina dalam memahami alam semula jadi secara rasional dan sistematik. Melalui bahasa Arab, konsep alam sering diungkapkan secara holistik dan berteraskan nilai ketuhanan. Bahasa bukan sekadar alat komunikasi, malah medium pembentukan pemikiran. Apabila Bahasa Arab digunakan untuk menyampaikan mesej



Gambar 1: Kitab al-Shifa' oleh Ibnu Sina tentang biodiversiti
(Sumber: Dar al-Kutub ad-Dimashqiyyah, 2020)

berkaitan alam sekitar, ia mampu membina kesedaran yang bukan sahaja bersifat pengetahuan, tetapi juga berakar pada nilai spiritual dan moral (Basri et al., 2025).

Peranan Pendidikan Bahasa Arab dalam Membina Generasi Lestari

Pendidikan bahasa Arab mempunyai potensi besar dalam menyemai kesedaran biodiversiti lestari dalam kalangan pelajar. Pengajaran kosa kata, teks bacaan, dialog dan penulisan boleh diintegrasikan dengan tema alam sekitar seperti kepentingan hutan, sungai, haiwan dan keseimbangan ekosistem (Milah et al., 2025). Sebagai contoh, pelajar dapat didedahkan kepada teks Arab yang membincangkan tanggungjawab manusia sebagai penjaga alam atau aktiviti penulisan karangan bertemakan pemeliharaan alam sekitar. Melalui

pendekatan ini, penguasaan bahasa dan pembentukan nilai dapat berjalan seiring. Pendidikan bahasa Arab bukan lagi terhad kepada aspek linguistik semata-mata, tetapi menjadi alat pembinaan jati diri generasi yang mencintai dan menghargai alam (Rahmat, 2015).

Wacana Alam Sekitar dalam Bahasa Arab dan Masa Depan Generasi

Bahasa Arab kaya dengan ungkapan, metafora dan perumpamaan yang berkaitan dengan alam. Keindahan gaya bahasa ini mampu menimbulkan rasa kagum, syukur dan tanggungjawab terhadap ciptaan Tuhan.

Wacana alam sekitar yang disampaikan dalam bahasa Arab sama ada melalui khutbah, penulisan, ceramah atau media mampu menyentuh emosi dan jiwa pendengar (Kassem, 2025).

CROCODILE ADVENTURELAND AS A PLATFORM FOR BIODIVERSITY CONSERVATION FOR FUTURE GENERATIONS

Muhammad Afham Anuar, Sharir Aizat Kamaruddin

Faculty of Applied Sciences, Universiti Teknologi MARA, Perlis Branch, Arau Campus, 02600 Arau, Perlis, Malaysia

afhamanuar310302@gmail.com

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Biodiversity is arguably among the most valuable assets of the natural environment, the interwoven system of life that maintains the ecosystems and supports the welfare of humans, along with the condition of the planet, as the one that will survive and prosper.

Crocodile Adventureland is the only sanctuary which creates awareness of the importance of biodiversity and informs visitors about some of the most interesting lizards in the world. This animal paradise is not just a wildlife park, but a living classroom whereby visitors of all ages will learn, feel and see the importance of crocodiles in their respective ecosystems. The primary focal point of the mission of the park is its vast variety of species of crocodiles, each of which is maintained and exhibited, demonstrating the ecological significance and conservation requirements.

The False Gharial (*Tomistoma schlegelii*) is one of the most unique species found in the

Crocodile Adventureland. The False Gharial is a rare and endangered native of the rivers and swamps of Southeast Asia, and it is seldom seen in the wild. Its long and narrow snout is adapted to fish, which is its chief food. False Gharials are very critical signatures of good freshwater ecology. Through the protection environment it offers to them,

the park makes people aware of threats such as destroying their habitat, pollution and illegal hunting. The observation of the given species makes the guests understand the role of even one specialized species in the maintenance of the ecosystem, emphasizing the significance of the freshwater biodiversity for future generations.



Figure 1: Preserving the wonders of nature for future generations by showcasing the world of gharials and emphasizing the importance of biodiversity conservation for the well-being of our planet and its future inhabitants.
(Source: Author's own collection)

Visitors of the park can also see the Saltwater Crocodile (*Crocodylus porosus*) which is one of the largest and most powerful reptiles. Crocodile Adventureland will have two different types of the species: the golden porosus with a golden colour (gold) and a blunt porosus with muted colour (sand). Both versions have within-species diversity, which provides visitors with the opportunity to see a variety of species in one species. Saltwater Crocodiles are apex predators, which therefore balance the population of different fish and other members of the ecosystem. Due to observation of these crocodiles, the visitors are made aware that to have balance in the ecosystem, it is important to conserve the major predators. Their conservation is a key focus of the park, and one that directs the importance of the relationship between apex predators and successful aquatic ecosystems and enhances the status of human influence on the wildlife.

The other interesting species is the New Guinea Crocodile (*Crocodylus novaeguineae*), a smaller and agile freshwater crocodile which is an agile one, and very adaptable. This species is indigenous to New Guinea and is known to have distinct hunting behaviours and techniques. At the park, the observer is able to see its eating habits and social life



Figure 2: (A) Young learners participating in an educational wildlife activity, eagerly observing and interacting with reptiles, while being guided by instructors in a natural setting; (B) An informative display about crocodiles, showcasing their hunting technique of drowning prey and their impressive night vision. (Source: Author's own collection)

and learn about the variety of crocodile species. The New Guinea Crocodile serves as a reminder of the fact that biodiversity is not merely the large, imposing animals, but smaller, less noticeable species which are vital to the health of the ecosystem. Their existence supports the message that every species, even the small ones, is valuable as far as the environment is concerned.

By displaying these species, some of them being very rare like the False Gharial or the exotic Saltwater Crocodile and the agile New Guinea Crocodile, Crocodile Adventureland offers one physical manifestation of biodiversity. The park has educational programs that educate about the threats which crocodiles are experiencing due to loss of habitats, deforestation and illegal trade, but also the ecological functions of crocodiles. Tourists go on with a new realization that it is

essential to preserve these species today so that those who will come later will get to see and learn more about them. The park makes one honorable, conscious, responsible towards conservation and demonstrates that even the feared or misunderstood reptiles are part of the balanced ecosystem.

Crocodile Adventureland provides an example of how biodiversity education takes place in the world with environmental issues. By placing an emphasis on the different species of crocodiles, the park conserves these reptiles and instructs the tourists on the need to live in harmony, evolutionary variety, and ecological preservation.

The lessons learned here help secure the continuity of life's richness and inspire awe for Earth's biodiversity, underscoring the urgent need to protect it today for the benefit of future generations.

BIODIVERSITI SEBAGAI PEMANGKIN NANOBIOLOGI HIJAU DAN INOVASI PENJAGAAN KESIHATAN LESTARI

Nur Hilwani Ismail^{1,2}
¹ Pusat Pengajian Biologi, Fakulti Sains Gunaan, UiTM Shah Alam, 40450 Shah Alam, Selangor
² Human Genetics and Biochemistry Research Group (HuGeB), Entiti Kecemerlangan Health & Wellness, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, 40450 Shah Alam, Selangor Malaysia

hilwani@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

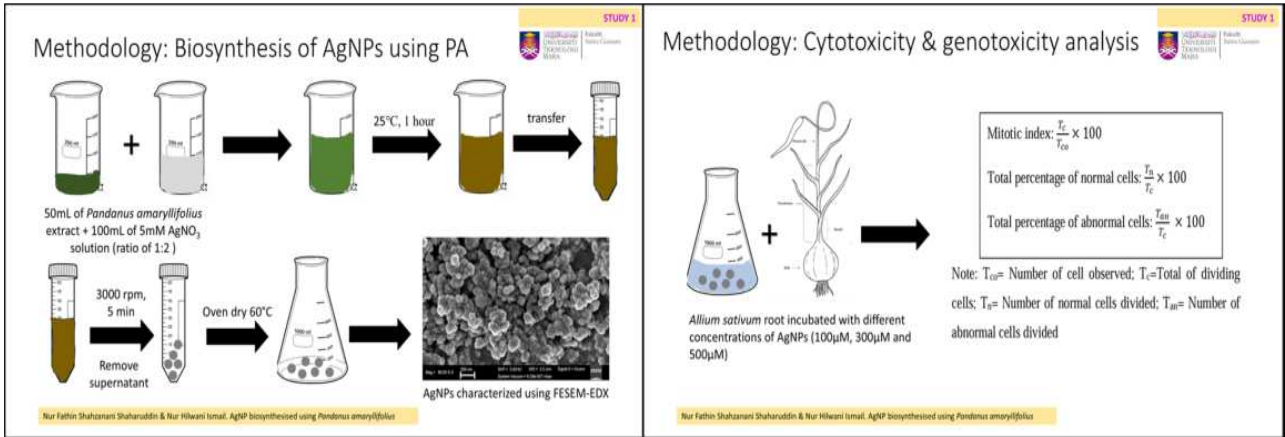
Malaysia merupakan salah satu negara megadiversiti dunia. Hutan hujan tropika, tanah lembap dan ekosistem pantai negara ini menempatkan ribuan spesies tumbuhan yang bukan sahaja penting untuk keseimbangan ekologi, malah berpotensi besar dalam bidang penyelidikan dan inovasi.

Dalam era pembangunan lestari, biodiversiti bukan lagi sekadar isu pemuliharaan alam sekitar, malah ia merupakan aset strategik negara untuk kesejahteraan generasi akan

datang. Antara bidang yang semakin berkembang hasil daripada penerokaan biodiversiti ialah nanobiologi hijau.

Nanobiologi hijau melibatkan penghasilan zarah bersaiz nano yang mempunyai gabungan sifat fizikal dan sifat biologi yang unik. Sebagai contoh, nanopartikel perak terkenal dengan sifat antimikrob yang berkesan. Namun, kaedah sintesis konvensional sering melibatkan bahan kimia toksik

yang boleh memberi kesan negatif kepada alam sekitar. Pendekatan sintesis hijau menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai agen penurun semula jadi menawarkan alternatif yang lebih mesra alam. Sebatian bioaktif seperti flavonoid dan fenolik dalam tumbuhan seperti pandan (*Pandanus amaryllifolius*) dan bendi (*Abelmoschus esculentus*), bertindak sebagai agen penurun yang menukarkan ion perak kepada partikel bersaiz nano.



Gambar 1: Proses penghasilan partikel nano perak melalui kaedah nanobiologi hijau serta analisa ringkas sitotoksiti dan genotoksiti (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Tindak balas nanobiology hijau ini berupaya menghasilkan partikel nano tanpa sisa berbahaya. Kaedah ini bukan sahaja mengurangkan pencemaran, malah menjimatkan kos dan menyokong prinsip pengeluaran lestari.

Di Malaysia, kekayaan biodiversiti tumbuhan membuka ruang luas untuk inovasi dalam bidang nanobiologi hijau. Herba tempatan dan spesies hutan tropika berpotensi menjadi sumber bahan bioaktif untuk aplikasi perubatan, termasuk rawatan jangkitan bakteria. Kajian menunjukkan bahawa nanopartikel yang dihasilkan menggunakan ekstrak tumbuhan berkesan terhadap bakteria seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, antara dua strain bakteria yang menyumbang kepada kerintangan antimikrob. Potensi ini secara langsung menyokong usaha meningkatkan kesihatan awam melalui pendekatan yang lebih selamat dan lestari (Osman et al., 2024).

Walau bagaimanapun, inovasi perlu diseimbangkan dengan

tanggungjawab. Kajian toksikologi menunjukkan bahawa nanopartikel tertentu boleh memberi kesan toksik terhadap sel (sitotoksik) atau kesan toksik terhadap gen (genotoksik). Kesan toksik ini bergantung kepada kepekatan partikel nano, kaedah pendedahan serta aplikasi partikel nano tersebut. Ini turut membuka ruang inovasi dalam aplikasi kesihatan reproduktif sebagai agen kontraseptif serta aplikasi terapi dalam perubatan kanser (Swift & Golsteyn, 2014). Oleh itu, penilaian keselamatan yang menyeluruh amat penting sebelum sebarang aplikasi klinikal atau komersial dilaksanakan. Prinsip sains perlu didukung dengan sikap kebertanggungjawaban dalam memastikan keseimbangan ekologi serta keselamatan orang awam, dan perlu menjadi keutamaan.

Usaha memanfaatkan biodiversiti untuk tujuan inovasi produk keluaran semulajadi adalah sejajar dengan Dasar Kepelbagaian Biologi Kebangsaan 2016–2025 dan 2022-2030 yang dilancarkan

oleh Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam (Convention on Biological Diversity, 2016). Dasar Kepelbagaian Biologi Kebangsaan menekankan penggunaan sumber biologi secara lestari untuk pembangunan sosioekonomi. Selain itu, Rancangan Malaysia Ke-12 turut memberi penekanan kepada pertumbuhan hijau dan pengukuhan penyelidikan dalam sektor bioteknologi (Unit Perancang Ekonomi Malaysia, 2021). Integrasi di antara pemuliharaan alam dan inovasi teknologi memperlihatkan bagaimana agenda pembangunan negara boleh digerakkan secara seimbang.

Di peringkat global, pendekatan ini juga menyumbang kepada Matlamat Pembangunan Lestari Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (UN Sustainable Development Goals). Antaranya ialah SDG 3 (Kesihatan dan Kesejahteraan Baik), SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur), SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab), serta SDG



Gambar 2: Matlamat Pembangunan Lestari Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (UN SDG) yang boleh dicapai melalui pemeliharaan biodiversiti. (Sumber: Laman web PBB)

15 (Kehidupan di Darat) (United Nations, 2015). Hubungan ini menunjukkan bahawa pemeliharaan biodiversiti bukan sekadar tanggungjawab alam sekitar, tetapi asas kepada kemajuan kesihatan, ekonomi dan teknologi.

Kehilangan biodiversiti akibat pembalakan tidak terkawal, pencemaran dan perubahan iklim boleh menjejaskan peluang penemuan saintifik pada masa hadapan. Setiap spesies tumbuhan yang pupus mungkin membawa potensi produk farmaseutikal keluaran semulajadi atau teknologi yang belum diterokai. Oleh itu,

kesedaran komuniti amat penting dalam memastikan kelestarian sumber semula jadi biodiversiti tumbuhan negara.

Institusi pengajian tinggi memainkan peranan penting dalam mendidik masyarakat mengenai hubungan antara biodiversiti dan inovasi.

Melalui penyelidikan, pendidikan dan penglibatan komuniti, universiti dapat melahirkan graduan yang bukan sahaja mahir dalam bidang sains, malah mempunyai kesedaran terhadap tanggungjawab alam sekitar. Kemajuan teknologi tidak harus mengorbankan

alam sekitar. Sebaliknya, alam semula jadi boleh menjadi rakan strategik dalam pembangunan inovasi hijau.

Kepelbagaian biodiversiti yang dilindung hari ini, dapat memastikan kesejahteraan ke atas kelestarian saintifik, pemeliharaan kesihatan dan pengukuhan ekonomi bagi generasi akan datang.

Rujukan



MANGROVE AS FRONTLINERS: SUNGAI MERBOK'S GREEN WALL FOR SUSTAINABLE BIODIVERSITY AND FUTURE GENERATIONS

Razia Ahmad and Rafiuddin Roslan

Studies for Landscape Architecture, Faculty of Built Environment, UiTM Selangor, Puncak Alam Campus, 42300 Bandar Puncak Alam, Selangor Darul Ehsan

razia841@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

Rethinking the Muddy Edge

Mangroves have long been misunderstood, often dismissed as messy, muddy fringes of rivers that obstruct development. Along Sungai Merbok in Kedah, this perception hides a more intricate reality. What appears chaotic is, in fact, a carefully orchestrated landscape shaped by tides, sediment, and decades of natural succession. The twisting roots, dense leaf canopies, and muddy banks form a living network that stabilises the river edge while providing habitat for countless species.

These forests are not idle; they are living frontlines, standing between river and human settlement to absorb water surges, sediment shifts, and the impacts of storms that might otherwise threaten communities. Their resilience lies in adaptability, growth, and their ability to negotiate with water rather than constantly resisting it.



Figure 1: Mangrove as living seawalls organised by tides, sediments and time (Source: Authors, 2026)

Sungai Merbok is defined more by its edges than its centre. The mangrove belt channels tidal currents, traps sediments, and frames daily life for communities along its banks.

Fishing routes weave through the forest, jetties rise from mudflats, and riverside homes nestle into small clearings, all existing in dialogue with this green boundary. Rather than creating a barrier between humans and nature, the mangrove edge forms a layered environment where

biodiversity is visible as movement, shadow, and shelter. Each canopy branch, each trunk, and every submerged root contributes to the stability of the river and its ecosystems. Birds find resting places, crabs scuttle over exposed mudflats, and juvenile fish find protection among roots.

This interconnectedness ensures calm waters, stable banks, and thriving ecosystems that benefit both wildlife and people.

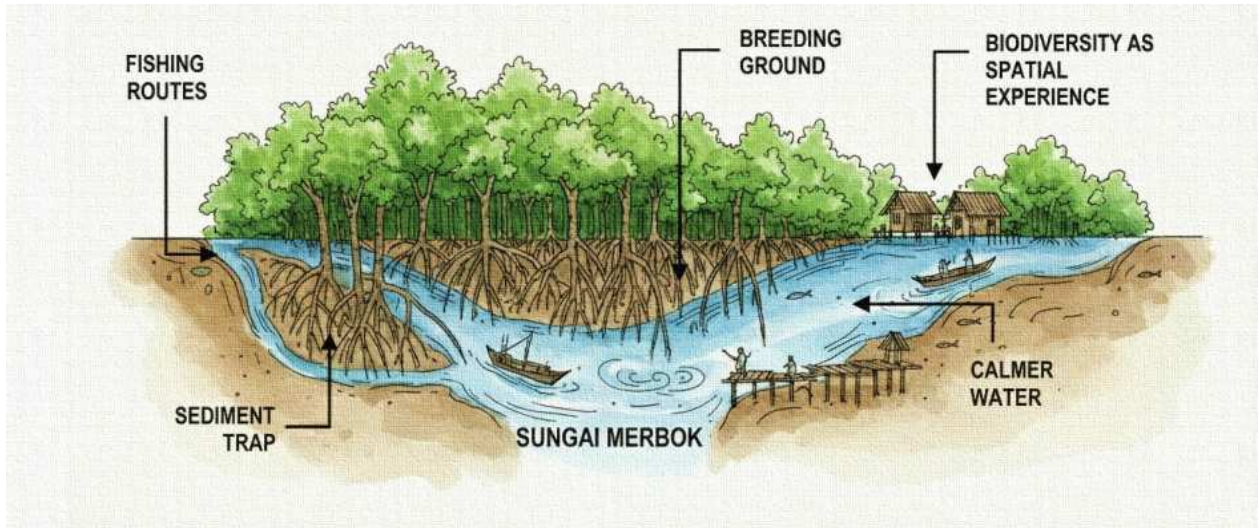


Figure 2: Mangrove shoreline adaptation through sediment accumulation and natural regeneration. (Source: Authors, 2026)

Mangroves also serve as coastal shields against extreme events. The devastating 2004 Indian Ocean Tsunami revealed the protective power of intact mangrove forests. Communities shielded by dense mangrove belts experienced far less damage than those in deforested areas. Roots and trunks absorb wave energy, slowing and dispersing the force of incoming water, protecting homes, infrastructure, and lives. In this way, mangroves are both guardians of everyday life and silent sentinels in the face of rare but catastrophic events, reminding communities that some of the strongest infrastructure grows naturally rather than being built.

Negotiating Water and Sediment

Mangroves perform a unique role when viewed in profile, revealing a subtle but effective

engineering by nature. Roots rise above the mud, breaking the speed of tides and allowing sediments to settle along the riverbanks. Over time, these deposits gradually build and stabilise the shoreline. Behind the first line of roots, waters calm, sediments circulate, and nutrient-rich pockets form, creating safe habitats for fish, molluscs, and crustaceans. Unlike concrete embankments, which resist water and often redirect problems downstream, mangroves negotiate with water, absorbing, redirecting, and adapting to its energy. This constant negotiation enables them to maintain the river's shape while supporting biodiversity and livelihoods.

Over decades, mangroves expand seaward as sediments accumulate, retreat when environmental conditions shift, and regenerate naturally after disturbances such as storms or floods. Where rigid concrete

walls crack or erode and require constant repair, mangroves adapt automatically, thickening, widening, and growing more complex. This continuous process creates a dynamic form of protection that works during storms, high tides, and ordinary days alike. Their adaptability illustrates a principle often overlooked in human planning: natural systems can provide both resilience and flexibility, offering long-term solutions to environmental uncertainty that engineered structures often cannot replicate.

The Cost of Fragmented Edges

Mangroves rarely vanish in a single moment. More often, they are gradually reduced through reclamation, hardened embankments, and poorly planned development that introduce rigid boundaries into

a landscape dependent on gradual transitions. Such hard edges disrupt sediment flows, accelerate erosion elsewhere, and shift water-related problems downstream instead of resolving them. In attempting to contain the river, these interventions weaken the very natural systems that once regulated its behaviour.

Designing with mangroves means recognising the importance of flexible edges. Soft transitions, buffer zones, and space for tidal movement allow these forests to continue functioning as living frontliners. Without adequate room to adapt, even legally protected mangroves struggle to survive and perform their ecological roles.

Beyond ecology, mangroves sustain everyday life along Sungai Merbok. Stable banks protect homes and infrastructure, sheltered waters support fishing and transport,

and healthy nurseries secure livelihoods. Their value often becomes visible only when decline sets in; through falling fish catches, eroding shores, and rising flood risks. As cultural landscapes, mangroves also carry generations of knowledge about tides, seasons, and river rhythms, making their protection inseparable from the preservation of local identity and memory.

Protecting Communities

Mangroves safeguard not only ecosystems but also protect human livelihoods, homes, and culture. Dense root networks stabilise riverbanks, reducing flooding risks, while creating sheltered waters that support fishing, transportation, and trade. Fish nurseries hidden among the roots ensure that generations of local communities can sustain their livelihoods.

Molluscs, crabs, and small fish find protection here, contributing to both food security and the local economy.

These benefits are often invisible until they vanish. Declining fish catches, unstable banks, and increasing flood risks gradually reveal the value of these living frontlines.

Mangroves are also repositories of local knowledge, carrying insights about tides, seasonal cycles, and river behaviour. Elders share stories of how the forest protects homes and villages, and children learn the rhythms of the river through everyday observation. Conserving these forests is therefore as much about safeguarding cultural memory as it is about protecting ecological function, emphasising the interwoven relationship between people and place.

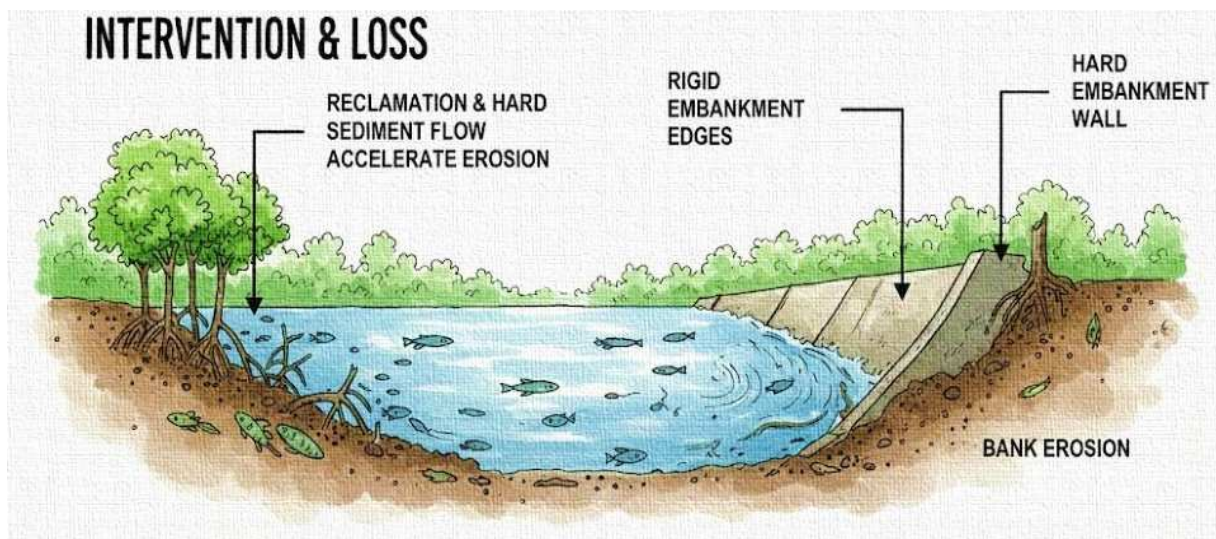


Figure 3: Hard embankments disrupting natural mangrove shoreline processes
(Source: Authors, 2026)

The Front liners We Must Learn to Read

Seeing mangroves as front liners shifts our understanding of landscapes from static scenery to living systems shaped by water, time, and relationships. By reading sections rather than surfaces, and processes rather than appearances, the mangrove reveals itself as a dynamic structure where biodiversity happens, and protection unfolds each day quietly. This perspective does not replace ecological knowledge but makes it accessible; allowing anyone willing to look closely to understand how these landscapes truly function. Along Sungai Merbok, this living green wall stands as a silent first line of defence, sustaining biodiversity by keeping natural systems connected and protecting communities by working with nature’s rhythms. The strongest infrastructures are not always built; many are grown. Our shared future depends on recognising, protecting, and designing alongside these living frontliners, so that generations to come inherit landscapes that continue to support life in return.

Conclusion

Mangroves along Sungai Merbok are more than forests; they are living infrastructure, quietly shaping the resilience of rivers, communities, and

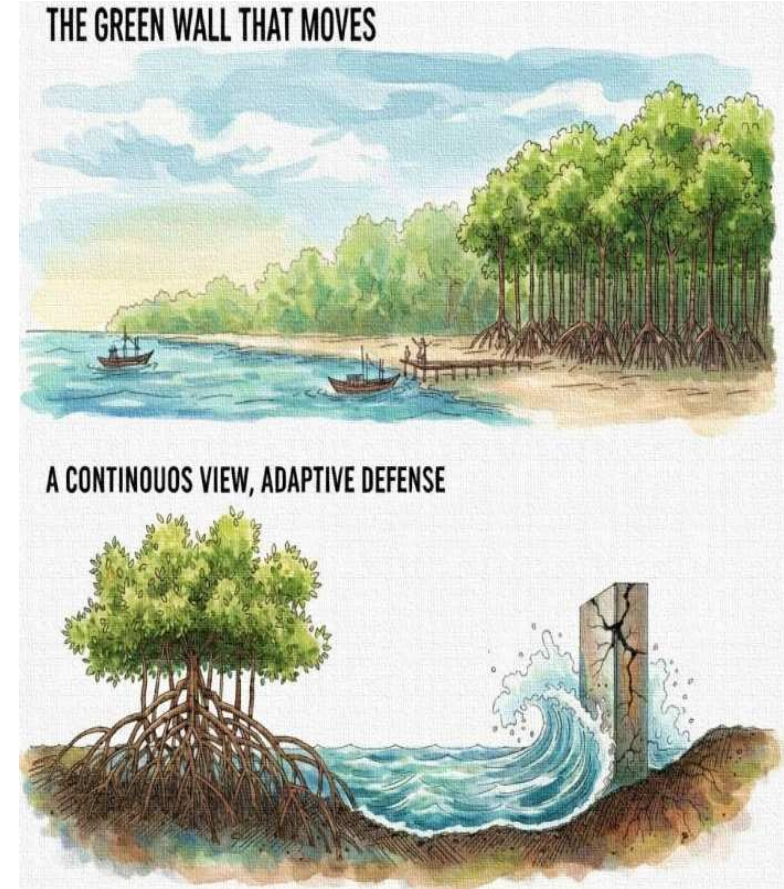


Figure 4: Mangroves stabilising riverbanks while supporting community livelihoods. (Source: Authors, 2026)

biodiversity. Their roots stabilise banks, slow tidal flows, and create nurseries for countless species, while their dense networks buffer waves during storms and tsunamis. These green frontlines demonstrate how ecosystems can protect human life, sustain livelihoods, and preserve cultural knowledge simultaneously. When allowed to grow, adapt, and perform their natural functions, mangroves offer a continuity that no concrete wall can replicate. Experiencing these forests fosters understanding, curiosity, and respect, transforming abstract

conservation into a lived connection. As climate change and rising seas reshape coastlines, the strength of Sungai Merbok’s mangroves lies not in static protection but in their ability to evolve alongside both water and community. In recognising and supporting these living frontlines, future generations inherit landscapes that continue to protect, nourish, and sustain life in balance with nature.

References



DARI KAMPUS KE TINDAKAN: KEBERKESANAN PENDIDIKAN ALAM SEKITAR DI INSTITUSI PENGAJIAN TINGGI PERAK

Iza Faradiba binti Mohammad Patel
Akademi Pengajian Bahasa, UiTM Cawangan Perak, Kampus Seri Iskandar, Bandar Seri Iskandar, 32610 Seri Iskandar, Perak

izafa325@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Merapatkan Pengetahuan dan Tindakan untuk Kelestarian

Pendidikan alam sekitar di peringkat tinggi memainkan peranan penting dalam mempersiapkan graduan masa depan untuk menghadapi cabaran alam sekitar dengan pengetahuan, kemahiran, dan nilai murni demi kelestarian bumi untuk generasi akan datang. Perak ialah sebuah negeri yang kaya dengan ekosistem semula jadi.

Pada masa yang sama, negeri ini turut mengalami pembangunan yang pesat. Di peringkat universiti dan kolej di Perak juga, wujud inisiatif untuk mengintegrasikan pendidikan alam sekitar ke dalam program akademik dan inisiatif ini pula kebanyakannya diketuai oleh para pelajar sendiri.

Antara usaha yang dijalankan adalah bertujuan untuk meningkatkan kesedaran ekologi, menggalakkan amalan lestari, dan memperkukuh penglibatan dengan komuniti tempatan.

Oleh itu, adalah penting untuk menilai keberkesanan program yang dijalankan untuk memastikan aktiviti pembelajaran tersebut mampu membina kesedaran dan membawa kepada tindakan yang bermakna untuk manfaat alam sekitar khususnya.

Aspek Keberkesanan Pendidikan Alam Sekitar di Peringkat Universiti

Pendidikan alam sekitar yang berkesan seharusnya melebihi daripada sekadar aktiviti pengajaran dan pembelajaran di dalam bilik kuliah. Ia perlu menggabungkan teori dengan pengalaman amali, penglibatan komuniti, serta proses refleksi.

Penyelidikan menunjukkan bahawa pelajar belajar dengan lebih berkesan apabila mereka dapat mengaplikasikan konsep alam sekitar dalam situasi sebenar, bekerjasama dengan kumpulan yang berlainan, dan mampu merefleksi pengalaman mereka (Tilbury, 1995).

Di negeri Perak, beberapa institusi pendidikan tinggi telah

mula mengamalkan pendekatan yang mencerminkan prinsip-prinsip tersebut dan menurut pemerhatian hasilnya menunjukkan perkembangan yang positif.

Program Pendidikan Alam Sekitar Berimpak di Negeri Perak

1. UiTM Perak: USR LADS @ Spritzer EcoPark

Program USR LADS @ Spritzer EcoPark yang dianjurkan oleh Cawangan Universiti Teknologi MARA (UiTM) Perak adalah satu contoh yang ketara.

Program ini diketuai oleh pelajar reka bentuk landskap, dengan melibatkan aktiviti kemampanan secara praktikal di Spritzer EcoPark di Taiping. Para pelajar mengambil bahagian dalam aktiviti pembersihan tapak, penanaman pokok, penyelenggaraan landskap, dan usaha kitar semula. Aktiviti tersebut secara langsung telah menyumbang kepada

penambahbaikan ruang hijau awam.

Selain daripada itu, terdapat juga sesi perkongsian ilmu bersama Jabatan Kemahiran Spritzer Malaysia. Melalui sesi ini pelajar didedahkan kepada amalan industri seperti kitar semula PET dan tanggungjawab korporat terhadap pemuliharaan alam sekitar. Gabungan kerja praktikal dan penglibatan industri ini berjaya memperkukuh pemahaman pelajar tentang konsep kemahiran, melebihi sekadar teori yang dibincangkan dalam bilik kuliah.

Secara keseluruhan, program ini berjaya menunjukkan bagaimana pembelajaran melalui pengalaman dapat meningkatkan pengetahuan akademik di samping dapat memupuk sifat bertanggungjawab dan cintakan alam sekitar dan juga kepentingan tanggungjawab sivik terhadap kelestarian alam sekitar.

2. Inisiatif Penglibatan Universiti - Komuniti

Walaupun strategi pendidikan alam sekitar formal masih dalam peringkat pembangunan di kebanyakan institusi di Perak, namun terdapat beberapa Kerjasama di antara universiti dan komuniti yang mampu memperkayakan lagi kaedah pembelajaran pelajar.



Gambar 1 : Aktiviti pelajar di USR LADS @ Spritzer EcoPark (Sumber: UiTM News Hub, 2025)



Gambar 2: USR: Aqua Ranger di Sungai Berof, Tanjong Malim (Sumber: epena.com, 2024)

Para pelajar Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI), daripada Fakulti Sains dan Matematik telah menyertai program USR: Aqua Ranger di Sungai Berof, Tanjong Malim. Projek ini memberi tumpuan kepada biodiversiti ekosistem sungai dan kesedaran tentang pencemaran plastik.

Melalui pengambilan sampel di lapangan, analisis data, dan kerjasama dengan agensi seperti Jabatan Pengairan dan Saliran, pelajar telah memperolehi pengalaman praktikal secara langsung tentang ekologi air tawar dan pengurusan alam sekitar.

Aktiviti berasaskan sains ini bukan sahaja membina kemahiran teknikal dan analitikal, tetapi juga menggalakkan pelajar untuk lebih bertanggungjawab terhadap perlindungan alam sekitar di luar konteks akademik.

3. Inisiatif Kampus Hijau: UTAR Kampus

Universiti Tunku Abdul Rahman (UTAR), Kampus Kampar menyediakan satu lagi contoh terbaik pendidikan alam sekitar yang berkesan melalui inisiatif kampus hijau mereka. Melalui inisiatif ini, prinsip kelestarian akan diterapkan ke dalam aspek pengajaran, penyelidikan, operasi kampus, dan jalinan komuniti. Program kampus juga digalakkan untuk memberi lebih tumpuan kepada kecekapan tenaga, pengurangan sisa, dan penjimatan air dengan disokong oleh kemudahan kampus seperti taman pertanian dan santuari buluh, yang berfungsi sebagai 'makmal secara langsung' untuk pelajar. Dengan mengintegrasikan kelestarian dalam kehidupan kampus, UTAR membuka ruang bagi pelajar menghubungkan pembelajaran akademik dengan amalan seharian. Ini sekaligus dapat mengukuhkan pendapat bahawa tanggungjawab terhadap alam sekitar adalah tanggungjawab semua pihak dan usaha ini bergerak secara kolektif.



Gambar 3: Panel solar di UTAR, Kampus Kampar
(Sumber: greencampus.utar.edu, 2024)

Peluang Baharu dan Peranan Universiti

Terdapat banyak inisiatif pendidikan di Perak, di mana kebanyakan aktiviti tersebut berkisar tentang projek atau aktiviti kokurikulum yang masih mempunyai ruang untuk pertumbuhan dan penambahbaikan.

Pembelajaran Berasaskan Pengalaman dan Aplikasi

Aktiviti seperti pemulihan taman ekologi, pemantauan biodiversiti sungai, dan projek kampus hijau membolehkan pelajar mengaplikasikan pengetahuan alam sekitar dalam konteks praktikal. Kajian menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential*

learning) lebih berkesan daripada pengajaran di bilik kuliah semata-mata dalam memupuk sikap dan tingkah laku positif terhadap kelestarian alam sekitar untuk tempoh jangka panjang (Tilbury, 1995).

Kerjasama Komuniti dan Tanggungjawab Sosial

Kerjasama dengan komuniti setempat, agensi kerajaan, dan rakan industri meningkatkan relevansi pendidikan alam sekitar.

Sebagai contoh, perkongsian yang dibentuk melalui program Spritzer EcoPark mendedahkan pelajar kepada amalan kelestarian sebenar. Kolaborasi sebegini membantu menterjemahkan pengetahuan

akademik pelajar ke dalam hasil praktikal yang berorientasikan penyelesaian masalah (*problem-based learning*).

Pembangunan Kurikulum dan Penilaian

Pendidikan alam sekitar mampu diperkukuhkan lagi dengan mengemukakan tema kelestarian secara lebih jelas ke dalam kurikulum utama, dan bukannya hanya sekadar aktiviti pilihan di dalam kurikulum tersebut. Untuk itu, modul antara disiplin yang selaras dengan rangka kerja Pendidikan untuk Pembangunan Lestari (ESD) (UNESCO, 2017) wajar dibangunkan demi memastikan pelajar dapat didedahkan terhadap isu-isu alam sekitar secara lebih meluas dan konsisten.

Cabaran dan Bidang Untuk Penambahbaikan

Walaupun terdapat perkembangan positif tentang aspek pendidikan alam sekitar di negeri Perak, beberapa cabaran di peringkat sumber dan operasi masih lagi wujud

antaranya adalah:

- Pengintegrasian Kurikulum yang Terhad: Kebanyakan program yang dijalankan masih berbentuk aktiviti kokurikulum dan ini menghadkan jangkauan dan impak jangka panjangnya.
- Kekangan Sumber: Pembelajaran berasaskan kerja lapangan memerlukan peralatan, pengangkutan dan sokongan daripada kakitangan yang terlibat, yang mungkin tidak sentiasa tersedia.
- Penilaian Impak: Walaupun penglibatan pelajar dapat dilihat, penilaian sistematik terhadap hasil pembelajaran dan perubahan tingkah laku jangka panjang masih terhad dan sukar dikenal pasti. Pendekatan penilaian yang lebih reflektif dan bersifat jangka panjang adalah diperlukan di sini.

Kesimpulan: Membina Pemimpin Alam Sekitar di Perak

Pendidikan alam sekitar di institusi pendidikan tinggi di

Perak menunjukkan potensi yang kukuh, terutama apabila pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*), berfokuskan komuniti, dan berkait rapat dengan cabaran alam sekitar yang sebenar. Program di UiTM Perak, UPSI, dan UTAR Kampar menunjukkan bagaimana universiti mampu meningkatkan kesedaran alam sekitar, memupuk rasa tanggungjawab, dan menyediakan pelajar untuk menjadi agen perubahan yang bertanggungjawab dan berpengetahuan. Dengan pengukuhan kurikulum, kerjasama berterusan, dan penilaian yang sistematik, pendidikan alam sekitar berpotensi memainkan peranan utama dalam membentuk generasi yang bertanggungjawab dan berdaya tahan di Perak demi untuk memastikan kelestarian alam sekitar di negeri Perak.

Rujukan



BIOFOTOVOLTA (BPV) BERASASKAN MIKROALGA: REVOLUSI TENAGA HIJAU MASA DEPAN

Amin Aadenan

Jabatan Fizik dan Bahan, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

amin7606@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

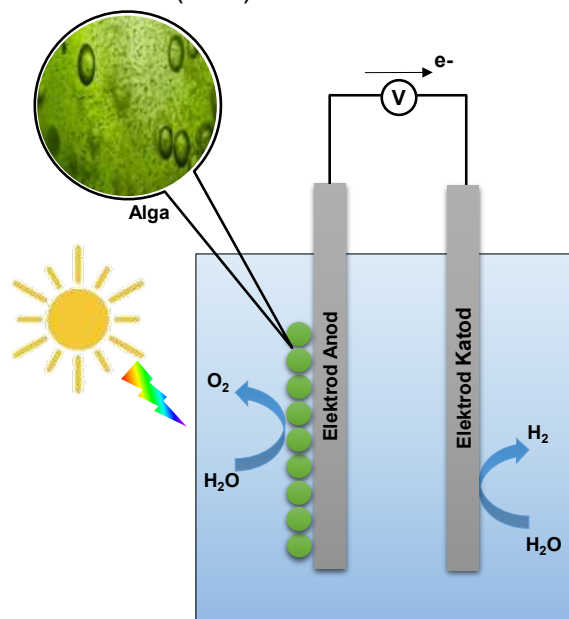
Biodiversiti lestari merupakan asas penting bagi menjamin kesejahteraan generasi masa hadapan. Kebelakangan ini, dunia berdepan pelbagai krisis iklim, pencemaran dan kemusnahan biodiversiti yang boleh mengganggu gugat keseimbangan ekosistem hidupan. Pembebasan gas rumah hijau yang berpunca daripada aktiviti manusia, terutamanya pembakaran bahan api fosil (arang batu, minyak, gas asli) untuk menjana tenaga elektrik dan pengangkutan adalah faktor utama dalam menyumbang kepada pemanasan global dan perubahan iklim ini. Justeru itu, peralihan kepada penggunaan sumber tenaga keterbaharuan adalah usaha yang amat penting bagi menjamin kelestarian masa depan generasi.

Tenaga keterbaharuan yang dihasilkan melalui mikroorganisma fotosintesis menawarkan alternatif yang lebih mampan bagi

mengurangkan kebertanggungan terhadap bahan api fosil. Antara mikroorganisma tersebut, mikroalga adalah agen yang berpotensi tinggi dalam menangani cabaran tenaga ini. Mikroalga dapat menukarkan sumber tenaga suria kepada arus elektrik secara langsung menerusi sistem yang dinamakan sebagai biofotovolta (BPV).

Penggunaan mikroalga dalam sistem BPV semakin mendapat perhatian kerana kosnya yang rendah dan kebolehan menjana tenaga elektrik melalui proses fotosintesis. Selain itu, mikroalga mempunyai mekanisme pelindung cahaya (*photoprotective*) yang membolehkan sel memperbaiki diri sendiri.

Sistem BPV menggunakan mikroorganisma fotosintesis hidup seperti mikroalga atau *cynobacteria* yang bersentuhan dengan elektrod. Semasa fotosintesis, elektron yang dihasilkan boleh dipindahkan keluar daripada sel secara langsung atau melalui bahan perantara. Elektron ini dikumpulkan oleh elektrod anod, seterusnya mengalir melalui litar luar dengan menghasilkan arus elektrik seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1: Sistem biofotovolta (BPV)

(Sumber: FH Saifuddin et al., 2022)

Komponen utama sistem BPV biasanya merangkumi:

1. Mikroorganisma fotosintetik (cth. Mikroalga dan cyanobacteria) sebagai sumber tenaga biologi.
2. Elektrod anod untuk mengumpul elektron.
3. Elektrod katod bagi melengkapkan litar elektrik.
4. Litar elektrik luaran untuk menghasilkan/mengalirkan arus elektrik.

Tidak seperti sel panel suria konvensional, sistem BPV menggunakan organisma hidup yang mampu memperbaharui diri secara semula jadi. Sistem ini juga boleh berfungsi dalam keadaan keamatan cahaya rendah dan masih menghasilkan arus elektrik tanpa pancaran cahaya menerusi tenaga metabolik yang tersimpan terutamanya pada waktu malam.

Antara spesies mikroalga yang biasa digunakan dalam aplikasi BPV adalah dari kumpulan alga hijau. Selain itu, cyanobacteria juga diaplikasikan dalam system BPV kerana sifat mereka adalah serupa seperti alga dan tumbuhan kerana menggunakan cahaya matahari untuk menghasilkan makanan. *Chlamydomonas reinhardtii* dan *Chlorella spp.* adalah antara spesies dalam kumpulan alga hijau yang biasanya dikaji.

Ini kerana mereka mudah tumbuh, tahan lasak, mudah dikultur dan mempunyai kecekapan fotosintesis yang tinggi. Bagi kumpulan cyanobacteria pula, *Synechocystis spp.* lebih mudah diubah suai secara

(Elsevier), Scopus, Web of Science dan Google Scholar, di antara tahun 2015-2025. Antara penekanan utama dalam kajian diterbitkan adalah pemilihan dan pengoptimuman genetik mikroalga, pembangunan bahan elektrod

Jadual 1: Kadar pertumbuhan dan prestasi ketumpatan arus bagi alga hijau dan cyanobacteria

Kumpulan	Spesies	Kadar pertumbuhan	Ketumpatan arus elektrik ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Rujukan
Alga hijau	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	0.284 hari ⁻¹ (~0.012 j ⁻¹)	40.3 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	Torres et al., 2020 Sharma & Chhabra, 2021
	<i>Chlorella vulgaris</i>	0.66 hari ⁻¹ (~0.027 j ⁻¹)	~0.68 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	N.Z. Petrova et al., 2024 FL Ng et al., 2017
Cyano-bacteria	<i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	~0.0725 j ⁻¹	~30 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	Kusama et al., 2022 Touloupakis et al., 2015

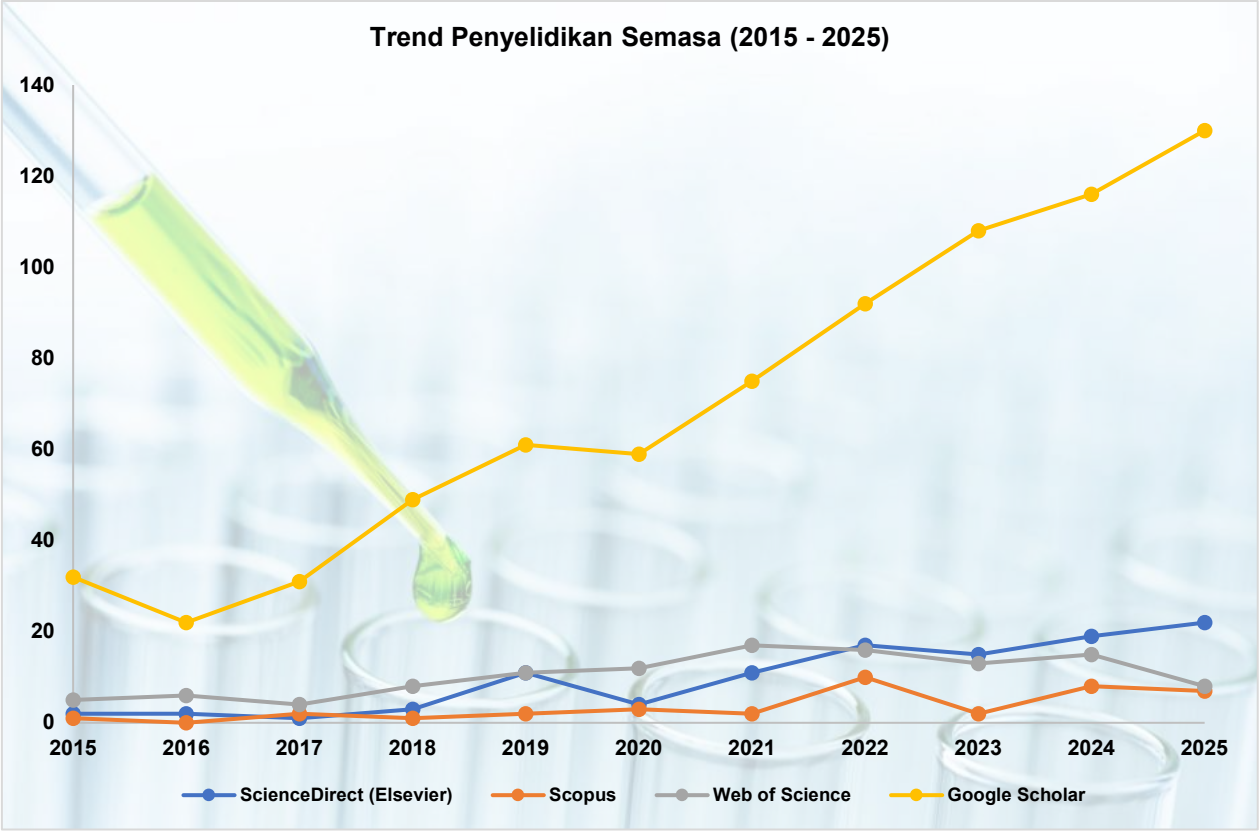
genetik, tetapi ianya menghasilkan arus elektrik lebih rendah berbanding alga hijau. Jadual 1 meringkaskan kumpulan mikroalga dan cyanobacteria serta kadar pertumbuhan dan prestasi ketumpatan arus elektrik.

Penyelidikan terhadap sistem BPV semakin meningkat dalam beberapa tahun kebelakangan ini, dengan pelbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kecekapan dan kebolehskalaan teknologi ini.

Ianya boleh ditunjukkan dalam trend penyelidikan semasa (Gambar 2) yang diperolehi menerusi pangkalan data akademik Science Direct

termaju berasaskan karbon bagi meningkatkan kecekapan pemindahan elektron serta lekatan mikroorganisma pada elektrod, penggabungan sistem BPV dengan loji rawatan air sisa, dan penghasilan sistem hibrid yang menggabungkan sel bahan api mikrob, panel solar, dan teknologi bio-tenaga.

Walaupun penggunaan sistem BPV berasaskan mikroorganisma berpotensi besar, beberapa cabaran masih perlu diatasi. Antara isu utama yang dihadapi adalah penghasilan kuasa output yang jauh lebih rendah berbanding teknologi fotovoltaiik



Gambar 2: Trend penyelidikan berkenaan sistem BPV berdasarkan kata kunci “*biophotovoltaic*” dan “*microalgae*”

konvensional. Hal ini akan menjejaskan penghasilan sistem berskala besar.

Selain daripada itu, penyelenggaraan kultur mikroalga yang stabil untuk tempoh panjang adalah amat mencabar. Ini disebabkan oleh sistem hidupan lebih sukar dikawal berbanding peranti elektronik biasa.

Dari segi penerimaannya pula, teknologi BPV masih kurang dikenali di luar komuniti akademik dan memerlukan sokongan dasar serta kerjasama industri supaya ianya mendapatkan kesedaran

masyarakat serta sokongan bahan elektrod bersesuaian dalam penghasilan polisi dankerjasama industri tenaga hijau ini.

Kesimpulannya, sistem tenaga hijau, BPV berpotensi menjamin biodiversiti lestari mikroalga dan cyanobacteria dan kesejahteraan generasi masa depan, seterusnya menawarkan penyelesaian menyumbang kepada kebergantungan bahan api peralihan tenaga global yang fosil.

Walaupun kajian berkenaan BPV semakin meningkat, cabaran seperti kuasa output yang rendah, penyelenggaraan kultur stabil dan penerimaan pasaran masih perlu diatasi melalui pengoptimuman genetik,

Rujukan



CELIK BAHASA, CELIK BUMI: PERANAN PENDIDIKAN BAHASA DALAM MEMBENTUK GENERASI PENJAGA ALAM

Faizah Baharudin

Pusat ASASI UiTM, Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Dengkil, Selangor.

faizah7806@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Isu biodiversiti sering dibincangkan melalui lensa sains, teknologi, dan dasar pembangunan. Namun, pembentukan generasi yang benar-benar mampu melindungi alam tidak semestinya bermula di makmal atau bilik mesyuarat. Sedar atau tidak, kekuatan ini bermula daripada cara generasi muda berfikir, memahami, dan menilai hubungan mereka dengan dunia semula jadi.

Dalam konteks Malaysia yang diiktiraf sebagai antara negara megabiodiversiti dunia, tekanan terhadap hutan, sungai, dan habitat semula jadi menjadikan pendidikan generasi muda semakin penting dalam usaha pemeliharaan alam. Di sinilah bahasa memainkan peranan yang amat penting kerana bahasa bukan sekadar alat komunikasi, tetapi wahana pembentukan makna, nilai, dan kesedaran.

Oleh itu, bagi memastikan kelestarian biodiversiti untuk generasi akan datang, pendidikan bahasa harus dilihat

sebagai medan strategik untuk menanam kesedaran, empati, dan tanggungjawab terhadap bumi.

Dalam konteks pembentukan pemikiran pelajar, pendidikan bahasa berperanan membina cara mereka mentafsir hubungan manusia dengan alam. Objektif ini boleh dicapai melalui teks bacaan, aktiviti penulisan, dan perbincangan kelas di mana pelajar sebenarnya sedang membina kerangka pemahaman tentang dunia.

Apabila bahan pengajaran memasukkan isu biodiversiti, pelajar mula melihat alam sebagai sebahagian daripada kehidupan sosial mereka. Sebagai contoh, petikan tentang pencemaran sungai tempatan atau karangan tentang kepupusan spesies boleh dijadikan latihan kefahaman dan penulisan argumentatif.

Contoh ini menunjukkan bahawa kemahiran bahasa boleh disepadukan dengan kesedaran alam secara

semula jadi dalam bilik darjah. Kesannya, bahasa tidak lagi sekadar subjek akademik, tetapi menjadi medium yang menormalisasikan pemikiran lestari dalam pembelajaran harian pelajar.

Selain itu, bahasa berupaya menanam empati terhadap alam melalui cerita yang dekat dengan imaginasi pelajar. Umum mengetahui fakta saintifik memberi maklumat, tetapi cerita membina rasa keterikatan. Oleh itu, penggunaan kisah berunsur alam seperti cerita Sang Kancil, kisah haiwan hutan tropika, atau cerita tempatan berlatarkan sungai dan rimba boleh menjadikan biodiversiti lebih bermakna kepada kanak-kanak. Kisah-kisah ini bukan sekadar hiburan, tetapi juga membawa nilai moral, budaya, dan pengetahuan ekologi tradisional. Menurut Nordiana et al. (2024), naratif sebegini berkesan dalam mengukuhkan kesedaran kelestarian dengan menghubungkan nilai budaya masyarakat kepada usaha pemeliharaan biodiversiti.

Apabila pelajar melihat bahawa pengajaran cerita berkaitan dengan keseimbangan alam, mereka mula menghargai biodiversiti, bukan sekadar memahaminya. Melihat dari aspek ini, bahasa seharusnya menjadi saluran awal untuk membina hubungan emosi antara generasi muda dan alam sekitar.

Seterusnya, pendidikan bahasa turut menyumbang kepada pembinaan literasi alam sekitar yang membolehkan pelajar berfikir secara kritis tentang masa depan biodiversiti.

Dalam dunia hari ini, literasi tidak hanya bermaksud membaca dan menulis, tetapi juga keupayaan menilai maklumat dan menyuarakan pendapat secara bertanggungjawab.

Sebagai gambaran, pelajar boleh diminta menganalisis artikel tentang pembangunan lestari selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG), menulis esei tentang konflik antara ekonomi dan pemuliharaan, atau menjalankan perbincangan berkaitan penggunaan sumber alam.

Melalui latihan ini, pelajar belajar bahawa isu biodiversiti melibatkan pertimbangan nilai, etika, dan kepentingan masyarakat. Oleh itu, pendidikan bahasa berfungsi sebagai latihan awal yang

menyediakan generasi muda untuk terlibat secara matang dalam perbincangan dan keputusan berkaitan alam pada masa hadapan.

Akhir sekali, kejayaan integrasi biodiversiti dalam pendidikan bahasa sangat bergantung pada peranan guru sebagai pemudah cara pembelajaran bermakna. Tanpa bimbingan yang jelas, tema alam sekitar mungkin hanya muncul secara sampingan tanpa meninggalkan kesan mendalam.

Sebagai contoh, guru boleh merancang tugas seperti penulisan refleksi tentang pengalaman alam, projek pembentangan mengenai spesies tempatan, penghasilan video kesedaran, atau kempen bahasa bertema alam di sekolah. Aktiviti sebegini mencerminkan aspirasi pendidikan negara yang menekankan pembelajaran kontekstual dan pembentukan nilai pelajar, selari dengan dasar pendidikan Malaysia yang menggalakkan integrasi kelestarian alam dalam kurikulum. Apabila dilaksanakan secara konsisten, bahasa tidak lagi sekadar subjek, tetapi menjadi alat untuk memahami realiti dan mempengaruhi masyarakat.

Justeru itu, guru menggalas peranan sebagai pemangkin yang mengangkat pendidikan bahasa daripada latihan

linguistik kepada usaha membina kesedaran dan tanggungjawab terhadap biodiversiti.

Kesimpulannya, masa depan biodiversiti tidak hanya bergantung pada teknologi hijau atau undang-undang pemuliharaan, tetapi juga pada cara generasi muda belajar memahami alam sejak di bangku sekolah.

Pendidikan bahasa mempunyai kedudukan unik kerana melalui bahasa, pelajar belajar mentafsir dunia, membina empati, dan menyuarakan tanggungjawab mereka.

Jika bahasa digunakan untuk mendekatkan pelajar dengan alam, maka pendidikan sebenarnya sedang melahirkan generasi yang bukan sahaja celik bahasa, tetapi juga celik bumi.

Dalam usaha memastikan biodiversiti terus lestari, pendidikan bahasa bukan sekadar pelengkap, bahkan, ia seharusnya dilihat sebagai asas penting dalam membentuk generasi penjaga alam masa depan.

Rujukan



HUTAN PAYA BAKAU DAN KELESTARIAN PESISIR

Sarini Ahmad Wakid

Pusat Pengajian Biologi, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

sarini@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Hutan paya bakau merupakan antara ekosistem pesisir yang paling signifikan dari sudut biologi dan alam sekitar. Terletak di zon peralihan antara daratan dan laut, paya bakau membentuk sistem semula jadi yang dinamik serta menyokong interaksi kompleks antara komponen fizikal, kimia dan biologi.

Ekosistem ini bukan sahaja menjadi habitat biodiversiti tinggi, malah berfungsi sebagai infrastruktur hijau yang menyokong kestabilan pesisir dan kesejahteraan manusia.

Walaupun sering dianggap sebagai kawasan berlumpur yang kurang menarik, paya bakau sebenarnya merupakan antara ekosistem produktif di dunia dan memainkan peranan penting dalam menyokong biodiversiti dan ekonomi komuniti setempat.

Dalam arus pembangunan pesat, pemeliharaan paya bakau wajar diberi perhatian sebagai asas kepada kelestarian alam dan kesejahteraan generasi masa hadapan.



Gambar 1: Sungai Sepang merupakan salah satu sungai di antara hutan paya bakau. Sungai ini yang memisahkan daerah Sepang di Selangor dengan daerah Port Dickson di Negeri Sembilan (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Ekosistem Bakau: Penjaga Biodiversiti Semula Jadi

Hutan paya bakau merupakan habitat kepada pelbagai spesies flora dan fauna yang unik. Pokok bakau seperti *Rhizophora*, *Avicennia* dan *Sonneratia* membentuk sistem akar yang kompleks, berfungsi sebagai benteng semula jadi dan tempat perlindungan kepada organisma akuatik. Kawasan ini menjadi tapak pembiakan dan asuhan

(*nursery ground*) kepada ikan, udang, ketam serta moluska yang penting kepada rantai makanan marin.

Selain itu, paya bakau ini turut menjadi habitat bagi burung air, reptilia dan mamalia kecil. Kepelbagaian biodiversiti ini berperanan sebagai penunjuk kesihatan ekosistem. Apabila paya bakau terpelihara, keseimbangan ekologi dapat dikekalkan, sekali gus menyokong rantai makanan

dan kelangsungan sumber semula jadi.

Penjagaan Sungai: Nadi Kelestarian Paya Bakau

Sungai bukan sekadar laluan air, tetapi merupakan nadi utama kepada kelangsungan ekosistem hutan paya bakau. Kualiti air sungai yang baik memastikan kelangsungan hidup organisma dan tumbuhan bakau. Namun, aktiviti manusia seperti pembuangan sisa, pencemaran industri, serta pembangunan tidak terkawal berpotensi menjejaskan keseimbangan ini. Penjagaan sungai melalui pengurusan sisa yang sistematik, kawalan pencemaran dan kesedaran masyarakat amat penting bagi mengekalkan fungsi ekologi paya bakau.

Sungai yang bersih menyokong biodiversiti, mengurangkan risiko banjir dan memastikan perkhidmatan ekosistem seperti penapisan air dan penyimpanan karbon terus berfungsi dengan baik.

Sumbangan Ekonomi Hutan Paya Bakau

Selain kepentingan ekologi, hutan paya bakau turut menyumbang kepada ekonomi setempat. Aktiviti perikanan tradisional seperti menangkap ikan, udang, ketam, siput dan haiwan dwicangkerang seperti loka bergantung secara langsung kepada kesihatan ekosistem bakau. Tanpa paya bakau, sumber perikanan ini akan terjejas, sekali gus memberi kesan kepada pendapatan nelayan dan keselamatan makanan manusia.

Di samping itu, kawasan ini mempunyai potensi besar dalam ekopelancongan. Aktiviti seperti lawatan pendidikan, pemerhatian burung dan program kesedaran alam sekitar mampu menjana pendapatan sambil mendidik masyarakat tentang kepentingan biodiversiti. Apabila diurus secara mampan, ekopelancongan bukan sahaja memelihara alam

sekitar tetapi juga membuka peluang ekonomi baharu kepada komuniti setempat.

Paya Bakau dan Pembangunan Mampan

Pembangunan mampan menuntut keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial dan perlindungan alam sekitar. Hutan paya bakau memainkan peranan penting dalam mencapai Matlamat Pembangunan Mampan (Sustainable Development Goals, SDG), khususnya berkaitan dengan tindakan terhadap perubahan iklim, kehidupan di bawah air dan kehidupan di darat. Ekosistem bakau berfungsi sebagai penyerap karbon semula jadi yang cekap dan membantu mengurangkan kesan perubahan iklim. Karbon disimpan dalam biomassa tumbuhan dan lapisan sedimen untuk tempoh yang panjang, menjadikannya komponen penting dalam keseimbangan karbon global.



Gambar 2: (A) Loka (*Geloina expansa*) biasanya ditemui terbenam di dalam lumpur dan sedimen di kawasan paya bakau dan muara sungai (B) Aktiviti ekopelancongan seperti pelayaran sungai, 'river cruise' menawarkan pengalaman alam semulajadi di sekitar hutan paya bakau (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Akar dan sedimen bakau berupaya memerangkap bahan pencemar termasuk nutrien berlebihan dan logam berat. Walaupun keupayaan ini membantu mengurangkan impak pencemaran, tekanan berlebihan boleh menjejaskan kesihatan ekosistem. Akar bakau juga mengurangkan hakisan pantai dan bertindak sebagai benteng semula jadi daripada ribut dan ombak besar.

Oleh itu, pemeliharaan paya bakau bukanlah penghalang kepada pembangunan, sebaliknya merupakan pelaburan jangka panjang untuk keselamatan alam sekitar dan kesejahteraan generasi akan datang.

Paya Bakau sebagai Makmal Semula Jadi

Hutan paya bakau berfungsi sebagai makmal semula jadi yang penting untuk penyelidikan biologi. Ekosistem ini sesuai untuk kajian berkaitan adaptasi fisiologi organisma, bioakumulasi bahan pencemar, interaksi spesies serta tindak balas ekosistem terhadap perubahan persekitaran.

Bagi institusi pengajian tinggi, kawasan ini menyediakan platform pembelajaran berasaskan pengalaman yang memperkukuh pemahaman pelajar terhadap konsep ekologi, pemeliharaan biodiversiti dan pengurusan sumber semula jadi.

Pemeliharaan dan Peranan Pendidikan Biologi

Pemeliharaan paya bakau memerlukan pendekatan bersepadu yang menggabungkan penyelidikan saintifik, pendidikan dan penglibatan komuniti. Pendidikan biologi memainkan peranan penting dalam membentuk kefahaman tentang nilai ekosistem ini serta implikasi kehilangan biodiversiti terhadap kestabilan alam sekitar. Penglibatan pelajar dan penyelidik dalam aktiviti seperti pemantauan biodiversiti, kajian kualiti air dan penanaman semula bakau bukan sahaja menyumbang kepada data saintifik, malah memupuk kesedaran dan tanggungjawab terhadap pemeliharaan alam.

Peranan Komuniti

Kelestarian biodiversiti paya bakau tidak dapat dicapai tanpa penglibatan masyarakat. Pendidikan alam sekitar, khususnya kepada generasi muda, amat penting bagi membentuk kesedaran dan rasa tanggungjawab terhadap pemeliharaan alam. Program pendidikan dan khidmat masyarakat bersama komuniti dan aktiviti sukarelawan seperti penanaman semula bakau mampu memperkukuh hubungan antara manusia dan alam sekitar. Komuniti setempat pula memainkan peranan sebagai penjaga utama ekosistem ini. Dengan sokongan dasar kerajaan dan



Gambar 3: Sistem akar bakau yang padat memperlahankan tenaga ombak dan arus, sekaligus mengurangkan hakisan (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

kerjasama pelbagai pihak, usaha pemeliharaan dapat dilaksanakan secara inklusif dan berkesan.

Kesimpulan

Biodiversiti hutan paya bakau merupakan warisan alam yang tidak ternilai harganya. Penjagaan sungai pemeliharaan hutan bakau dan pembangunan mampan bukan sahaja penting untuk alam sekitar, tetapi juga untuk ekonomi dan kesejahteraan sosial. Selaras dengan tema **"Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi"**, usaha melindungi ekosistem ini adalah tanggungjawab bersama demi memastikan generasi akan datang terus menikmati manfaat alam yang seimbang dan lestari.

Rujukan



DARI JALANAN KE MAKMAL: MENGINTAI MASA DEPAN LESTARI MELALUI SISA KULIT RAMBUTAN

Nurul Azlin Tokiman^{1,2,3}, Nadya Hajar^{1,2}, Naemaa Mohamad^{1,2}, dan Nur Hanani Zainal Abedin³

¹Jabatan Teknologi Makanan, Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

²Alliance of Research & Innovation for Food (ARIF), UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

³Jabatan Teknologi Makanan, Fakulti Sains dan Teknologi Makanan, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

nurulazlin@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Inspirasi di Pinggir Jalan

Sebaik memasuki musim buah-buahan sekitar Julai – September dan November – Januari saban tahun, mata sering dihidangkan dengan pemandangan yang mendua rasa sepanjang kembara merentas laluan hijau menuju ke UiTM Kuala Pilah. Di satu sisi, aura keceriaan terpancar dek kerana rona tropika pohon-pohon rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) melentur dahan, sarat dengan buah merah kuning yang ranum.

Namun di sisi lain, hati kecil sering terusik melihat realiti di pinggir jalan ketika tiba musim buah. Ratusan, malah mungkin ribuan buah gugur menyembah bumi, membentuk 'permaidani' yang akhirnya terbiar mereput begitu sahaja. Hakikatnya, ini adalah satu pembaziran biodiversiti yang besar. Di mata pejalan kaki, ia mungkin sekadar sisa alam, namun di



Gambar 1: Kulit rambutan (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

mata seorang pengkaji, setiap kulit yang terbiar itu adalah 'emas' yang menanti untuk diberikan nyawa kedua di meja makmal.

Artikel ini menelusuri perjalanan sains dalam mengangkat sisa jalanan ini kepada inovasi teknologi makanan yang lebih lestari untuk masa depan.

Antara Tradisi Menyalai dan Kelestarian Alam

Sepanjang perjalanan dari Seremban ke Kuala Pilah, pasti mata akan tertumpu pada sekurang-kurangnya sepohon pokok rambutan berdiri teguh di hampir setiap halaman rumah. Bagi masyarakat di Negeri Sembilan, pokok rambutan mempunyai nilai yang sangat istimewa.

Selain buahnya yang manis, kayu pohon rambutan merupakan pilihan utama dalam tradisi menyalai. Kayunya yang keras dan tahan lama menghasilkan asap yang memberikan aroma serta tekstur yang sempurna kepada daging atau itik salai yang menjadi identiti kulinari di Negeri Sembilan.

Namun, jika kayunya dimanfaatkan untuk menyalai, mengapa kulitnya pula dibiarkan menjadi sisa?

Maka, penulisan ini bukan hanya sekadar bercerita tentang sisa, tetapi tentang usaha memaknakan seluruh potensi pohon rambutan. Jika kayunya diangkat sebagai pemacu tradisi, kulitnya pula harus diberi tempat sebagai agen kelestarian dengan mentransformasikan bahan buangan ini menjadi solusi teknologi makanan pada masa depan.

Rahsia Biofungsi: Kuasa Antioksidan di Sebalik Kulit

Sisa kulit rambutan yang dibawa ke makmal tidak lagi dilihat sebagai bahan buangan, sebaliknya dijaga dan dirawat untuk membuktikan kemampuan biofungsinya.

Ternyata, analisis fitokimia mendedahkan bahawa kulit rambutan mengandungi sebatian polifenol yang sangat tinggi sekaligus menjadikannya sumber bioindustri yang sangat kaya dengan sebatian bioaktif.

Antara komponen utama yang menjadi tunjang kepada kekuatan biofungsi kulit rambutan ialah **geraniin** (komponen paling dominan), disusuli oleh **asid ellagik** dan **korilagin**.

Bagi membuktikan aktiviti antioksidan dalam ekstrak kulit rambutan (RPE), tiga ujian makmal iaitu analisis **FRAP**, **DPPH**, dan **ABTS** dijalankan. Menerusi analisis FRAP, prinsip aktiviti antioksidan



Gambar 2: Ekstrak kulit rambutan (RPE) (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

diukur melalui keupayaan RPE untuk menurunkan ferik (Fe^{3+}) kepada ferus (Fe^{2+}) yang berlaku melalui pemindahan elektron dalam persekitaran berasid (pH 3.6), di mana keberkesanannya dapat dilihat secara visual melalui perubahan warna larutan kepada biru pekat. Semakin biru warna yang terhasil, semakin kuat keupayaan kulit rambutan tersebut dalam meneutralkan tekanan oksidatif.

Selain itu, aktiviti antioksidan dalam RPE juga boleh diukur menerusi kemampuannya untuk menyingkirkan radikal bebas dalam analisis DPPH (keberkesanan ekstrak dapat dilihat apabila warna ungu gelap radikal berubah menjadi kuning cair setelah bertindak balas dengan RPE) dan ABTS (warna biru-hijau larutan asal luntur apabila bertindak balas dengan RPE).

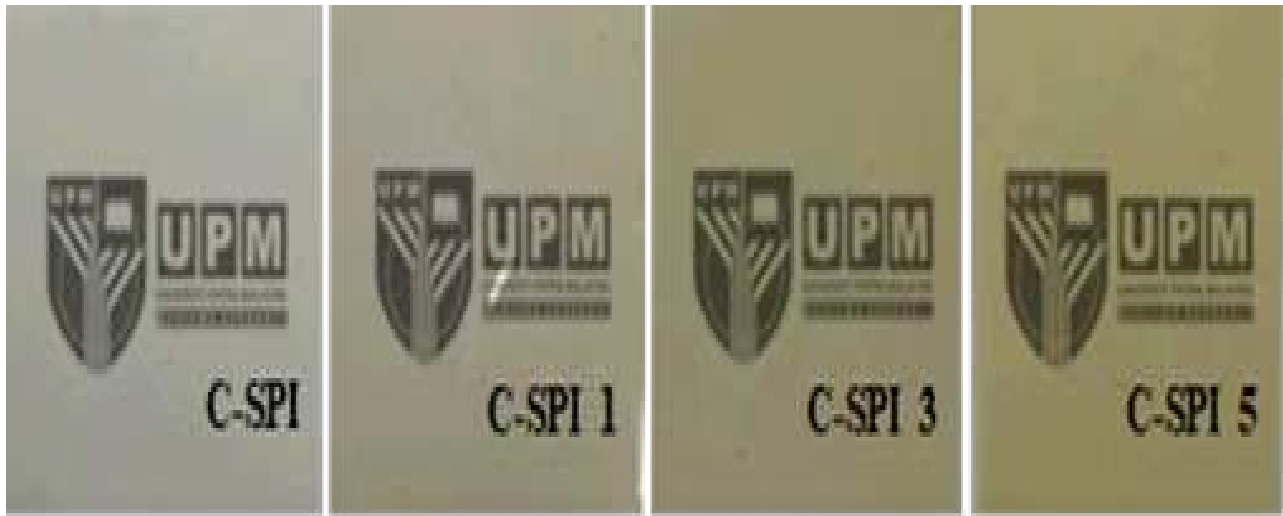
Keputusan eksperimen menunjukkan satu tren yang

sangat konsisten menerusi ketiga-tiga analisis yang berkenaan dengan mencatatkan sekitar **80% aktiviti penyingkiran radikal (*radical scavenging activity* atau RSA)**. Angka ini membuktikan bahawa kulit rambutan mempunyai kuasa antioksidan yang sangat ampuh, setanding dengan bahan pengawet komersial.



Gambar 3: Penghasilan filem bioplastik (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Malah, sebatian ini bukan sahaja menunjukkan aktiviti antioksidan yang baik semasa di dalam bentuk ekstrak (RPE) malah mengekalkan aktiviti antioksidannya (melebihi 60% RSA) setelah diadun bersama biopolimer seperti campuran kanji jagung dan penciran protein soya. Sinergi antara profil bioaktif RPE dan struktur biopolimer kanji-protein ini membuka dimensi baharu dalam teknologi sains makanan.



Gambar 4: Filem bioplastik teradun dengan RPE (Sumber: Nurul Azlin et al., 2025)

Gabungan ini menghasilkan filem pembungkusan aktif yang mempunyai kestabilan mekanikal serta keupayaan antioksidan yang tinggi.

Inovasi ini dilihat sebagai satu solusi lestari bagi menggantikan pembungkusan sintetik, sekaligus menjanjikan masa depan pembungkusan yang lebih hijau dan efisien.

Memaknakan Amanah Alam: Dari Sisa kepada Jaminan Sekuriti Makanan

Transformasi kulit rambutan daripada 'khazanah terbiar' kepada bahan biofungsi berprestasi tinggi adalah bukti

Inovasi ini dilihat sebagai satu solusi lestari bagi menggantikan pembungkusan sintetik, sekaligus menjanjikan masa depan pembungkusan yang lebih hijau dan efisien.

nyata bahawa masa depan generasi kita terletak pada keupayaan kita untuk berinovasi. Dengan menghargai setiap inci kurniaan alam di Kuala Pilah ini, kita bukan sahaja

menyelamatkan biodiversiti daripada terbazir, malah turut membina asas sekuriti makanan yang lebih teguh. Potensi besar yang tersimpan dalam kulit rambutan ini seharusnya dioptimumkan sepenuhnya bagi memacu inovasi pembungkusan aktif, sekaligus merealisasikan masa depan generasi yang lebih lestari.

Rujukan



INOVASI TANPA TANAH: MEMACU PERTANIAN LESTARI MASA HADAPAN

Siti Nursyazwani Maadon

Pusat Pengajian Biologi, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

nursyazwani87@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Dalam era peningkatan populasi dunia dan perubahan iklim yang semakin ketara, sektor pertanian berdepan cabaran besar dalam memastikan bekalan makanan yang mencukupi, berkualiti dan selamat.

Oleh itu, pendekatan pertanian lestari melalui penyelidikan saintifik menjadi semakin penting dalam membangunkan sistem pertanian yang lebih cekap, tahan lasak dan mesra alam.

Penyelidikan saintifik berteraskan pertanian lestari memainkan peranan penting dalam memastikan pembangunan sektor pertanian yang seimbang antara keperluan pengeluaran makanan, pemeliharaan alam sekitar dan kesejahteraan masyarakat.

Melalui kemajuan teknologi seperti bioteknologi, analisis data pertanian dan sistem pertanian pintar, penyelidik dapat meningkatkan kecekapan pengurusan tanaman, mengoptimumkan

penggunaan sumber semula jadi serta mengurangkan kesan negatif terhadap ekosistem. Inovasi ini membolehkan penghasilan hasil pertanian yang lebih berkualiti dan produktif, di samping menyokong pembangunan sektor pertanian yang lebih mampan.

Salah satu penyelidikan yang dijalankan dalam bidang ini bertajuk *"Selection and Genotype Stability Analyses of Tomato and Chili Varieties Based on Agro-Morphological and Phytochemical Properties under Different Soilless Cultivation."*

Kajian ini memberi tumpuan kepada penilaian prestasi serta kestabilan genetik beberapa genotip tomato dan cili berdasarkan ciri agro-morfologi dalam sistem penanaman tanpa tanah.

Cili (*Capsicum annuum* L.) dan tomato (*Solanum lycopersicum* L.) daripada keluarga Solanaceae merupakan antara tanaman sayuran penting yang banyak ditanam di seluruh

dunia. Tanaman ini digunakan secara meluas dalam pemakanan harian sama ada dimakan segar mahupun diproses.

Tomato juga terkenal sebagai sumber nutrisi yang baik kerana kaya dengan vitamin A dan C, karotenoid seperti likopena dan β -karotena serta sebatian antioksidan yang memberi manfaat kepada kesihatan manusia (Raiola et al., 2014; Willcox et al., 2003).

Cili pula merupakan sumber penting vitamin C, kapsaisin serta sebatian bioaktif lain yang bukan sahaja memberikan rasa pedas yang unik, malah mempunyai sifat antioksidan dan berpotensi menyumbang kepada kesihatan, seperti meningkatkan metabolisme dan membantu melawan radikal bebas (Olatunji & Afolayan, 2019).

Walau bagaimanapun, penanaman cili dan tomato secara konvensional berasaskan tanah sering berdepan dengan pelbagai

cabaran seperti penyakit bawaan tanah, serangan perosak, penggunaan air dan nutrien yang kurang efisien serta kebergantungan kepada input pertanian yang tinggi (Alshrouf, 2017; Gatahi, 2020). Keadaan ini mendorong para penyelidik dan pengusaha pertanian untuk mencari kaedah penanaman alternatif yang lebih cekap dan mampan.

Sehubungan itu, sistem penanaman tanpa tanah seperti fertigasi dan hidroponik semakin mendapat perhatian dalam sektor pertanian moden. Sistem fertigasi merupakan kaedah penanaman yang menggabungkan pembekalan air dan nutrien melalui sistem pengairan yang terkawal.

Melalui kaedah ini, tanaman menerima nutrien secara terus ke zon akar mengikut keperluan pertumbuhan. Pendekatan ini bukan sahaja meningkatkan kecekapan penggunaan air dan baja, malah dapat mengurangkan risiko penyakit bawaan tanah. Selain itu, sistem hidroponik juga digunakan secara meluas dalam penanaman tomato dan cili.

Dalam sistem ini, tanaman ditanam tanpa tanah dan akar menerima nutrien melalui larutan nutrien lengkap atau medium lengai seperti cocopeat. Sistem ini membolehkan kawalan yang lebih baik terhadap bekalan air, nutrien dan oksigen kepada



Gambar 1: Penanaman tomato tanpa tanah secara sistem hidroponik (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Sistem fertigasi merupakan kaedah penanaman yang menggabungkan pembekalan air dan nutrien melalui sistem pengairan yang terkawal.

akar, sekali gus membantu meningkatkan pertumbuhan serta kualiti hasil tanaman (Savvas & Gruda, 2018; D'Amico et al., 2023).

Dalam sistem ini, tanaman ditanam tanpa tanah dan akar menerima nutrien melalui larutan nutrien lengkap atau medium lengai seperti cocopeat

Dalam usaha meningkatkan lagi kecekapan penggunaan air, penggunaan hidrogel turut diperkenalkan sebagai medium inovatif dalam sistem penanaman tanpa tanah.

Hidrogel merupakan bahan polimer yang mampu menyerap dan menyimpan sejumlah besar air serta nutrien sebelum melepaskannya secara beransur-ansur kepada akar tanaman. Ciri ini membantu mengekalkan kelembapan medium, mengurangkan kehilangan air serta menyokong perkembangan sistem akar yang lebih sihat.

Penggunaan hidrogel juga berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman di samping mengurangkan kekerapan pengairan (Ahmed, 2015; Seleiman et al., 2021).

Melalui kajian ini, beberapa genotip tomato dan cili telah ditanam menggunakan sistem penanaman tanpa tanah yang berbeza bagi menilai prestasi pertumbuhan dan hasil tanaman. Parameter pertumbuhan serta penghasilan buah dipantau dan dianalisis sepanjang tempoh kajian.

Hasil kajian menunjukkan bahawa penggunaan sistem penanaman tanpa tanah bersama hidrogel berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman serta produktiviti hasil berbanding kaedah konvensional.

Cabaran Melibatkan Pokok Penyelidikan Penanaman

Sebahagian besar penyelidikan ini melibatkan

penanaman tomato dan cili yang perlu dipantau setiap hari.

Dari benih bercambah sehingga pokok berbuah, setiap perubahan direkod dan dianalisis dengan teliti.

Ada hari pokok tumbuh subur dan memberi harapan besar. Namun, ada juga hari yang menguji kesabaran.

Apabila daun mula menguning, batang melemah atau buah gugur sebelum matang, perasaan kecewa sukar dielakkan.

Lebih mencabar apabila penyakit menyerang tanpa

diduga dan merebak dengan cepat.

Melihat pokok yang sebelumnya sihat tiba-tiba layu dan dijangkiti penyakit seakan meruntuhkan semangat yang telah dibina.

Ada eksperimen yang terpaksa diulang dan ada data yang tidak dapat digunakan. Pada saat itu, rasa penat dan kecewa hadir serentak.

Namun, di sebalik cabaran tersebut, ketabahan dan kesabaran merupakan elemen penting dalam dunia penyelidikan.

Penggunaan sistem penanaman tanpa tanah seperti fertigasi, hidroponik dan hidrogel bukan sahaja membantu meningkatkan produktiviti tanaman, malah menyokong amalan pertanian yang lebih lestari



Gambar 2: Penanaman tomato tanpa tanah secara sistem fertigasi bersama media cocopeat dan hydrogel (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Penanaman tomato cili tanpa tanah secara sistem fertigasi dan penanaman cili tanpa tanah secara sistem hidroponik (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kesimpulannya, penyelidikan saintifik memainkan peranan penting dalam meningkatkan kecekapan dan keberkesanan sektor pertanian melalui pembangunan teknologi dan inovasi baharu.

Penggunaan sistem penanaman tanpa tanah seperti fertigasi, hidroponik dan hidrogel bukan sahaja membantu meningkatkan produktiviti tanaman, malah menyokong amalan pertanian yang lebih lestari, sekali gus menyumbang kepada jaminan keselamatan makanan dan kelestarian sektor pertanian negara.

Rujukan



BIODIVERSITY: A LEGACY FOR FUTURE GENERATION

Azura Ahmad, Dayangku Ruhayah Awang Bolhan, Nur Izyan Ismail, Saifulrizan Norizan, Siti Aimi Mohamad

Fakulti Perakaunan, UiTM Cawangan Sarawak, Kampus Kota Samarahan, Kota Samarahan, 94300 Kota Samarahan, Sarawak

azura545@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

The Convention on Biological Diversity defines biodiversity as the diversity of living organisms from various sources, including terrestrial, marine and aquatic ecosystems and ecological complexes, some of which include a diversity of species and ecosystems (Chandra & Idrisova, 2011). This biodiversity plays an important role in the stability of ecosystems and human well-being where there is interdependence between natural resources and humanity. According to Dunning (2022), Malaysia is recognized as one of the world's mega biodiverse countries because it is rich in flora and fauna that include tropical rainforest ecosystems, mangrove swamps, coral reefs, and wetlands. This diversity is a supporting factor for ecosystems that can provide basic needs for human life, guaranteeing the chain of human life, flora and fauna and heritage throughout time. From an ecological perspective, biodiversity plays a role in maintaining the stability and function of ecosystems.

With the presence of flora such as tropical rainforests, which are the habitat of thousands of species of flora and fauna, biodiversity plays an important role. It is also an agent for carbon absorption, temperature regulation, and stabilization of the hydrological cycle. An imbalance in biodiversity will disrupt the food chain and can affect the balance of ecosystems that have been the basis for the survival of human life.

With the presence of flora such as tropical rainforests, which are the habitat of thousands of species of flora and fauna, biodiversity plays an important role.

Challenges and Conservation

However, challenges to the sustainability of biodiversity in Malaysia still exist in line with population growth and rapid

economic development. Anthropogenic activities such as unsustainable development, fuel burning, deforestation which causes a reduction in carbon dioxide absorption, industrial activities which cause waste and methane pollution as well as carbon monoxide emissions from vehicles due to economic development and climate change are among the factors that need to be addressed.

Therefore, the preservation of biodiversity needs to be emphasized as a national strategic agenda in line with national development policies as mentioned by Watson et al. (2023) as part of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (K-M GBF), signatory nations of the Convention on Biological Diversity (CBD) aim to protect at least 30% of the planet by 2030 (Target 3). In the Malaysian National Biodiversity Action Plan (NBSAP), this goal has also been encapsulated in the National Biodiversity Policy 2022-2030 (DKBK). Among its goals is to protect thirty percent (30%) of land and sea by 2030

to ensure sustainable conservation, sustainable use, and equitable sharing of biological resources. For this purpose, environmental education and public awareness play an important role in shaping societal attitudes to be responsible toward the environment, as emphasized in SDG 4, which highlights inclusive and quality education, including sustainable education. Through "Education for Sustainable Development (ESD)," the community is educated about the importance of biodiversity, natural conservation, and the responsibility to sustain these resources so that they can be enjoyed by future generations. The involvement of local communities and Indigenous Peoples as conservation partners is vital in ensuring the long-term sustainability of the country's biodiversity resources (Wongbusarakum, 2021). In addition to the National Biodiversity Action Plan (NBSAP) of Malaysia, the Sustainable Development Goals (SDGs) also play a role in biodiversity conservation. For example, SDG 15 focuses on "sustainably managing forests, combating desertification, halting and reversing land degradation, and halting biodiversity loss," with the restoration of land, forests, and biodiversity being critical for ecological balance (Convention on Biological

Through "Education for Sustainable Development (ESD)," the community is educated about the importance of biodiversity, natural conservation, and the responsibility to sustain these resources so that they can be enjoyed by future generations.

Diversity). In addition, the Sustainable Development Goals (SDGs) also support this sustainability through healthy ecosystems, with SDG 6 aiming to ensure clean water supply, and SDG 2 closely related to food supply support and the overall well-being of humanity (Obrecht et. al., 2021).

Reflection on Biodiversity

As a result, various efforts have been undertaken such as the expansion and effective management of protected areas like national parks, permanent forest reserves, marine parks, and marine conservation need to be strengthened (Chan et. al., 2023). According to Moktshim (2020), forest management is important to show government

perseverance towards degradation issues and to address it using the best approach. A study by Sunny et al. (2025) shows that Bangladesh also emphasizes the protection of wetlands as an effort to support fish genetic resources, biodiversity, and climate change. This study highlights the sustainable management of wetlands in three areas: the Sundarbans mangrove (brackish water), the Sylhet floodplain (freshwater), and the Meghna River basin (estuary), emphasizing the integration of wetland management covering SDG 2 (Zero Hunger), SDG 14 (Life Below Water), and SDG 15 (Life on Land). These findings provide a foundation for policymakers, researchers, and conservationists to develop a sustainable wetland management framework that protects fish genetic resources, livelihoods, and ecological balance.

Additionally, in Malaysia, activities include beach clean-ups, turtle conservation education, and the use of used cooking oil for soap-making to reduce waste and foster sustainability in tourism communities. Malaysia also hosts IGEM 2025 to promote green technology, the circular economy, energy efficiency, carbon cooperation, and regional green investments. Malaysia hosted the first summit focused on climate

action and ASEAN cooperation for sustainability. Programs that foster sustainability awareness, community garden activities, and urban agricultural innovations as well as IoT technology for a green environment. Decarbonization projects include local EVs, CCUS, and large-scale solar to achieve a low-carbon economy. Malaysia is also introducing a carbon market

policy, a carbon management framework, and completing participation under the Paris Agreement (NDC 3.0) along with various other initiatives. These are among the efforts that should be implemented to ensure the sustainability of future generations. The loss of biodiversity not only disrupts the balance of ecosystems but also affects the well-being of

future generations. Therefore, continuous commitment from all parties is required.

References



DAGING KULTUR DAN MASA DEPAN BIODIVERSITI DI MALAYSIA

Firdaus Bin Abd Hanan

Fakulti Pengurusan Hotel dan Pelancongan, UiTM Cawangan Selangor, Kampus Puncak Alam,
Bandar Puncak Alam, 42300 Puncak Alam, Selangor

firdaushanan@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Tekanan terhadap biodiversiti global semakin ketara, terutamanya akibat perubahan guna tanah, pembukaan hutan, dan peningkatan permintaan terhadap sumber protein haiwan (Sun et al. 2022).

Sistem ternakan konvensional, walaupun penting dalam menjamin bekalan makanan, sering dikaitkan dengan penggunaan tanah yang luas, pelepasan gas rumah hijau, serta impak terhadap ekosistem semula jadi (FAO 2024).

Dalam konteks ini, pelbagai inovasi makanan masa depan mula diketengahkan sebagai sebahagian daripada penyelesaian jangka panjang, termasuk daging kultur atau cultured meat (Pasca dan Arcese 2025).

Daging kultur merujuk kepada daging yang dihasilkan melalui pembiakan sel haiwan dalam persekitaran terkawal, tanpa melibatkan penternakan dan penyembelihan haiwan secara konvensional (Treich 2021). Walaupun teknologi ini masih

baharu kepada kebanyakan pengguna (Pakseresht, Ahmadi Kaliji, dan Canavari 2022), ia semakin mendapat perhatian sebagai satu pendekatan alternatif yang berpotensi mengurangkan tekanan terhadap biodiversiti dan sumber alam.

Namun, persoalan penting yang perlu ditanya ialah: sejauh manakah Malaysia benar-benar bersedia untuk menerima inovasi ini?

Daging Kultur sebagai Respons terhadap Tekanan Biodiversiti

Hubungan antara pengeluaran makanan dan biodiversiti tidak dapat dipisahkan. Sistem ternakan intensif memerlukan padang ragut dan tanaman makanan ternakan yang besar, sekali gus menyumbang kepada penyahutan dan kehilangan habitat (Zhang et al. 2024).

Dalam jangka panjang, tekanan ini bukan sahaja menjejaskan biodiversiti, tetapi juga kestabilan sistem

makanan itu sendiri. Daging kultur sering dibincangkan sebagai satu alternatif yang berpotensi mengurangkan kebergantungan terhadap ternakan berskala besar.

Secara teorinya, pengeluaran daging melalui pembiakan sel memerlukan penggunaan tanah dan air yang jauh lebih rendah, serta dapat mengurangkan pelepasan gas rumah hijau (Anang dan Fuseini 2023; Chriki dan Hocquette 2020).

Daging kultur merujuk kepada daging yang dihasilkan melalui pembiakan sel haiwan dalam persekitaran terkawal, tanpa melibatkan penternakan dan penyembelihan haiwan secara konvensional (Treich 2021).

Dari sudut kelestarian, pendekatan ini sejajar dengan usaha melindungi biodiversiti demi masa depan generasi akan datang.

Namun, penting untuk ditekankan bahawa daging kultur bukanlah satu “penyelesaian ajaib”. Ia merupakan sebahagian daripada ekosistem inovasi makanan yang lebih luas, yang perlu dilihat bersama perubahan tingkah laku pengguna, dasar awam, dan kesedaran masyarakat terhadap isu kelestarian.

Perkembangan Teknologi: Adakah Malaysia Bersedia?

Dari sudut teknologi, Malaysia tidak berada di belakang. Kemunculan pemain tempatan dalam bidang bioteknologi selular, termasuk syarikat seperti Cell Agritech, menunjukkan bahawa keupayaan saintifik dan teknikal untuk meneroka daging kultur sudah wujud (Watson 2023). Institusi pengajian tinggi seperti Universiti Sains Malaysia dan ekosistem penyelidikan negara juga semakin aktif dalam bidang bioteknologi makanan dan pertanian lestari (The Good Food Institute 2023)

Ini memberi gambaran bahawa Malaysia mempunyai asas yang kukuh dari segi kepakaran dan infrastruktur awal. Namun, kesiapsiagaan teknologi tidak semestinya

bermaksud kesiapsiagaan pasaran. Sejarah inovasi makanan menunjukkan bahawa kejayaan sesuatu teknologi bukan hanya ditentukan oleh kebolehannya untuk berfungsi, tetapi juga oleh sejauh mana ia diterima oleh masyarakat.

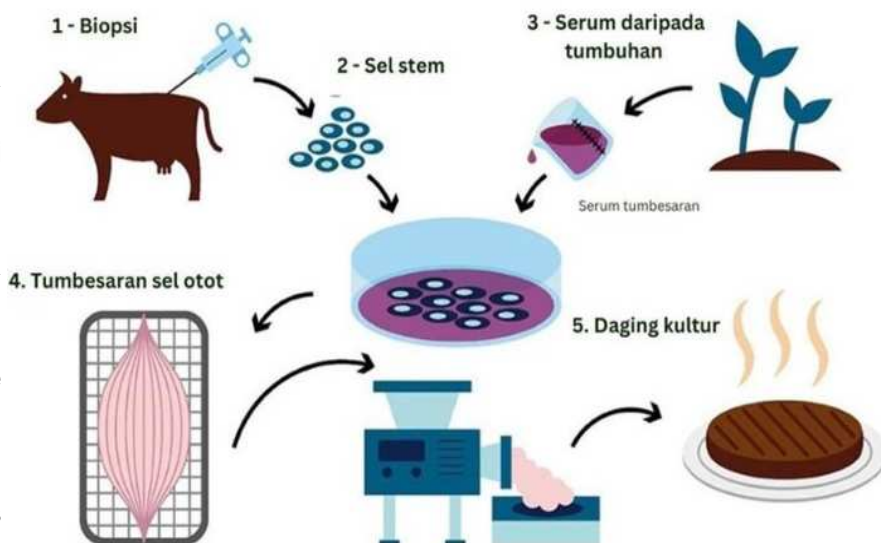
Penerimaan Pengguna: Isu yang Lebih Kompleks

Di sinilah cabaran utama daging kultur di Malaysia muncul. Walaupun inovasi ini sering dipromosikan sebagai mesra alam dan beretika, penerimaan pengguna tidak boleh diandaikan secara automatik. Makanan bukan sekadar sumber nutrien; ia sarat dengan makna budaya, agama, dan identiti sosial.

Dalam konteks Malaysia, persoalan halal memainkan

peranan yang amat penting. Isu seperti sumber sel, medium pembiakan, dan proses pengeluaran perlu diteliti dengan mendalam sebelum sebarang keputusan boleh dibuat. Tanpa kejelasan dan keyakinan terhadap status halal, penerimaan masyarakat Muslim, yang merupakan majoriti penduduk, akan kekal terhad.

Selain itu, terdapat juga kebimbangan berkaitan “keaslian” makanan, keselamatan jangka panjang, serta persepsi bahawa daging kultur adalah sesuatu yang terlalu “makmal” atau tidak semula jadi. Persepsi sebegini tidak boleh diketepikan, kerana ia mencerminkan kebimbangan tulen pengguna, bukan sekadar kekurangan maklumat.



Gambar 1: Menunjukkan langkah-langkah penghasilan daging kultur (Sumber: Munteanu et al. 2021)



Gambar 2: Perdana Menteri Malaysia mempengerusikan mesyuarat Jawatankuasa Kabinet Mengenai Dasar Sekuriti Makanan Negara Bilangan 1 Tahun 2024
(Sumber: Ibrahim 2024)

Kepentingan Legitimasi dari Atas ke Bawah

Malaysia sering digambarkan sebagai sebuah masyarakat yang cenderung kepada kolektivisme menegak, di mana pandangan autoriti, institusi, dan pemimpin memainkan peranan penting dalam membentuk sikap masyarakat. Dalam konteks ini, legitimasi sosial terhadap daging kultur tidak boleh dibina secara mendatar semata-mata melalui kempen pemasaran atau promosi komersial.

Sebaliknya, penerimaan yang lebih mampan memerlukan pendekatan dari atas ke bawah. Ini termasuk penglibatan aktif badan pengawal selia, institusi agama (JAKIM), pakar kesihatan awam, dan pembuat dasar. Apabila mesej mengenai

keselamatan, status halal, dan manfaat jangka panjang daging kultur disampaikan secara konsisten oleh pihak yang dipercayai, barulah keyakinan awam dapat dibina secara berperingkat. Pendekatan ini juga memberi ruang untuk perbincangan yang lebih matang dan beretika, bukannya memaksa pengguna untuk “menerima” teknologi yang mereka belum fahami sepenuhnya.

Antara Potensi dan Realiti Masa Depan

Daging kultur mempunyai potensi besar untuk menyumbang kepada sistem makanan yang lebih lestari dan mesra biodiversiti. Bagi Malaysia, manfaat ini amat relevan dalam jangka panjang, terutamanya dalam usaha menjamin keselamatan makanan dan mengurangkan

tekanan terhadap sumber semula jadi, ini telah dinyatakan oleh Perdana Menteri Malaysia semasa mempengerusikan mesyuarat Jawatankuasa Kabinet Mengenai Dasar Sekuriti Makanan Negara Bilangan 1 Tahun 2024 (Ibrahim 2024).

Namun, perjalanan ke arah penerimaan arus perdana memerlukan kesabaran dan ketelitian. Teknologi mungkin sudah bersedia, tetapi masyarakat memerlukan masa, dialog terbuka, dan jaminan institusi untuk membina kepercayaan. Tanpa pendekatan yang sensitif terhadap budaya, agama, dan struktur sosial, inovasi sehebat mana sekalipun berisiko untuk ditolak. Akhirnya, masa depan daging kultur di Malaysia bukan hanya ditentukan oleh kemajuan sains, tetapi oleh keupayaan kita untuk menyelaraskan teknologi dengan nilai masyarakat. Dalam usaha melindungi biodiversiti dan memastikan kesejahteraan generasi akan datang, dialog yang jujur dan berperingkat mungkin merupakan langkah paling penting ke hadapan.

Rujukan



KAPULAGA PUTIH (*Amomum compactum*): POTENSI BIODIVERSITI UNTUK PEMBANGUNAN LESTARI KOMUNITI

Pathimah Abdol Latif, Jamal Hamzah dan Mimi Sophia Sarbandi

Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Tapah Road, Perak

pathimah@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Pengenalan

Biodiversiti bukan sahaja merangkumi pemuliharaan spesies terancam tetapi juga tumbuhan tempatan yang berpotensi dari segi ekonomi, kajian saintifik dan sosial. Dalam konteks ini, kapulaga putih (*Amomum compactum*), sejenis tumbuhan herba daripada famili Zingiberaceae, adalah sumber herba semula jadi yang boleh dimajukan untuk pembangunan lestari komuniti.

Kapulaga putih, boleh digunakan dalam masakan tradisional, ubatan herba dan industri berasaskan rempah. Aroma bau *camphor* yang wangi dan lembut dan rasa yang unik menjadikannya bahan penting dalam pelbagai hidangan tempatan asal nusantara. Di samping itu, kandungan fitokimia yang terdapat dalam buah dan bijinya berpotensi sebagai produk kesihatan dan aromaterapi. Walaupun tidak sepopuler kapulaga hijau atau hitam di pasaran antarabangsa,

kapulaga putih mempunyai keistimewaan tersendiri, khususnya dalam konteks tanaman tropika dan sistem pertanian komuniti penduduk setempat yang dapat menjana pendapatan utama atau sampingan jika diselang dengan tanaman kontan lain seperti jagung atau keledak manis. Kapulaga putih sangat berpotensi untuk ditanam secara besaran atau skala kecil bagi saiz kebun kurang dari 1 ekar.

Kapulaga putih, boleh digunakan dalam masakan tradisional, ubatan herba dan industri berasaskan rempah. Aroma bau camphor yang wangi dan lembut dan rasa yang unik menjadikannya bahan penting dalam pelbagai hidangan tempatan asal nusantara.

Kapulaga putih merupakan tumbuhan saka berakar rizom yang menjalar di dalam tanah dan sesuai ditanam di kawasan separa teduhan dengan tanah yang bersaliran baik serta kandungan bahan organik yang mencukupi. Rizom juga berfungsi sebagai struktur pembiakan vegetatif yang membolehkan tanaman berkembang dengan baik dan menghasilkan rumpun baru. Daunnya berbentuk tirus memanjang dengan warna hijau terang, manakala bunganya muncul berhampiran permukaan tanah sebelum berkembang menjadi buah kecil berbentuk kapsul. Ia tidak memerlukan cahaya matahari penuh sepanjang hari, menjadikannya sesuai untuk sistem agroforestri atau tanaman sela di bawah naungan pokok buah-buahan atau pokok hutan sekunder, sekaligus membantu mengekalkan kelembapan tanah dan mengurangkan hakisan, sekali gus menyumbang kepada keseimbangan ekologi setempat.

Tanaman kapulaga putih ini turut dapat menyumbang kepada peningkatan pulangan ekonomi negara serta dapat mengurangkan import buah pelaga hijau dari India dan pemeliharaan biodiversiti tempatan yang berasal dari tanah Nusantara itu sendiri.

Impak Kapulaga Putih

1. Impak Ekologi dan Agrobioteknologi

Kapulaga putih sesuai ditanam dalam sistem tanaman bercampur bagi meningkatkan kepelbagaian spesies tanaman di sesuatu kawasan. Kepelbagaian ini penting bagi mewujudkan ekosistem yang lebih stabil dan tahan terhadap serangan perosak atau perubahan cuaca ekstrem. Sistem agroperhutanan yang menggabungkan pokok berkayu dengan tanaman herba seperti kapulaga putih mampu menambah baik struktur tanah melalui pengumpulan bahan organik dan pengurangan hakisan. Sistem pertanian yang pelbagai spesies lebih berdaya tahan berbanding sistem monokultur. Kapulaga putih sebagai tanaman selingan boleh membantu menstabilkan mikroiklim setempat dengan mengekalkan kelembapan dan mengurangkan suhu permukaan tanah.

Selain itu, tanaman kapulaga putih ini berpotensi menggalakkan amalan pertanian organik kerana ia tidak memerlukan input kimia

yang tinggi sekiranya diuruskan dengan baik. Penggunaan baja kompos dan kawalan biologi perosak boleh diaplikasikan secara berkesan. Pendekatan ini menyumbang kepada kesihatan tanah dalam jangka panjang dan mengurangkan pencemaran alam sekitar.

2. Impak Ekonomi

Kapulaga putih berpotensi menjadi sumber pendapatan mikro komuniti dengan tempoh matang tanaman sekitar 18 hingga 24 bulan. Berdasarkan potensi purata hasil $\pm 4-6$ kg/rumpun/tahun, potensi hasil komuniti kecil adalah sebanyak $\pm 600-1,200$ kg/tahun. Mengikut nilai pasaran sederhana yang dianggarkan berharga $\pm RM50/kg$, kapulaga putih berupaya menghasilkan pendapatan

kasar sebanyak $\pm RM30,000-RM60,000$ /tahun. Walaupun jumlah ini sederhana, ia amat bermakna bagi komuniti berskala kecil, khususnya jika digabungkan dengan aktiviti pemprosesan nilai tambah. Kapulaga putih boleh diproses menjadi serbuk rempah premium yang dibungkus secara menarik dan dipasarkan kepada pengguna tempatan. Selain itu, ia juga boleh dijadikan bahan asas sebagai produk nilai tambah seperti serbuk rempah premium, teh herba, minyak pati aroma terapi atau produk kesihatan berasaskan pati tumbuhan.

Pembangunan produk nilai tambah membuka peluang kepada keusahawanan mikro dan industri kecil, khususnya dalam kalangan wanita dan belia.



Gambar 1: Pokok dan buah kapulaga putih (*Amomum compactum*)

(Sumber: koleksi peribadi penulis)

Aktiviti seperti pembungkusan, penjenamaan dan pemasaran digital boleh dijalankan di peringkat komuniti dengan kos yang relatif rendah. Pendekatan ini selaras dengan aspirasi Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu melalui Matlamat Pembangunan Mampan (SDG 8), yang menekankan pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi inklusif. Sekiranya diuruskan secara berperingkat dan sistematik, kapulaga putih boleh menjadi produk identiti komuniti setempat, sekali gus meningkatkan daya saing ekonomi luar bandar dan separa bandar.

3. Impak Sosial dan Pendidikan

Selain potensi ekonomi, penanaman kapulaga putih turut membawa impak sosial yang signifikan. Projek ini menggalakkan kerjasama antara komuniti dan institusi akademik, mewujudkan ekosistem pembelajaran berasaskan pengalaman sebenar. Melalui penglibatan dalam penanaman, penuaian dan pemprosesan produk untuk dikomersilkan sebagai hasilan produk biodiversiti tempatan. Sejak 2019, Tuan Jamal yang merupakan salah seorang pengusaha dari Kg. Parit Seri Dalam Darat telah menanam anak pokok kapulaga putih beserta beberapa jenis rempah seperti kayu manis, bunga lawang dan buah pala. Tapak tanaman rempah ini sesuai untuk

dijadikan tapak contoh bagi integrasi biodiversiti dan pembangunan komuniti pada masa depan. Sampel tanaman kapulaga putih untuk kajian awal kumpulan penyelidik dari Fakulti Sains Gunaan, UiTM Kampus Tapah, Perak, diperolehi daripada Prima Spices milik Tuan Jamal.

Kajian ini menumpukan kepada analisis ciri fizikal rempah, termasuk ciri buah dan kestabilan pH biji buah setelah dikisar. Peningkatan pemahaman saintifik tentang ciri fizikal tumbuhan akan menjadi asas untuk merancang langkah pemindahan ilmu dan pembangunan komuniti pada masa depan secara terancang dan berinformasi. Hasil kajian saintifik daripada UiTM Tapah

boleh dimanfaatkan sebagai bahan pendidikan untuk pelajar sekolah dan belia tempatan.

Aktiviti seperti bengkel, ceramah dan lawatan tapak dapat memberi kesedaran kepada generasi muda tentang nilai biodiversiti, seterusnya memupuk minat dalam pemeliharaan sumber semulajadi serta menyemai rasa tanggungjawab dalam kalangan masyarakat dan pelajar untuk meneruskan penyelidikan saintifik dan membangunkan produk komersil. Apabila komuniti melihat sendiri manfaat ekonomi dan sosial daripada tumbuhan tempatan, mereka akan lebih cenderung untuk menyokong usaha pemuliharaan dan pengurusan



Gambar 2: Pengurus Kebun Rempah *Prima Spices* yang mengusahakan tanaman pokok kapulaga putih (*Amomum compactum*)

(Sumber: koleksi peribadi penulis)

lestari produk kapulaga putih ini.

Kesimpulan

Kapulaga putih bukan sekadar rempah tradisional yang digunakan dalam masakan harian. Ia melambangkan potensi besar biodiversiti tempatan dalam menyokong pembangunan lestari dari pelbagai dimensi - ekologi, ekonomi dan sosial. Dengan penglibatan komuniti yang

berterusan, latihan berasaskan penyelidikan dan strategi pemasaran yang sesuai, kapulaga putih berpotensi menjadi pemangkin pembangunan mikro yang mampan dengan ini membuktikan bahawa sumber tempatan, apabila diurus secara bijaksana dan berasaskan ilmu, mampu menyumbang kepada kesejahteraan generasi kini dan akan datang. Kapulaga putih bukan saja

melambangkan biodiversiti, tetapi juga aset masa depan warisan negara. Melalui pendekatan **"Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi"**, tumbuhan ini berpotensi menyokong pembangunan komuniti secara lestari. Dengan penglibatan komuniti, kapulaga putih dapat menyumbang kepada ekonomi mikro, pendidikan saintifik dan kelestarian alam.

SUNGAI SEPETANG: HARMONI ALAM DAN KEHIDUPAN

Nor Shafikah Idris

Faculty of Applied Science, Universiti Teknologi MARA Perlis, 02600 Perlis

shafikahidris@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Biodiversiti merupakan asas penting dalam memastikan keseimbangan alam sekitar serta kelangsungan hidup manusia. Kepelbagaian spesies flora dan fauna dalam sesuatu ekosistem bukan sahaja menyokong rantai makanan, malah memainkan peranan besar dalam mengekalkan kestabilan alam semula jadi. Namun begitu, pembangunan yang tidak terkawal telah menyebabkan banyak ekosistem semula jadi terancam dan kehilangan fungsi asalnya. Keadaan ini bukan sahaja menjejaskan alam sekitar, malah memberi kesan jangka panjang terhadap kehidupan manusia. Oleh itu, usaha pemuliharaan yang berterusan dan terancang amat penting supaya khazanah alam ini dapat terus dinikmati serta diwarisi oleh generasi akan datang (Alongi, 2008). Hutan paya bakau di Kampung Dew, yang terletak di Sungai Sepetang, Perak merupakan contoh ekosistem semula jadi yang wajar dipelihara secara lestari.

Hutan paya bakau ialah antara ekosistem paling produktif di

dunia dan berperanan penting dalam persekitaran pesisir pantai. Di Kampung Dew, hutan paya bakau menjadi habitat kepada pelbagai spesies hidupan seperti ikan, udang, ketam, burung air dan serangga (Gambar 1). Struktur akar bakau yang unik dan mencengkam tanah membantu menstabilkan tebing sungai, mengurangkan hakisan serta melindungi kawasan daratan daripada ancaman ombak besar dan ribut. Selain itu, hutan bakau turut bertindak sebagai penapis semula jadi yang meningkatkan kualiti air sungai. Fungsi-fungsi ini jelas menunjukkan bahawa

biodiversiti bukan sekadar keindahan alam, malah menjadi benteng perlindungan dan sumber kehidupan manusia (Kathiresan & Bingham, 2001).

Keistimewaan Sungai Sepetang bukan sahaja terletak pada keluasan hutan paya bakau, malah turut dikenali sebagai habitat semula jadi kelip-kelip yang unik.

Antara spesies kelip-kelip yang direkodkan di kawasan ini ialah *Pteroptyx tener*, *Pteroptyx malacca* dan *Pteroptyx asymmetria*. *Pteroptyx tener* merupakan spesies yang paling dominan di kawasan ini.



Gambar 1: Pemandangan hutan paya bakau
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Spesies ini terkenal dengan keupayaannya berkelip secara serentak dalam kelompok besar pada waktu malam, menghasilkan pemandangan yang memukau di sepanjang sungai. Fenomena ini bukan sahaja mencerminkan keunikan biodiversiti kawasan tersebut, malah menjadikan Sungai Sepetang sebagai salah satu habitat kelip-kelip yang penting di Malaysia (Gambar 2).



Gambar 2: Kerlipan kelip-kelip di pokok bakau ketika senja
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kelip-kelip di Sungai Sepetang sangat bergantung kepada ekosistem paya bakau, khususnya pokok bakau daripada spesies *Sonneratia caseolaris* yang sering tumbuh di sepanjang tebing sungai dan menjadi tempat utama kelip-kelip hinggap serta berkelip (Gambar 3). Analisis struktur komuniti menunjukkan bahawa hutan paya bakau bagi habitat kelip-kelip di Sungai Sepetang dikategorikan sebagai *Rhizophora-Sonneratia* kerana didominasi oleh *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia caseolaris*. Struktur vegetasi ini menyediakan persekitaran yang sesuai untuk kelip-kelip berkomunikasi dan membiak, di samping menyokong kestabilan ekosistem sungai. Kehadiran kelip-kelip yang amat sensitif terhadap pencemaran air dan cahaya menjadi petunjuk jelas bahawa kawasan ini masih berada dalam keadaan yang bersih dan seimbang (Jusoh et al., 2018).

Dari sudut kelestarian, Sungai Sepetang turut mempunyai daya tarikan pelancongan berasaskan alam yang memberi manfaat kepada komuniti setempat. Antara aktiviti yang paling terkenal ialah melihat kelip-kelip pada waktu malam dengan menyusuri Sungai Sepetang menggunakan bot. Aktiviti ini dijalankan secara terkawal bagi memastikan habitat kelip-kelip tidak terganggu. Selain itu, aktiviti memancing ikan dan udang galah turut menjadi tarikan kepada penduduk tempatan dan pengunjung (Gambar 4). Kehadiran udang galah menandakan kualiti air sungai yang masih baik dan sesuai untuk hidupan akuatik. Aktiviti-aktiviti ini bukan sahaja menyumbang kepada ekonomi masyarakat setempat, malah menggalakkan pemeliharaan

alam secara lestari kerana kelangsungannya bergantung sepenuhnya kepada kesihatan ekosistem sungai dan hutan paya bakau.

Selain sebagai kawasan ekopelancongan, hutan paya bakau Sungai Sepetang juga berfungsi sebagai tapak pendidikan dan penyelidikan alam sekitar. Lawatan oleh pelajar, penyelidik dan pencinta alam membantu meningkatkan kefahaman tentang kepentingan biodiversiti serta peranan hutan bakau dalam mengekalkan keseimbangan alam. Pendedahan awal kepada generasi muda amat penting supaya mereka lebih menghargai alam sekitar dan memahami kesan buruk pencemaran serta pengebangan hutan. Pendidikan alam sekitar yang berterusan mampu melahirkan masyarakat yang

lebih peka dan bertanggungjawab terhadap pemeliharaan khazanah semula jadi.

Walau bagaimanapun, ekosistem paya bakau Sungai Sepetang tidak terlepas daripada pelbagai ancaman. Kawasan sekitar sungai telah mengalami perubahan guna tanah yang ketara, termasuk pembinaan kilang, pembukaan ladang kelapa sawit dan pembinaan kolam ternakan berhampiran sungai. Aktiviti-aktiviti ini berpotensi menyebabkan pencemaran air, peningkatan mendapan lumpur serta perubahan kualiti habitat bakau. Sekiranya tidak dikawal dengan rapi, sisa industri dan pertanian boleh menjejaskan hidupan akuatik serta kelip-kelip yang amat sensitif terhadap perubahan persekitaran.

Kemusnahan hutan paya bakau bukan sahaja menjejaskan biodiversiti, malah memberi kesan langsung kepada kehidupan penduduk setempat. Kehilangan habitat kelip-kelip akan menjejaskan sektor ekopelancongan, manakala pencemaran dan hakisan boleh mengancam sumber rezeki masyarakat. Oleh itu, penguatkuasaan undang-undang yang tegas, perancangan guna tanah yang lestari serta kerjasama antara kerajaan, masyarakat dan pihak swasta amat diperlukan bagi memastikan



Gambar 3: Kelip-kelip (*Pteropytex tener*) di atas daun pokok berembang (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 4: Aktiviti memancing di sekitar Sungai Sepetang, Perak (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

keseimbangan antara pembangunan dan pemuliharaan alam dapat dikekalkan.

Peranan individu juga tidak boleh dipandang ringan dalam usaha memelihara ekosistem ini. Amalan seperti tidak membuang sampah ke sungai, mengurangkan penggunaan plastik dan menyokong aktiviti pelancongan lestari mampu

membantu mengekalkan kualiti alam sekitar. Walaupun tindakan ini kelihatan kecil, kesannya amat besar jika dilakukan secara berterusan oleh seluruh masyarakat. Setiap generasi memikul tanggungjawab untuk memastikan alam semula jadi tidak dimusnahkan demi kepentingan sementara. Kesimpulannya, hutan paya

bakau di Sungai Sepetang serta kelip-kelipnya merupakan khazanah alam yang tidak ternilai. Hutan paya bakau perlu dipelihara dan dijaga dengan penuh tanggungjawab agar generasi akan datang bukan sahaja dapat menikmati keindahan alam semula jadi,

malah berpeluang mengenali dan menghargai kelip-kelip sebagai sebahagian daripada warisan biodiversiti negara. Usaha bersepadu daripada semua pihak amat penting bagi memastikan keseimbangan ekosistem ini terus terpelihara untuk masa hadapan.

Rujukan



KEPENTINGAN BIODIVERSITI LESTARI DI MALAYSIA KE ARAH PENCAPAIAN MATLAMAT PEMBANGUNAN MAMPAN

Saifulrizan Norizan, Siti Aimi Mohamad Yasin, Nur Izyan Ismail, Azura Ahmad & Dayangku Ruhayah Awang Bolhan
Fakulti Perakaunan, UiTM Cawangan Sarawak, Kampus Samarahan, 94300
Kota Samarahan, Sarawak

saifulrizan@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian biologi yang wujud di muka bumi seperti haiwan dan tumbuhan yang penting kepada asas kehidupan manusia. Dalam usaha kerajaan mencapai Matlamat Pembangunan Mampan, iaitu Sustainable Development Goals (SDG) melalui Agenda 2030 iaitu SDG 2, SDG 3, SDG 13, SDG 14 dan SDG 15, biodiversiti mempunyai peranan yang penting dalam ekosistem negara. Contohnya seperti air bersih, makanan dan udara berkualiti yang penting dalam kehidupan manusia di muka bumi ini. Laporan Kebangsaan Ke-6 Malaysia kepada Konvensyen Kepelbagaian Biologi 2019 menyatakan bahawa Malaysia mempunyai 306 spesies mamalia, 742 spesies burung, 242 spesies amfibia, 567 spesies reptilia, lebih 2,000 spesies ikan dan 150,000 spesies invertebrata (Abdul Rahman, 2024). Kepelbagaian spesis ini menunjukkan bahawa, hutan

Kepelbagaian spesis ini menunjukkan bahawa, hutan dan hidupan liar di negara kita merupakan khazanah penting negara yang perlu dihargai oleh semua golongan masyarakat.

dan hidupan liar di negara kita merupakan khazanah penting negara yang perlu dihargai oleh semua golongan masyarakat. Biodiversiti juga berperanan untuk menyumbang kepada sistem pertanian yang lebih berkualiti terutamanya dalam aspek genetik tanaman dan ternakan yang mampu menghadapi perubahan cuaca dan penyakit. Biodiversiti juga menyumbang kepada sektor perubatan iaitu lebih separuh ubat moden pada masa kini dihasilkan daripada sumber semula jadi.

Tumbuhan dan mikroorganisma berfungsi sebagai antibiotik melindungi manusia daripada penyakit. Selain itu, pemeliharaan kualiti air dan kawalan iklim juga dapat dijaga dengan kepelbagaian biologi. Sebagai contoh, pencemaran udara dan penyakit dapat dikurangkan apabila ekosistem hutan mampu menyerap bilion tan karbon dioksida setiap tahun.

Sistem air semula jadi seperti paya dan tanah lembap pula menapis air secara semula jadi, menyokong bekalan air bersih yang diperlukan oleh komuniti dan pertanian. Namun, pada zaman kini, biodiversiti menghadapi pelbagai ancaman dari tindakan manusia yang tidak mempunyai kesedaran tentang kepentingan memelihara dan memulihara alam semulajadi. Sebagai contoh, aktiviti pembalakan, pertanian intensif, pencemaran dan perubahan iklim menyebabkan kehilangan habitat, spesies terancam dan gangguan rantai ekosistem.

Kesannya adalah menyebabkan berlakunya risiko sistemik kepada ekonomi global. Oleh itu, konsep biodiversiti lestari menjadi komponen terpenting kepada masyarakat zaman kini. Manusia perlu mempunyai kesedaran tentang tanggungjawab mereka kepada kepentingan alam sekitar dalam memelihara dan memulihara kepelbagaian biologi secara efisien supaya generasi pada masa hadapan dapat menerima manfaat (Ismail et al., 2021).

Selain itu, biodiversiti juga mampu menyumbang kepada kualiti kehidupan manusia dengan lebih baik pada masa hadapan (Abu et al., 2020). Komuniti tradisional dan pribumi bergantung sepenuhnya kepada pengetahuan serta penggunaan biodiversiti dalam kehidupan seharian mereka. Sebagai contoh, mereka bergantung hidup kepada makanan dan ubat tradisional yang diwarisi oleh nenek moyang mereka secara turun-temurun. Kerajaan, sektor swasta, komuniti tempatan dan individu perlu berganding bahu dalam bidang pendidikan, dasar dan tindakan harian untuk memelihara dan memulihara kepelbagaian biodiversiti di Malaysia. Masa depan biodiversiti adalah masa depan kita semua dan sekiranya kita gagal menjaga kepelbagaian biologi pada hari

ini, kesan negatifnya akan dihadapi oleh generasi akan datang (Abdul Rahman, 2024) seperti krisis makanan dan kesihatan, gangguan ekonomi serta persekitaran yang tidak stabil. Tetapi sekiranya kita menjaga kelestarian biodiversiti, bukan sahaja ekosistem akan bertahan, malah masyarakat akan terus mendapat manfaat daripada alam ini dalam jangka panjang.

Selain itu, biodiversiti juga mampu menyumbang kepada kualiti kehidupan manusia dengan lebih baik pada masa hadapan. Komuniti tradisional dan pribumi bergantung sepenuhnya kepada pengetahuan serta penggunaan biodiversiti dalam kehidupan seharian mereka. Sebagai contoh, mereka bergantung hidup kepada makanan dan ubat tradisional yang diwarisi oleh nenek moyang mereka secara turun-temurun.

Terdapat pelbagai faktor yang menyebabkan berlakunya ketidakseimbangan biodiversiti seperti perubahan drastik ke atas ekosistem daratan dan akuatik, pengeksploitasian yang melampau terhadap sumber marin dan hutan, serta pencemaran air, udara dan tanah. Kesemua factor tersebut perlu ditangani dengan serius oleh semua pihak bagi mencari strategi sesuai dan efektif untuk mengatasi kesan yang lebih berbahaya pada masa hadapan.

Kesimpulannya, setiap individu di Malaysia berperanan penting dalam pendidikan kesedaran, perubahan gaya hidup atau sokongan kepada dasar hijau untuk memastikan biodiversiti terus lestari demi generasi masa depan yang lebih sejahtera. Ini adalah kerana biodiversiti merupakan asas utama kerajaan dalam pencapaian SDG pada 2030. Tanpa biodiversiti yang stabil, usaha mencapai SDG 2030 tidak akan tercapai dalam memelihara dan memulihara keseimbangan ekosistem yang penting bagi kehidupan manusia pada masa hadapan.

Rujukan



PENDIDIKAN ALAM SEKITAR DAN PEMBENTUKAN JATI DIRI GENERASI MUDA SEBAGAI PENJAGA BIODIVERSITI

Syahrul Fithry Senin

Pengajian Kejuruteraan Awam, UiTM Cawangan Pulau Pinang, Kampus Permatang Pauh, Permatang Pauh, 13200 Pulau Pinang, Malaysia

syahrul573@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Kita sering mendengar berita tentang krisis alam sekitar media sosial, namun adakah kita benar-benar faham betapa seriusnya keadaan ini? Krisis biodiversiti di seluruh dunia kini sedang berada di tahap yang sangat kritikal, di mana habitat hutan dan lautan musnah akibat aktiviti manusia, sementara cuaca dunia menjadi semakin tidak menentu.

Laporan-laporan saintifik peringkat antarabangsa telah memberi amaran tegas bahawa semua ini mengancam nyawa manusia sendiri. Dalam keadaan begini, pendidikan alam sekitar (PAS) tidak boleh lagi dilihat sebagai sekadar subjek sampingan atau sekadar "isi" untuk mengisi masa dalam jadual waktu pelajaran. Sebaliknya, pendidikan ini adalah satu keperluan strategik jika kita mahu generasi akan datang mengecapi masa depan yang lebih baik dan lestari.

Permasalahannya, cara kita mengajar pendidikan alam sekitar selama ini mungkin

terlalu fokus pada menghafal nama pokok atau haiwan, dan memahami teori sains.

Pendekatan sebegini, yang menumpu kepada pengetahuan kognitif semata-mata, didapati tidak cukup untuk mendorong orang, terutamanya golongan muda, untuk benar-benar bertindak menjaga alam.

Kajian yang dilakukan oleh Ardoin, Bowers, dan Gaillard (2020) mengkaji isu ini dengan teliti. Mereka meninjau puluhan penyelidikan lepas dan mendapati bahawa

Pendekatan sebegini, yang menumpu kepada pengetahuan kognitif semata-mata, didapati tidak cukup untuk mendorong orang, terutamanya golongan muda, untuk benar-benar bertindak menjaga alam

konsep lama yang menganggap "jika kita bagi tahu tentang alam, kita akan jaga alam" (information deficit model) sudah tidak lagi berkesan.

Ramai pelajar boleh menjawab soalan peperiksaan dengan baik, namun tingkah laku harian mereka tidak berubah.

Oleh itu, artikel ini ingin membincangkan bagaimana kita boleh mengubah cara kita mendidik supaya ia bukan sahaja membuat pelajar "tahu", tetapi membuat mereka "rasa", "hargai", dan akhirnya "bertindak".

Kita perlu beralih daripada sekadar mengajar dalam kelas kepada pengalaman sebenar di luar, menyentuh perasaan, dan menggunakan teknologi dengan cara bijak.

Membina Jati Diri dan Melihat Impak Sebenar

Bagaimana seseorang itu boleh menjadi penjaga alam sekitar yang setia? Ia bermula dengan cara kita melihat dirinya sendiri. Adakah dia rasa dirinya terpisah dengan alam,

atau rasa dia sebahagian daripadanya? Inilah yang dimaksudkan dengan "jati diri alam sekitar". Ardoin, Bowers, dan Gaillard (2020), dalam kajian tinjauan mereka yang mengumpulkan data daripada 105 kajian lepas, menjelaskan perbezaan antara hasil yang "tidak langsung" dan hasil yang "langsung".

Kebanyakan program pendidikan cuma mengukur sama ada pelajar menjadi lebih tahu atau lebih peduli tentang alam.

Walau bagaimanapun, Ardoin dan rakan-rakannya mendapati bahawa hanya empat peratus sahaja daripada kajian yang pergi sampai ke tahap mengukur impak yang nyata, seperti perubahan kualiti air di sungai atau pertambahan bilangan burung di sesuatu tempat.

Ini menunjukkan ada satu jurang yang besar antara apa yang diajar di sekolah dengan apa yang berlaku di lapangan.

Lebih menarik lagi, melalui pemerhatian terhadap program-program yang berjaya menyelamatkan haiwan atau memulihara hutan, mereka mengenal pasti beberapa ciri istimewa.

Program yang berjaya ini lazimnya memfokuskan isu yang berlaku di sekeliling pelajar sendiri (isu setempat), bekerjasama rapat dengan pakar sains atau pengurus taman, dan pastinya memberikan peluang kepada

Salah satu sebab kenapa ramai generasi muda hari ini tidak kisah tentang alam sekitar ialah kerana mereka jarang berada di luar rumah. Ahli psikologi sering memanggil fenomena ini sebagai "*Nature Deficit Disorder*" atau kurangnya pengalaman dengan alam.

Di sekolah pula, walaupun guru tahu ia penting, pengajaran alam sekitar sering tertinggal di dalam bilik darjah.

pelajar untuk benar-benar melakukan sesuatu (aktiviti tindakan). Dapatan ini memberi kita pelajaran bahawa jati diri sebagai penjaga alam tidak lahir dengan sendirinya. Ia dibentuk apabila pelajar dapat melihat dengan mata kepala sendiri bahawa usaha mereka ada kesannya.

Mereka lebih rasa dihargai apabila tindakan kecil mereka, seperti menanam pokok, membantu memulihara kawasan yang rosak.

Mengapa Pengalaman Luar Sangat Penting Tapi Sukar Dilakukan

Salah satu sebab kenapa ramai generasi muda hari ini tidak kisah tentang alam sekitar ialah kerana mereka jarang berada di luar rumah. Ahli psikologi sering memanggil fenomena ini sebagai "*Nature Deficit Disorder*" atau kurangnya pengalaman dengan alam. Di sekolah pula, walaupun guru tahu ia penting, pengajaran alam sekitar sering tertinggal di dalam bilik darjah. Id Babou dan rakan-rakannya (2023) telah menjalankan kajian yang menarik di Maghribi dengan menemubal soal seliza 118 guru untuk faham persepsi mereka. Kajian oleh Id Babou et al. (2023) mendedahkan satu situasi yang istimewa. Majoriti guru yang disoal selidik (lebih daripada 60 peratus) bersetuju bahawa topik biodiversiti adalah sangat penting untuk diajar kepada pelajar berbanding topik lain.

Walau bagaimanapun, apabila ditanya tentang amalan pengajaran yang sebenar, gambarannya berubah. Hanya sebahagian kecil guru (29 peratus) yang bersetuju untuk melibatkan pelajar membuat projek kajian di luar kelas, malah majoriti besar (60 peratus) menolak idea untuk menjalankan projek alam sekitar atau kelab alam di sekolah. Kenapa? Kajian ini mendapati bahawa guru bimbang tentang beban kerja tambahan, kekurangan masa, dan sumber yang tidak mencukupi.

Dapatan ini sangat penting untuk kita renungkan. Jika guru sendiri rasa serba salah untuk membawa pelajar keluar ke taman atau hutan, bagaimanakah pelajar boleh rasa hubungan dengan alam? Id Babou et al. (2023) menegaskan bahawa kaedah pengajaran yang paling berkesan untuk membentuk jati diri pemuliharaan adalah melalui pendekatan hands-on atau pengalaman langsung, seperti lawatan lapangan.

Untuk mengatasi masalah ini, sistem pendidikan tidak boleh hanya menekankan guru, tetapi perlu membantu mereka dengan menyediakan sumber, masa, dan latihan yang cukup supaya aktiviti luar kelas ini boleh dijalankan dengan yakin dan tanpa bebanan yang berlebihan.

Teknologi: Musuh Ataupun Jambatan Kepada Alam Sekitar?

Kita hidup di dunia yang penuh dengan gajet dan internet. Ramai ibu bapa risau bahawa teknologi ini menjauhkan anak-anak mereka daripada alam sekitar. Namun, adakah teknologi ini semestinya membantu melihat alam sekitar? Liu, Xu, dan Li (2024) telah menjalankan satu kajian saintifik di China yang melibatkan 503 pelajar universiti untuk melihat bagaimana teknologi boleh mempengaruhi cara mereka memandang alam sekitar.

Kajian oleh Liu et al. (2024) memperkenalkan konsep yang menarik iaitu "psikologi digital alam sekitar". Mereka menggunakan kaedah statistik

untuk menganalisis data dan mendapati sesuatu yang mengejutkan.

Mereka mendapati bahawa penggunaan teknologi dalam pendidikan bukan sahaja alat untuk mengajar, tetapi ia boleh menjadi "jambatan" atau pemudah yang penting. Kajian ini membuktikan bahawa apabila teknologi digunakan dengan cara yang inovatif dan bijak (bukan sekadar untuk hiburan), ia boleh meningkatkan kesedaran pelajar tentang kemampanan dan mendorong mereka untuk bertindak lebih bertanggungjawab.

Liu et al. (2024) menunjukkan bahawa pengalaman digital ini boleh membentuk minda pelajar supaya lebih matang dan kritikal. Jadi, teknologi bukan pencipta jarak antara manusia dan alam, sebaliknya jika diguna dengan betul, ia boleh menjadi alat yang menghamparkan generasi muda yang berjiwa digital kepada isu pemuliharaan alam sekitar.

Mengubah Sistem Sekolah untuk Masa Depan

Membina jati diri penjaga alam melalui pengajaran di dalam kelas atau lawatan lapangan sahaja tidak cukup jika sistem pendidikan pada aras dasar dan kurikulum tidak berubah. Kita memerlukan satu perubahan yang lebih besar.



Gambar 1: Berhubung dengan alam sekitar membentuk jati diri mengenai alam sekitar
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Di sinilah peranan UNESCO sangat penting. Melalui laporan bertajuk "*Education for Sustainable Development: Towards achieving the SDGs*" (ESD for 2030), UNESCO (2020) telah meletak satu pelan induk yang jelas untuk bagaimana sistem pendidikan di seluruh dunia patut bergerak.

UNESCO (2020) menggariskan lima perkara utama yang perlu diberi perhatian oleh mana-mana kerajaan. Salah satu konsep utama yang ditekankan ialah pendekatan "institusi sepenuhnya" (*whole-institution approach*). Secara ringkasnya, konsep ini bermakna sekolah bukan sahaja tempat untuk menyampaikan teori tentang menjaga alam, tetapi sekolah sendiri mestilah menjadi contoh yang baik. Jika sekolah mengajar pelajar untuk kitar semula tetapi menggunakan terlalu banyak kertas, pelajar akan bingung. Jadi, sekolah perlu "amalkan apa yang diajar". Pengurusan sisa, penggunaan tenaga, dan cara hidup warga sekolah perlu selari dengan usaha menjaga biodiversiti.

Selain itu, UNESCO (2020) menekankan bahawa matlamat pendidikan hari ini bukan sahaja untuk melahirkan pelajar yang mencapai pencapaian tertinggi dalam peperiksaan, tetapi untuk melahirkan warganegara yang

faham isu kemampanan. Kurikulum perlu menggabungkan tiga aspek: pengetahuan (kognitif), nilai dan perasaan (sosio-emosi), serta kemahiran untuk bertindak. Dasar pendidikan negara perlu beralih daripada fokus kepada peperiksaan semata-mata kepada fokus untuk membentuk anak muda yang mempunyai kemahiran hidup dan nilai yang mampan, di mana menjaga biodiversiti dijadikan satu tanggungjawab kolektif, bukan tugas saintis semata-mata.

Kesimpulan

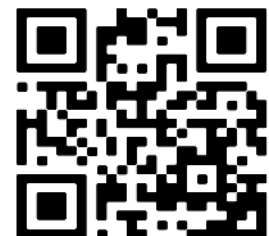
Secara keseluruhannya, isu "**Biodiversiti Lestari, Masa Depan Lestari**" bukanlah sekadar satu slogan untuk dihias dinding, tetapi ia adalah satu tanggungjawab yang berat pada bahu kita. Kejayaan kita membentuk generasi muda hari ini sebagai penjaga alam sekitar bergantung kepada bagaimana kita mengubah cara kita memandang pendidikan. Seperti yang telah kita bincangkan secara mendalam, kita tidak boleh lagi bergantung kepada hafalan fakta.

Kita belajar daripada Ardoin dan rakan-rakannya (2020) bahawa kita perlu fokus kepada hasil yang nyata, bukan sekadar niat. Kita juga mengambil iktibar daripada kajian Id Babou et al. (2023) bahawa kita perlu membantu guru mengatasi halangan

supaya pelajar dapat keluar dan merasai alam. Kita turut menerima dapatan daripada Liu et al. (2024) bahawa teknologi boleh menjadi rakan kongsi yang hebat jika diguna untuk tujuan yang baik. Dan yang paling penting, semua ini perlu disatukan oleh satu dasar yang kukuh seperti yang digariskan oleh UNESCO (2020), di mana sekolah dan sistem pendidikan keseluruhannya menjadi model kemampanan.

Hanya dengan menggabungkan kesemua elemen ini iaitu pengalaman sebenar, penggunaan teknologi yang bijak, sistem sokongan yang kuat, dan fokus kepada hasil nyata ini kita boleh berharap. Kita boleh menjamin bahawa masa depan yang lestari bukan sekadar satu impian, tetapi satu realiti yang akan dijaga dan dipertahankan dengan sepenuh hati oleh generasi akan datang. Generasi yang tidak hanya faham tentang alam, tetapi mencintai alam sebagai sebahagian daripada jiwa dan diri mereka sendiri.

Rujukan



KEPELBAGAIAN BIOLOGI DALAM SENI REKA: SEBUAH SUMBER INSPIRASI BAGI KELESTARIAN ALAM SEKITAR

Ts. Mohamad Quzami An-Nuur bin Ahmad Radzi

Fakulti Seni Lukis dan Seni Reka, UiTM Cawangan Perak, Kampus Seri Iskandar, 32610 Seri Iskandar, Perak

quzami@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Kepelbagaian biologi, atau biodiversiti, merujuk kepada variasi kehidupan di bumi, genetik, spesies, hingga ekosistem. Ia adalah rangkaian kehidupan yang kompleks dan penting yang menyokong setiap fungsi planet kita, daripada pengeluaran oksigen, penulenan air, hingga pendebungaan tanaman. Bagi pereka dalam bidang seni reka, alam semula jadi bukan sekadar latar belakang rekaan, tetapi merupakan inovasi dan sumber inspirasi yang tidak terbatas.

Keterlibatan kepelbagaian biologi dalam seni reka telah membentuk estetika, teknik, dan falsafah kreatif merentasi sejarah, dan penting sebagai pemacu kelestarian alam sekitar.

Sejak zaman dahulu, manusia telah merakamkan dan menterjemahkan keindahan dan misteri alam semula jadi dalam karya seni mereka seperti lukisan gua yang menggambarkan haiwan buruan hingga hiasan rumit pada seramik dan tekstil.

Dalam aspek sejarah, banyak budaya, motif flora dan fauna digunakan bukan hanya untuk tujuan hiasan tetapi juga untuk menyampaikan makna secara simbolik.

Corak-corak yang diilhamkan oleh tumbuhan dan haiwan adakalanya dikaitkan dengan kekuasaan, kesuburan, atau spiritual. Dalam seni reka berkaitan corak Melayu

tradisional pula, Destar Ayam Patah Kepak, Tengkolok Lang Menyongsong Angin, Tanjak Helang Menyambar, Jahitan Tulang Belut, Insang Pari, Omak Memulih, Ombak Mengalun, Lawi Ayam, Tampuk Manggis dan Sanggul Ekor Kera adalah corak yang diilhamkan oleh alam semula yang boleh digunakan (Ayob et al., 2012).



Gambar 1: Lukisan Pra Sejarah (Sumber: https://www.orangperak.com/lukisan-pra-sejarah-di-dalam-gua-tambun.html#google_vignett)



Gambar 2: Destar Patah Kepak (Sumber: <https://destarwarisanmalaysia.blogspot.com/2011/01/destar-perak-darul-ridzuan.html>)

Seterusnya, pergerakan seni seperti *Art Nouveau* adalah contoh yang paling ketara tentang kaitan seni dengan alam semula jadi (Orman, 2013). *Art Nouveau* atau dalam kata mudah “seni baru” menolak ideologi berkaitan perindustrian dan sebaliknya meraikan elemen bersifat melengkung, asimetri, dan bentuk organik yang sering ditemui dalam bunga, akar, dan bentuk badan serangga. Dalam seni abstrak abad ke-20 pula, istilah seperti ‘biomorfisme’ mula wujud dan ia merujuk kepada penggunaan bentuk yang mengingatkan alam semulajadi dan ia wujud selepas kebangkitan *Art Nouveau* (Afatara et al., 2019). Walaupun bentuk tersebut tidak semestinya berbentuk

realistik, bentuk-bentuk ini meniru proses pertumbuhan, pergerakan, dan struktur di dalam alam sekitar.

Seterusnya, pengaruh kepelbagaian biologi melangkaui seni reka dan ia telah digunakan dalam seni bina dan reka bentuk produk, terutamanya melalui prinsip yang dikenali sebagai Biomimikri. Biomimikri adalah falsafah dan pendekatan inovatif yang mengangkat alam semulajadi sebagai rujukan (Dicks, 2016). Pendekatan ini juga boleh digunakan lebih luas di dalam gugusan yang sama dalam seni reka seperti penerangan dalam Jadual 1.

Ini menunjukkan, pereka bentuk kini boleh menggunakan biomimikri untuk

mencipta produk yang tidak hanya berfungsi dengan baik tetapi juga kurang memberi kesan kepada alam sekitar. Walaubagaimanapun, dalam menghadapi krisis kepelbagaian biologi global, pereka seni memainkan peranan penting sebagai pencerita dan juga aktivis. Seni boleh menjadi medium yang kuat untuk meningkatkan kesedaran dan memupuk sikap empati terhadap isu-isu alam sekitar. Di peringkat komuniti, seni berpotensi digunakan untuk mendokumentasikan dan meraikan kepelbagaian biologi tempatan. Seni mural yang menggambarkan ekosistem tempatan, bengkel kraf menggunakan bahan semula jadi yang didapati di alam semula jadi, atau penciptaan taman komuniti yang direka bentuk dengan prinsip ekologi mampu menjadi projek-projek dalam menghargai kelestarian biodiversiti. Ini juga membantu dalam membina semula hubungan antara manusia dan alam sekitar.

Selain itu, keterlibatan seni reka dan kepelbagaian biologi juga membawa kepada pertimbangan etika yang mendalam tentang bahan seni yang digunakan. Pertama, pereka bentuk kini boleh mencari alternatif kepada bahan-bahan yang mencemarkan atau tidak boleh diperbaharui. Sebagai contoh adalah penggunaan serat

Jadual 1: Contoh aplikasi inspirasi biologi

Contoh Aplikasi	Inspirasi Biologi	Reka Bentuk yang Dihasilkan
Reka Bentuk Struktur	Tulang, sarang lebah, cengkerang	Rekaan struktur bangunan yang ringan dan kuat.
Pengawalan Suhu	Sarang anai-anai/sarang lebah	Sistem pengudaraan bangunan pasif yang mengekalkan suhu dalaman yang stabil tanpa tenaga elektrik
Reka Bentuk Produk	Akar Pokok	Rekaan kaki meja

semula jadi dan pewarna berasas tumbuhan. Kedua adalah dengan melazimi kitar semula dengan cara transformasi bahan buangan menjadi karya seni atau produk reka bentuk baharu. Yang terakhir adalah bertanggungjawab kepada sumber alam. Sebagai contoh penggunaan kayu, kertas, atau mineral yang disahkan dari sumber yang tidak merosakkan alam semula jadi atau menyumbang kepada kemusnahan kepelbagaian biologi.

Kesimpulannya, kepelbagaian biologi adalah teras kepada inovasi, kelestarian, dan ekspresi artistik. Ia bukan sahaja memperkayakan ciri estetika pada reka bentuk tetapi juga memandu reka bentuk ke arah hasil kerja akhir yang lebih cekap, beretika, dan harmoni. Dengan menjadikan alam semula jadi sebagai model atau rujukan, pereka bentuk berperanan sebagai pemangkin untuk membentuk masa depan yang lebih lestari.

Pereka bentuk ini juga boleh dianggap perantara penting antara sains, alam semula jadi, dan masyarakat dengan menggalakkan kita untuk menghargai dan melindungi warisan kehidupan di alam semulajadi yang tak ternilai ini.

Rujukan



TUMBUHAN: BENTENG SEMULAJADI BAGI MENSTABILKAN CERUN DEMI KELESTARIAN BIODIVERSITI

Lili Syahani Rusli^{a,c}, Nurul Liyana Mohd Johari^b

^aPusat Pengajian Biologi, Fakulti Sains Gunaan, UiTM Shah Alam, Universiti Teknologi MARA, 40450 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan

^bInstitute of Biological Sciences, Faculty of Science, Universiti Malaya, 50603 Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur

^cEconatrea, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

lilis369@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

Ketidakstabilan cerun yang membawa kepada tanah runtuh mencerminkan cabaran besar terhadap kelestarian alam sekitar. Pelbagai faktor boleh menyumbang kepada bencana alam ini seperti faktor cuaca, keadaan geografi setempat dan juga akibat penebangan pokok di hutan bagi tujuan pembangunan.

Pada awal tahun 2026 ini juga telah berlaku tragedi tanah runtuh di jalan masuk ke Kampung Baru Kea Farm di Cameron Highlands. Ini menunjukkan bahawa isu ketidakstabilan cerun bukanlah sesuatu yang boleh dipandang remeh.

Pemeliharaan tumbuhan di kawasan cerun bukan sahaja penting untuk keseimbangan ekosistem, malah berperanan besar sebagai benteng semula jadi dalam mengurangkan risiko bencana tanah runtuh demi keselamatan generasi akan datang. Kehilangan

biodiversiti, khususnya tumbuhan di kawasan cerun, menghilangkan litupan tumbuhan yang mampu melemahkan struktur tanah, menjadikan cerun lebih mudah runtuh apabila terdedah kepada tekanan air, graviti dan faktor alam sekitar yang lain.

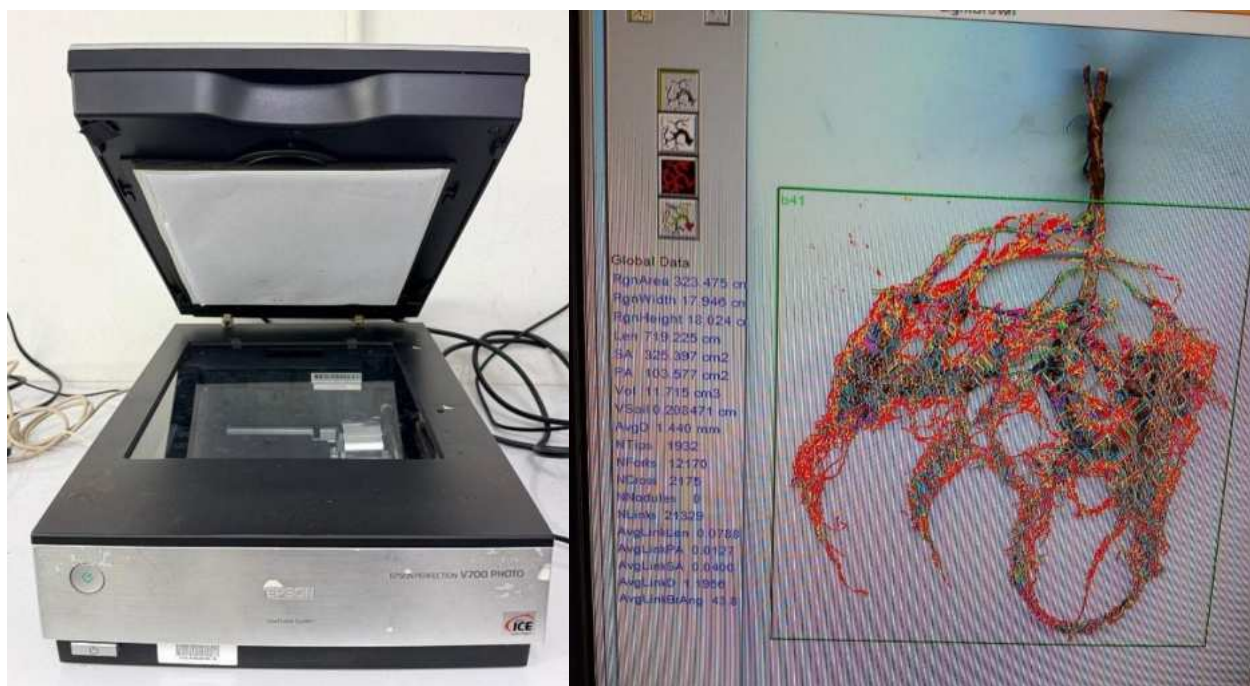


Gambar 1: Bencana tanah runtuh yang berlaku di Malaysia
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Tumbuhan memainkan peranan penting dalam menstabilkan tanah melalui sistem akar yang berfungsi mengikat partikel tanah. Akar pokok yang dalam membantu mengukuhkan lapisan tanah bawah, manakala tumbuhan renek dan penutup bumi mengurangkan hakisan di permukaan.

Pada masa yang sama, kanopi tumbuhan bertindak melindungi tanah daripada percikan terus air hujan, sekali gus memperlambatkan aliran air permukaan yang boleh mencetuskan runtuh.

Keberkesanan tumbuhan dalam mengurangkan risiko tanah runtuh tidak bergantung kepada satu jenis pokok sahaja. Sebaliknya, biodiversiti tumbuhan yang tinggi merangkumi pokok besar, tumbuhan renek, herba dan rumput memberikan perlindungan yang lebih menyeluruh. Setiap tumbuhan mempunyai fungsi tersendiri,



Gambar 2: WinRHIZO, satu alat yang boleh digunakan untuk mengukur akar tumbuhan secara terperinci (Gambar kiri), dan contoh imej yang terhasil daripada penggunaan WinRHIZO (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

dan gabungan inilah yang memastikan kestabilan tanah cerun dalam jangka masa panjang.

Namun begitu, aktiviti manusia terus mengancam keseimbangan ini. Penebangan hutan untuk pembangunan perumahan, pembinaan jalan raya serta pembukaan kawasan pertanian di cerun sering dilakukan tanpa perancangan lestari.

Akibatnya, tanah menjadi longgar dan mudah terhakis, terutamanya apabila berdepan dengan hujan lebat yang semakin tidak menentu akibat perubahan iklim.

Kehilangan tumbuhan di kawasan cerun bukan sahaja meningkatkan risiko tanah runtuh, malah memberi kesan

langsung kepada kehidupan masyarakat. Bencana ini boleh meragut nyawa, memusnahkan kediaman dan menjejaskan sumber pendapatan penduduk setempat. Dalam konteks ini, pemeliharaan biodiversiti tumbuhan bukan lagi pilihan, tetapi satu keperluan demi menjamin keselamatan dan kesejahteraan generasi masa depan. Sebagai alternatif kepada penyelesaian kejuruteraan semata-mata seperti tembok penahan konkrit, pendekatan berasaskan alam semula jadi atau *bio-engineering techniques* semakin mendapat perhatian. Pendekatan ini menekankan pemulihan cerun menggunakan tumbuhan

tempatan yang sesuai dengan keadaan tanah dan iklim setempat. Selain lebih mesra alam, kaedah ini juga lebih mampan dan kos efektif dalam jangka panjang. Usaha penanaman semula hutan, pemulihan kawasan cerun terdedah dan penggunaan tumbuhan penutup bumi di kawasan pembangunan merupakan antara langkah yang boleh diambil.

Selain mengurangkan risiko bencana, pendekatan ini turut menyokong pemuliharaan biodiversiti, meningkatkan kualiti tanah dan menyumbang kepada keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Peranan masyarakat dan pembuat dasar amat penting dalam memastikan kejayaan usaha ini.



Gambar 3: Tanah tinggi dan berbukit bukau sangat berisiko bagi kejadian bencana alam di negara ini (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kesedaran awam tentang kepentingan tumbuhan sebagai pelindung semula jadi perlu dipertingkatkan melalui pendidikan dan kempen kesedaran.

Pada masa yang sama, pihak berkuasa perlu memastikan perancangan guna tanah yang lebih bertanggungjawab serta penguatkuasaan undang-undang yang tegas terhadap pembangunan di kawasan berisiko tinggi.

Pendidikan kepada generasi muda juga tidak kurang pentingnya. Dengan pendedahan awal tentang kepentingan biodiversiti dan kelestarian alam sekitar, generasi akan datang dapat

dibentuk sebagai penjaga alam yang lebih bertanggungjawab. Ini sejajar dengan tema **“Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi”** yang menekankan hubungan rapat antara tindakan kita pada hari ini dan keselamatan masa depan.

Kesimpulannya, tumbuhan bukan sekadar elemen landskap atau sumber keindahan alam, tetapi berfungsi sebagai pelindung semula jadi yang mampu mengurangkan risiko tanah runtuh. Pemeliharaan biodiversiti tumbuhan adalah pelaburan jangka panjang demi keselamatan, kesejahteraan dan

kelangsungan hidup generasi akan datang. Melindungi alam hari ini bermakna melindungi masa depan kita bersama. Ayuh! Kita sama-sama sebarkan kehebatan tumbuhan sebagai benteng semula jadi demi kelestarian biodiversiti.

Rujukan



MENJAGA KHAZANAH ALAM: CABARAN DAN USAHA PEMULIHARAAN BIODIVERSITI

Syazuani Mohd Shariff, Nur Hasyimah Ramli

Pusat Pengajian Biologi, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

nurhasyimah@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Apakah itu Biodiversiti?

Biodiversiti bukan sahaja tidak asing, malah cukup sinonim dalam kalangan pencinta alam. Namun demikian, masih ramai di kalangan kita yang menidakkan kepentingannya dalam menjamin keseimbangan kehidupan manusia dan kelangsungan ekosistem alam sekitar. Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian hidupan di bumi yang merangkumi variasi genetik, spesies dan ekosistem. Malaysia ialah antara negara yang diliputi hutan hujan tropika dan memiliki kepelbagaian flora dan fauna yang tinggi, sekali gus menjadikannya antara negara yang kaya dengan khazanah sumber semula jadi. Namun demikian, dalam usaha mengejar pembangunan dan pertumbuhan ekonomi, eksploitasi sumber alam secara berlebihan tanpa mengambil kira daya tampung dan keupayaan regeneratif alam telah mengganggu keseimbangan serta kestabilan fungsi ekosistem, seterusnya menyumbang kepada perubahan iklim global dan

kemerosotan biodiversiti. Justeru, usaha memelihara biodiversiti bukan lagi pilihan dan tidak lagi perlu dipertimbangkan, tetapi ia menjadi telah menjadi satu kewajiban demi menjamin masa depan generasi akan datang.

Mengapa Biodiversiti Penting?

Kepelbagaian biodiversiti bukan sahaja dapat dilihat melalui kekayaan sumber hutan, tetapi juga melalui kepelbagaian haiwan yang saling berinteraksi antara satu sama lain termasuk hubungan mutualistik dan persaingan, yang menyumbang kepada kestabilan ekologi alam sekitar. Selain itu, biodiversiti turut memainkan peranan penting dalam kestabilan ekologi. Setiap spesies mempunyai fungsi tersendiri dalam rantai makanan dan kitaran nutrien. Kehilangan satu spesies boleh mengganggu keseimbangan keseluruhan ekosistem dan memberi kesan berantai

kepada hidupan lain, termasuk manusia. Dari perspektif ekonomi dan pembangunan manusia, biodiversiti turut memberikan manfaat secara langsung melalui penyediaan sumber makanan, ubat-ubatan, bahan mentah, serta perkhidmatan ekosistem yang menyokong kehidupan seharian. Sebagai contoh, Malaysia terkenal dengan herba hutan yang berkhasiat, antaranya Tongkat Ali (*Eurycoma longifolia*) dan Kacip Fatimah (*Labisia pumila*). Tongkat Ali popular sebagai tonik tenaga untuk lelaki, manakala Kacip Fatimah pula digemari untuk menyokong kesihatan wanita. Kedua-duanya kini menjadi ikon herba Malaysia yang terkenal di kalangan masyarakat tempatan.

Hutan tropika seperti Hutan Simpan Royal Belum menjadi habitat ribuan spesies flora dan fauna serta berfungsi sebagai kawasan tadahan air dan penyerap karbon. Terdapat banyak lagi hutan di negara ini yang masih belum dikaji atau diterokai

sepenuhnya dari segi ilmu pengetahuan, antaranya Hutan Simpan Pelangai di Negeri Sembilan. Manakala ekosistem pesisir seperti hutan bakau pula melindungi pantai daripada hakisan dan ribut, di samping menyokong industri perikanan dan pelancongan. Hutan bakau terbesar dan terkenal di negara ini adalah Hutan Bakau Kuala Sepetang yang terletak di Perak dengan keluasan lebih 40 km² yang menjadi destinasi ekopelancongan dan pendidikan alam sekitar.

Cabaran dan Solusi

Aktiviti manusia seperti penebangan hutan berlebihan dan secara haram, pembangunan tanpa kawalan, pelepasan sisa dan bahan cemar yang menjadi punca pencemaran, eksploitasi sumber secara berlebihan tanpa pemantauan serta pengenalan spesies invasif merupakan punca utama

kemerosotan biodiversiti. Kepupusan spesies flora dan fauna turut disumbang dan dipercepatkan melalui peningkatan suhu global, perubahan corak hujan dan kejadian cuaca ekstrem. Jika tidak diurus secara lestari, generasi akan datang mungkin kehilangan khazanah semula jadi yang tidak ternilai ini.

Merujuk kepada beberapa berita yang disiarkan di BH Online (2025), satu kejadian penerokaan hutan simpan di Malaysia yang menarik perhatian pelbagai pihak ialah penerokaan Hutan Simpan Ulu Muda, Kedah, pada tahun 2025. Hutan simpan ini merupakan kawasan tadahan air utama yang menyokong kegunaan domestik, industri dan penanaman padi, selain mengekalkan kepelbagaian spesies flora dan fauna. Di Pahang pula, terdapat 59 kes hutan simpan diceroboh dan dijadikan kebun durian sejak 2019.

Bagi tujuan pemuliharaan, Pejabat Silvikultur Negeri (PSN) JPNP Zon Barat telah melaksanakan aktiviti penanaman semula pelbagai spesies pokok balak berkualiti, termasuk Meranti, Merbau, Perah dan Keruing.

Selain itu, salah satu ancaman utama kepada ekosistem sungai di negara ini ialah kehadiran spesies ikan bandar raya, seperti yang berlaku di Sungai Kampung Ara, Negeri Sembilan, dan Sungai Langat, Selangor. Kehadiran spesies ini mengancam populasi ikan tempatan serta menjejaskan kestabilan ekologi sungai di kawasan tersebut. Usaha konservasi kini giat dijalankan oleh pihak kerajaan, NGO, dan komuniti setempat bagi mengekang perkembangan populasi ikan bandar raya. Antaranya, kerajaan Negeri Selangor dengan rakan kolaborasinya telah melaksanakan inisiatif

Kerajaan negeri perlu tegas lindungi Hutan Simpan Ulu Muda - Sultan Kedah

Oleh M Hifzuddin Ikhsan • April 20, 2025 @ 12:26pm
hifzuddin@bh.com.my



Majlis Perasmian Persidangan Dewan Undangan Negeri (DUN) Kedah Ke-15, di sini hari ini. - Foto SIK

JPNP kesan 59 kes hutan simpan diceroboh jadi kebun durian haram sejak 2019

Oleh Mohd Rafi Mamat • Jun 11, 2025 @ 12:05pm



Kakitangan Jabatan Perhutanan Negeri Pahang (JPNP) terbabit dalam operasi penguatkuasaan kebun durian haram di Sungai Klau, Raub. - Foto NSTP/MOHD RAFI MAMAT

Gambar 1: Ancaman biodiversiti di Malaysia (Sumber: BH online, 2025)



Gambar 2: Hebahan Insentif Pemburu Ikan Pleco 2026
(Sumber: PINS Online, 2026)

pemberian insentif kepada pemburu ikan bandar raya untuk memusnahkan spesies invasif ini.

Kesimpulan

Biodiversiti lestari adalah asas kepada kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia. Ia merujuk kepada pengurusan dan penggunaan

sumber biologi secara bijaksana tanpa menjejaskan keupayaan generasi masa hadapan untuk menikmatinya. Konsep ini selari dengan Matlamat Pembangunan Lestari (SDG) yang diperkenalkan oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu, khususnya Matlamat 14 (Hidupan di Bawah Air) dan

Matlamat 15 (Hidupan di Darat). Tanggungjawab memelihara biodiversiti bukan terletak pada kerajaan semata-mata, tetapi pada setiap individu dalam masyarakat.

Tanpa usaha pemeliharaan yang berterusan, generasi akan datang mungkin hanya mengenali banyak spesies melalui gambar dan catatan sejarah.

Pelaksanaan pendidikan dan kesedaran alam sekitar, penguatkuasaan undang-undang terhadap aktiviti pemburuan dan pembalakan haram, serta penggunaan teknologi hijau dan perancangan pembangunan berimpak rendah merupakan langkah penting dalam mengekalkan kelestarian alam sekitar.

Selain itu, amalan gaya hidup lestari seperti mengurangkan penggunaan plastik, menyokong produk mesra alam dan menyertai aktiviti pemuliharaan boleh memberi impak besar dalam jangka panjang.

Rujukan



PERANAN TAMAN ULAR DAN REPTILIA NEGERI PERLIS DALAM MEMELIHARA BIODIVERSITI MASA DEPAN

¹Muhammad Aiman Syafiq Zamri, ¹Ahmad Suhail Khazali, ¹ Muhammad Nasrul Ahmad, ²Sharir Aizat Kamaruddin, ³Eliy Nazira Mat Nazir, ⁴Mohd Al Faiz Jumin

¹Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600, Arau, Perlis, Malaysia

²Stesen Penyelidikan Marin, Fakulti Sains Gunaan, 02600, Arau, Perlis, Malaysia

³Fakulti Pengurusan dan Perniagaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600, Arau, Perlis, Malaysia

⁴Fakulti Sains Komputer dan Matematik, Universiti Teknologi MARA, 40450, Shah Alam, Selangor, Malaysia

muhammadnsfq@gmail.com

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Ular dan reptilia sering dikaitkan dengan rasa takut, bahaya dan salah faham dalam kalangan masyarakat. Namun dari sudut biologi dan ekologi, kumpulan haiwan ini memainkan peranan yang amat penting dalam mengekalkan keseimbangan alam sekitar. Taman Ular dan Reptilia Negeri Perlis yang terletak di Sungai Batu Pahat, Kangar, merupakan satu inisiatif signifikan dalam usaha memperkenalkan kepentingan saintifik ular dan reptilia kepada masyarakat umum, sekali gus menyokong pemeliharaan biodiversiti untuk generasi masa depan.

Ditubuhkan pada asalnya sebagai pusat penyelidikan berkaitan ular berbisa, taman ini mempunyai asas saintifik yang kukuh. Sejarahanya berkait rapat dengan kajian bisa ular dan penghasilan antibisa, satu



Gambar 1: Spesimen ular diawetkan sebagai sumber rujukan penting untuk usaha konservasi reptilia (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

bidang penting dalam sains perubatan dan kesihatan awam di negara beriklim tropika seperti Malaysia. Walaupun fungsi penyelidikan tersebut kini tidak lagi menjadi fokus utama, peranan taman ini sebagai pusat pendidikan dan kesedaran biodiversiti terus diperkukuhkan.

Taman ini menempatkan pelbagai spesies ular dan reptilia, termasuk spesies berbisa dan tidak berbisa. Antara yang sering menjadi tumpuan ialah ular tedung selar (*Ophiophagus hannah*), ular sawa batik (*Malayopython reticulatus*), ular kapak tanah (*Calloselasma rhodostoma*)

serta pelbagai spesies ular komponen penting dalam katam. Selain ular, pengunjung kestabilan ekosistem. juga dapat melihat reptilia lain Kehadiran atau ketiadaan seperti iguana (*Iguana iguana*) spesies reptilia tertentu juga yang merupakan reptilia sering dijadikan penunjuk herbivor yang unik. kesihatan persekitaran, Kepelbagaian ini memberi khususnya dalam ekosistem gambaran jelas tentang hutan dan tanah lembap. kekayaan herpetofauna negara dan rantau Asia Tenggara, sekali gus menekankan nilai biodiversiti yang perlu dipelihara.

Dari perspektif ekologi, ular berfungsi sebagai pemangsa yang mengawal populasi haiwan kecil seperti tikus dan amfibia. Tanpa kawalan ini, populasi mangsa boleh meningkat secara tidak terkawal dan memberi kesan negatif kepada pertanian serta kesihatan ekosistem. Reptilia lain pula memainkan peranan dalam rangkaian makanan sebagai pemangsa dan mangsa, menjadikan mereka komponen penting dalam kestabilan ekosistem. Kehadiran atau ketiadaan spesies reptilia tertentu juga sering dijadikan penunjuk kesihatan persekitaran, khususnya dalam ekosistem hutan dan tanah lembap. Salah satu aspek penting yang diketengahkan oleh Taman Ular dan Reptilia Negeri Perlis ialah pengurusan ular berbisa. Pengendalian spesies berbisa memerlukan pengetahuan khusus, latihan intensif dan pematuhan prosedur keselamatan yang ketat. Di taman ini, ular berbisa ditempatkan dalam kurungan yang direka khas bagi memastikan keselamatan haiwan dan manusia. Kakitangan yang terlatih bertanggungjawab mengurus pemakanan, penjagaan kesihatan dan pemindahan ular secara selamat.

Salah satu aspek penting yang diketengahkan oleh Taman Ular dan Reptilia Negeri Perlis ialah pengurusan ular berbisa.

Selain aspek pengurusan, elemen pendidikan turut diberi penekanan. Melalui papan informasi, penerangan berpandu dan demonstrasi terkawal, pengunjung didedahkan kepada cara ular berfungsi, perbezaan antara ular berbisa dan tidak berbisa, serta langkah keselamatan asas yang perlu diambil sekiranya berlaku pertemuan dengan ular di habitat semula jadi.

Pengetahuan ini penting untuk mengurangkan panik dan tindakan membunuh ular secara sembarangan, yang sering berlaku akibat ketakutan dan kurang pemahaman.

Sebagai sumber ilmu, taman ini berfungsi sebagai platform pembelajaran biologi luar bilik darjah.

Pelajar sekolah, institusi pengajian tinggi dan masyarakat umum berpeluang mempelajari asas herpetologi, adaptasi morfologi, tingkah laku serta kepentingan konservasi reptilia secara langsung.



Gambar 2: Buaya tembaga (*Crocodylus porosus*) antara tarikan menarik di Taman Ular dan Reptilia negeri Perlis (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Iguana (*Iguana iguana*) antara yang mencuri tumpuan kerana diet herbivor yang bergantung pada daun, bunga dan buah (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Pengalaman melihat dan memahami haiwan ini secara dekat membantu meningkatkan minat terhadap sains hayat serta memupuk sikap menghargai alam semula jadi.

Dalam konteks biodiversiti masa depan, peranan taman seperti ini menjadi semakin relevan. Kehilangan habitat, perubahan iklim dan konflik antara manusia dan hidupan liar merupakan ancaman utama kepada kelangsungan spesies reptilia.

Tanpa usaha pendidikan dan kesedaran yang berterusan, generasi akan datang mungkin mewarisi dunia dengan kepelbagaian biologi yang semakin berkurangan.

Taman Ular dan Reptilia Negeri Perlis bukan sekadar mempamerkan haiwan, tetapi membawa mesej bahawa setiap spesies mempunyai nilai dan fungsi tersendiri dalam ekosistem.

Dengan mendidik masyarakat tentang peranan ular dan reptilia, taman ini membantu membentuk generasi yang lebih berpengetahuan, berempati dan bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

Usaha seperti ini merupakan langkah penting dalam memastikan biodiversiti terus terpelihara demi kesejahteraan ekosistem dan kelangsungan hidup manusia pada masa hadapan.



Gambar 4: Pameran maklumat saintifik yang meningkatkan kesedaran awam terhadap pemuliharaan biodiversiti (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

KOLAM KECIL, KEHIDUPAN BESAR: REFLEKSI BIODIVERSITI LESTARI

Norasikin Ab Azis

Fakulti Perubatan UiTM Kampus Sungai Buloh, Jalan Hospital, 47000, Sungai Buloh, Selangor.

norasikin_abazis@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Di tepi halaman rumah saya, terdapat sebuah kolam kecil yang dibina sendiri oleh suami saya ketika tempoh kuarantin sewaktu pandemik COVID-19 melanda dunia. Dalam keterbatasan pergerakan dan suasana penuh kebimbangan dek kerana pandemik, kolam ini lahir bukan sekadar hiasan semata-mata, namun sebagai titik perubahan untuk kami sekeluarga mengalihkan perhatian kepada alam. Kolam yang sederhana besar ini, sehingga kini menjadi habitat kepada ikan-ikan kecil pelbagai jenis, katak dan juga siput. Tanpa perancangan yang rapi secara saintifik, ekosistem kecil ini terbentuk dengan sendirinya, memberi gambaran keupayaan alam secara semula jadi untuk mengimbangkan kehidupan apabila diberikan ruang dan peluang. Di sudut inilah bermulanya refleksi saya tentang kepelbagaian biologi yang saling berinteraksi dalam satu ekosistem atau biodiversiti yang merupakan asas kepada kelangsungan kehidupan dan hubungkaitnya dengan masa depan generasi akan datang.

Ikan kecil

Pada awalnya, kami bermula dengan hanya beberapa ekor ikan gapi dan ikan emas kecil. Tanpa kami jangka, ikan-ikan ini membiak dengan jayanya, menghasilkan pelbagai saiz dan warna yang menambahkan seri kolam kecil kami. Tanpa campur tangan berlebihan oleh manusia, situasi ini memberi gambaran bahawa dengan persekitaran dan ruang yang sesuai, kehidupan boleh berkembang.

Ikan membantu mengawal populasi larva serangga dan organisma kecil lain yang berpotensi untuk mengganggu kualiti air kolam.

Kehadiran ikan-ikan ini bukan sekadar visual, mereka turut menyumbang kepada keseimbangan ekosistem (Stephen et al 1985) di dalam kolam tersebut. Ikan membantu mengawal populasi larva serangga dan organisma

kecil lain yang berpotensi untuk mengganggu kualiti air kolam. Pergerakan ikan secara berterusan menggalakkan pengaliran air sekaligus mengurangkan pertumbuhan alga secara berlebihan. Ini sekaligus memastikan kolam kekal bersih tanpa bantuan daripada penggunaan bahan kimia. Bertepatan dengan prinsip biodiversiti lestari, ikan-ikan ini menyumbang secara langsung kepada kesejahteraan keseluruhan ekosistem di dalam kolam kecil kami.

Katak

Bukan sekadar menghasilkan bunyi diwaktu malam, kehadiran katak di dalam dan disekitar kolam kecil ini memberikan makna yang jauh mendalam. Katak antara spesies yang sensitif terhadap perubahan sekitar, terutamanya kualiti air dan habitat sekeliling. Kehadiran katak atau berudu memberi gambaran keseimbangan hidupan dalam kolam masih terpelihara. Bukan sahaja katak memberi manfaat kepada ekosistem di dalam

kolam, malah turut memberikan kesan secara langsung kepada kesejahteraan manusia. Katak membantu mengurangkan populasi vektor penyakit (Daniel and Kimberly 2013) yang sekiranya tidak di kawal bakal menjejaskan kesihatan manusia. Penurunan kehadiran atau populasi katak memberi gambaran kemerosotan kualiti air atau penggunaan bahan kimia yang berlebihan (Blaustein and Wake 1990). Secara tidak langsung, katak membantu mencerminkan tahap keselamatan persekitaran yang didiami kami sekeluarga. Bunyi katak pada waktu malam menanam rasa tenang dan menghubungkan kita dengan alam secara langsung.

Siput

Ia mungkin kecil dari segi fizikal, namun, peranannya tidak kurang hebat dalam memastikan kelestarian dan keseimbangan ekosistem. Siput memakan alga dan sisa organik yang terdapat pada permukaan batu, tumbuhan akuatik dan juga di dasar kolam. Ini menyumbang kepada pengekalan kualiti air yang lebih seimbang, stabil dan selamat untuk hidupan lain di dalam kolam. Siput membantu kitaran nutrien dalam ekosistem. Siput menyediakan sumber nutrient daripada sisa yang diuraikan (Covich et al 1999) untuk



Gambar 1: Kolam kecil di tepi rumah
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

tumbuhan akuatik dan seterusnya menyokong rantai makanan kolam tersebut secara keseluruhannya. Walaupun mereka senyap dan bergerak perlahan, kita kurang sedar peranan siput dalam mengekalkan keseimbangan persekitaran kita.

Pokok-pokok Hijau

Kolam kecil kami ini turut memberi impak signifikan kepada pokok-pokok hijau di sekelilingnya. Kehadiran air yang berterusan bergerak menyediakan iklim sekitar yang lembap dan sejuk dan mengurangkan tekanan haba ke atas tumbuhan terutamanya pada musim panas. Kesegaran daun dan fotosintesis dapat dikekalkan dan berlaku dengan lebih efisien dengan bantuan

tanah dan persekitaran yang lembap. Sisa organik kolam yang dihasilkan oleh ikan, siput dan juga hidupan kolam yang lain, menyumbang kepada kesuburan tanah disekitar dan menggalakkan pertumbuhan akar yang kuat dan sihat tanpa bergantung penuh kepada baja kimia. Hubungan timbal balik di antara hidupan kolam menyumbang secara langsung kepada kesihatan keseluruhan persekitaran taman kecil kami.

Kolam ini mungkin kecil, namun mampu memberi pengajaran bahawa kelestarian alam tidak semestinya bermula dengan perubahan besar, tetapi dengan secebis kesedaran kecil yang berterusan. Dalam sunyinya pergerakan air, ikan-ikan kecil



Gambar 2: Pokok-pokok hijau di sekitar kolam kecil kami (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

terus berenang, katak setia bersuara saban malam dan siput terus bergerak walaupun perlahan, memberi harapan bahawa masih wujud keseimbangan alam. Kajian



Gambar 3: Siput yang menghuni kolam kecil kami dan kawasan sekitar rumah (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

ekologi menunjukkan bahawa kepelbagaian spesies memainkan peranan penting dalam memastikan fungsi dan kestabilan ekosistem (Hooper et al., 2005).

Justeru, adalah menjadi amanah buat kita memastikan kelestarian biodiversiti sebaik mungkin. Jika biodiversiti mampu dipelihara di dalam kolam kecil ini, maka harapan untuk generasi akan datang juga masih cerah, selagi manusia memilih untuk memelihara dan bukan untuk merosakkan.

Alam bukan sekadar warisan, namun amanah yang perlu dipertahankan.

Rujukan



MENJEJAK AWAN, MENJAGA WARISAN: REFLEKSI PENDAKIAN KE TAMAN NEGERI GUNUNG STONG

Roslina Ali, Ina Murni Hashim & Norulhuda Tajuddin

Pusat Pengajian Perniagaan dan Perbankan, Fakulti Pengurusan dan Perniagaan,
UiTM Cawangan Pahang, Kampus Raub, 27600 Raub, Pahang

roslinaali@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Pengenalan

Aktiviti pendakian gunung dilihat sebagai pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman yang mampu menghubungkan secara langsung hubungan antara manusia dan alam secara lebih mendalam. Sebagai seorang pendaki, setiap gunung yang didaki bukan sekadar memantapkan fizikal, tetapi juga merupakan salah satu medan utama pembelajaran yang menghubungkan pemahaman mendalam tentang kehidupan dan kelestarian alam. Pengalaman penulis menyusuri Air Terjun Jelawang ke tiga puncak gunung memperlihatkan tersembunyinya sebuah khazanah alam yang tidak ternilai harganya. Setiap langkah mendaki menyusuri denai hutan tropika di kawasan Taman Negeri Gunung Stong bukan sekadar cabaran fizikal, tetapi juga perjalanan jiwa yang membuka mata tentang betapa kayanya biodiversiti negara tercinta. Refleksi ini lahir daripada pengalaman peribadi

menyadari bahawa setiap langkah di hutan membawa tanggungjawab untuk menghormati, melindungi, dan memelihara warisan alam yang tidak ternilai. Melalui artikel ini, penulis mengajak pembaca meneroka makna sebenar kelestarian biodiversiti dari perspektif seorang pendaki bahawa masa depan generasi bukan hanya ditentukan oleh pembangunan dan kemajuan, tetapi juga oleh sejauh mana kita memelihara warisan alam yang tidak ternilai ini.

Setiap langkah mendaki menyusuri denai hutan tropika di kawasan Taman Negeri Gunung Stong bukan sekadar cabaran fizikal, tetapi juga perjalanan jiwa yang membuka mata tentang betapa kayanya biodiversiti negara tercinta.

Gunung sebagai Ruang Pendidikan Alam

Saya ingin berkongsi sedikit pengalaman melintasi Air Terjun Jelawang di Taman Negeri Stong yang terletak di negeri Kelantan. Pengalaman mendaki di ketiga-tiga puncak Gunung Baha, Gunung Ayam dan Gunung Stong membuka mata saya terhadap kekayaan biodiversiti hutan tropika Malaysia. Sepanjang laluan pendakian, saya berpeluang melihat kepelbagaian flora dan fauna yang unik daripada tumbuhan renek yang menjalar di lantai hutan hinggalah pokok-pokok besar yang menjulang tinggi berserta dengan pelbagai spesies habitat haiwan mendiami hutan hijau tropika negara kita. Keterujaan saya bertambah ketika melihat tumbuhan unik yang tidak pernah saya temui di tempat lain, membuktikan betapa berharganya habitat semula jadi yang masih terpelihara di sini. Di samping itu juga, deruan air terjun yang membasahi lantai batu menjadi latar belakang kehijauan hutan yang cukup mempersonakan.

Pengalaman berada dalam hutan hijau ini memberi kesedaran mendalam bahawa biodiversiti bukan sekadar istilah akademik, tetapi realiti hidup yang perlu dipelihara. Setiap satu elemen dalam ekosistemnya mempunyai peranan tersendiri dalam mengekalkan keseimbangan alam.

Kelestarian Alam dan Tanggungjawab Pendaki

Sebagai pendaki, saya menyedari bahawa aktiviti rekreasi luar berpotensi memberi kesan langsung kepada alam sekitar sekiranya tidak dikendalikan secara beretika. Laluan yang dipijak berulang kali boleh menyebabkan hakisan tanah, sampah yang ditinggalkan mampu mencemarkan sumber air, dan gangguan terhadap habitat liar boleh menjejaskan kelangsungan spesies tertentu. A Justeru, prinsip “*Leave No Trace*” atau “tinggalkan hanya jejak kaki, ambil hanya gambar” bukanlah sekadar slogan, tetapi merupakan satu amanah yang harus dipegang setiap kali saya dan rakan-rakan menyertai aktiviti pendakian dan penerokaan hutan. Kami pendaki sentiasa mengingatkan antara satu sama lain, memastikan tiada sampah ditinggalkan, tidak memetik tumbuhan sewenang-wenangnya, serta meminimumkan gangguan bunyi. Tindakan ini

mencerminkan komitmen setiap individu dalam memelihara kelestarian alam agar generasi akan datang masih berpeluang menikmati keindahan dan memanfaatkannya. Menurut kajian Lustiyati et. al (2022) kelestarian biodiversiti di kawasan hutan dan gunung bergantung kepada gabungan kesedaran individu, pengurusan sistematik, serta dasar pelancongan yang bertanggungjawab. Bagi merealisasikan amanah ini kerjasama semua pihak yang terdiri dari pendaki, komuniti setempat, pihak berkuasa dan generasi muda amat diperlukan. Secara tidak langsung mereka berperanan menjadi duta kecil alam sekitar yang menyebarkan kesedaran tentang kepentingan pemuliharaan.

Refleksi Peribadi: Antara Cabaran dan Kesedaran

Setiap langkah yang diatur di denai hutan bukan sekadar perjalanan fizikal menuju puncak, tetapi juga sebuah perjalanan intelektual dan spiritual dalam memahami erti biodiversiti serta kepentingan kelestarian alam. Namun, di sebalik kelelahan, saya menemukan ketenangan dan rasa syukur terhadap keagungan ciptaan Tuhan. Melihat kabus yang menyelubungi puncak dan mendengar deruan angin di celah pepohonan mengingatkan saya bahawa manusia hanyalah sebahagian kecil daripada ekosistem yang luas. Biodiversiti dan kelestarian alam bukan sekadar tema wacana akademik, tetapi realiti sebenar



Gambar 1: (A) Penulis bersama sebahagian pendaki berlatar belakang Air Terjun Jelawang Taman Negeri Gunung Stong, Dabong, Kelantan; (B) Penulis bersama sisa sampah yang dikumpul untuk dibawa turun (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

yang saya alami sendiri semasa berada di denai gunung. Sebagai pendaki, saya memikul tanggungjawab moral untuk memastikan setiap langkah yang diambil tidak merosakkan, sebaliknya menyumbang kepada usaha pemuliharaan.

Pada masa sekarang, gunung bukan sahaja khazanah biodiversiti, malah merupakan sumber kewangan penting dalam sektor pelancongan negara. Keindahan landskap semulajadi, cabaran pendakian, serta keunikan flora dan fauna menjadikan kawasan gunung sebagai tarikan utama pelancong domestik dan antarabangsa. Aktiviti seperti pendakian, perkhemahan, fotografi alam, dan ekopelancongan menyumbang secara langsung kepada pendapatan melalui bayaran permit, yuran masuk, khidmat pemandu pelancong, penginapan, perniagaan makanan dan peralatan mendaki. Samih & Mapjabil (2020) menekankan bahawa pelancongan gunung bukan sahaja aktiviti rekreasi, tetapi satu bentuk pembangunan yang perlu diurus secara lestari bagi mengelakkan impak negatif terhadap ekosistem seperti isu tekanan terhadap alam sekitar, pengurusan sisa, dan kapasiti tampung (carrying capacity) perlu diberi perhatian serius oleh pihak berkepentingan. Keperluan kepada pendekatan

pengurusan bersepadu dan dasar yang mampan amat diperlukan supaya aktiviti pendakian dan pelancongan gunung dapat terus menyumbang kepada ekonomi tanpa mengorbankan biodiversiti yang menjadi nadi kehidupan yang perlu dipelihara dengan penuh tanggungjawab.

Kesimpulan

Gunung mengajar saya bahawa kelestarian bukan pilihan, tetapi keperluan. Biodiversiti yang kaya di kawasan pergunungan adalah warisan semula jadi yang perlu dipelihara melalui kesedaran,

Pada masa sekarang, gunung bukan sahaja khazanah biodiversiti, malah merupakan sumber kewangan penting dalam sektor pelancongan negara. Keindahan landskap semulajadi, cabaran pendakian, serta keunikan flora dan fauna menjadikan kawasan gunung sebagai tarikan utama pelancong domestik dan antarabangsa.

pendidikan dan tindakan kolektif. Selagi langkah pendaki diiringi etika dan rasa hormat terhadap alam, selagi itu, gunung akan terus menjadi simbol ketahanan ekologi dan harapan bagi masa depan generasi. Jika setiap langkah kita lebih berhemah hari ini, masa depan generasi akan terus mekar bersama alam yang terpelihara. Setiap tindakan manusia sama ada kecil atau besar memberi kesan langsung kepada ekosistem yang menyokong kehidupan sejagat. Jika hari ini kita lalai menjaga hutan, sungai dan gunung-ganang, generasi akan datang mungkin hanya mengenali keindahan ini melalui gambar dan cerita semata-mata. Sebagai pendaki, refleksi yang paling bermakna adalah kesedaran bahawa kita hanyalah tetamu di alam ini. Tugas kita bukan untuk menaklukkan, tetapi menghargai, memelihara dan memegang amanah kepada alam sekitar. Biodiversiti lestari adalah warisan yang mesti dipertahankan agar masa depan generasi terus subur dengan kehidupan, keindahan dan keseimbangan alam yang harmoni.

Rujukan



TANAH BENCAH DAN PEMBANGUNAN

Syazuani Mohd Shariff

Pusat Pengajian Biologi, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit
Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

syazuani@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Tanah bencah/lembap sering dianggap sebagai ekosistem pinggir dalam wacana pembangunan moden. Kawasan ini lazimnya digambarkan sebagai berlumpur dan berpayau, serta dianggap tidak memenuhi piawaian landskap bandar moden. Persepsi sedemikian menyebabkan tanah bencah gagal memenuhi tafsiran kemajuan yang didominasi oleh pembinaan fizikal dan pertumbuhan ekonomi. Dalam perancangan pembangunan, tanah bencah jarang diberikan kedudukan yang signifikan. Sebaliknya, kawasan ini sering dilihat sebagai halangan yang perlu ditambah, dikeringkan atau diubah suai bagi memenuhi keperluan manusia. Ironinya, kepentingannya mula diakui hanya setelah ia musnah dan kesan negatif dirasakan.

Dalam naratif pembangunan arus perdana, kemajuan lazimnya ditafsirkan melalui kewujudan bangunan, jaringan infrastruktur dan peningkatan hasil ekonomi. Tanah bencah pula berfungsi secara senyap dan tidak menghasilkan pulangan kewangan segera. Oleh sebab itu, kawasan ini

gagal memenuhi definisi kemajuan yang sempit dan bersifat materialistik. Hal ini menimbulkan persoalan, adakah pembangunan yang mengorbankan sistem perlindungan semula jadi wajar ditakrifkan sebagai kemajuan?

Persepsi sedemikian menyebabkan tanah bencah gagal memenuhi tafsiran kemajuan yang didominasi oleh pembinaan fizikal dan pertumbuhan ekonomi.

Tanah bencah memainkan peranan penting dalam mengekalkan keseimbangan ekosistem. Kawasan ini berfungsi sebagai zon serapan air semula jadi yang mengurangkan risiko banjir. Selain itu, ia menapis bahan pencemar sebelum air memasuki sistem sungai, menyimpan karbon dalam tanah dan tumbuhan, serta menyediakan habitat kepada pelbagai spesies flora dan fauna. Semua fungsi ini

menjadi asas kepada kesejahteraan manusia dan kestabilan alam sekitar. Namun, apabila tanah bencah dimusnahkan, fungsi tersebut terpaksa digantikan dengan kaedah buatan manusia. Usaha ini lazimnya melibatkan kos yang tinggi dan keberkesanan yang terhad. Hakikat inilah yang hanya disedari setelah kawasan tersebut tidak lagi wujud.

Manusia menghapuskan sistem semula jadi yang berfungsi secara percuma. Pada masa yang sama, perbelanjaan besar diperuntukkan untuk membina sistem buatan yang cuba meniru fungsi yang sama. Sistem saliran konkrit, pam air berteknologi tinggi dan pelan mitigasi banjir sering diperkenalkan sebagai penyelesaian moden. Namun, setiap kali hujan lebat melanda, kegagalan sistem ini kembali menjadi perhatian umum. Punca asas, iaitu kehilangan tanah bencah, jarang diketengahkan sebagai isu utama. Lebih membimbangkan, kemusnahan tanah ini sering dinormalisasikan.

Malaysia

Sifat organik tanah gambut jadi cabaran dalam operasi pemadaman kebakaran - Pakar

astro Bernama
AWANI 31/01/2026 | 14:00 MYT



Gambar 1: Petikan akhbar tempatan mengenai kebakaran hutan paya gambut (Sumber: www.astroawani.com 31/01/2026)

Proses ini berlaku secara beransur-ansur dan tanpa bantahan besar. Oleh sebab kerosakannya bersifat perlahan dan tidak dramatik, ia gagal mencetuskan rasa kebimbangan umum. Dalam masyarakat yang cenderung bertindak balas hanya apabila krisis berlaku, kerosakan jangka panjang seperti ini mudah diabaikan.

Walaupun secara retoriknya slogan “masa depan generasi akan datang” sering diulang dalam ucapan rasmi dan kempen kesedaran alam sekitar. Namun, dalam praktik sebenar, keputusan pembangunan yang dibuat hari ini amat berlawanan dan jarang mengambil kira kesan jangka panjang. Tanah bencah terus dikorbankan

demi kemudahan segera seperti perumahan, perindustrian dan infrastruktur. Akhirnya, kos ekologi yang besar terpaksa ditanggung oleh generasi seterusnya.

Jika keadaan ini berterusan, generasi akan datang berkemungkinan tidak lagi berpeluang menyaksikan tanah bencah sebagai ekosistem hidup.

Sebaliknya, mereka hanya mengenalinya sebagai istilah dalam buku teks atau sebagai contoh kegagalan pengurusan alam sekitar. Isu ini menjadi semakin kritikal apabila dikaitkan dengan pemanasan global. Laporan Panel Antara Kerajaan mengenai Perubahan Iklim. (IPCC) menegaskan bahawa

pemanasan global berpunca daripada peningkatan kepekatan gas rumah hijau akibat aktiviti manusia. Dalam konteks ini, pemusnahan tanah bencah bukan sekadar isu biodiversiti, malah merupakan kegagalan strategi mitigasi iklim.

Fungsi tanah bencah yang bertindak sebagai penyimpan karbon yang berkesan, juga mampu menyimpan untuk jangka masa panjang. Malangnya, apabila kawasan ini dikeringkan atau ditambak, karbon yang tersimpan dilepaskan semula ke atmosfera. Proses ini seterusnya mempercepatkan pemanasan global dan memburukkan krisis iklim.

Hakikatnya, ketika dunia giat mencari penyelesaian teknologi yang mahal dan kompleks, IPCC menekankan kepentingan penyelesaian berasaskan alam. Perlindungan dan pemulihan tanah bencah dikenal pasti sebagai antara pendekatan paling kos efektif dan berdaya tahan. Namun, dalam realiti pembangunan semasa, pendekatan ini sering diketepikan kerana tidak selari dengan kepentingan ekonomi. Persoalan yang lebih mendasar ialah cara nilai ditentukan dalam sistem pembangunan moden. Sistem ekonomi cenderung mengukur nilai berdasarkan pulangan kewangan yang boleh

Zon penampungan banjir hilang



Gambar 2: Petikan akhbar utusan Malaysia mengenai zon penampungan banjir yang hilang
(Sumber: www.utusan.com.my)

dikuantifikasi. Sebaliknya, fungsi ekologi yang menyokong kelangsungan kehidupan jarang diberikan keutamaan. Selagi tanah bench tidak dilihat sebagai aset bernilai tinggi, kawasan ini akan terus dipinggirkan dalam proses membuat keputusan.

Masalah ini bukan sekadar berkait dengan tahap kesedaran awam. Sebaliknya, ia berpunca daripada struktur dan keutamaan dasar. Selagi alam sekitar dianggap sebagai sektor sampingan, kemusnahan tanah bench akan terus berlaku walaupun pelbagai slogan kelestarian dilaungkan. Tanah bench tidak menuntut perhatian atau

publisiti. Kawasan ini hanya memerlukan ruang untuk terus wujud dan berfungsi. Namun, dalam dunia yang terlalu ghairah mengejar pembangunan fizikal dan kepantasan, peranan senyap seperti ini mudah dinafikan.

Dalam hal ini, perbincangan mengenai tanah bench mencerminkan cara manusia mentafsirkan kemajuan dan menilai masa depan. Setiap kawasan yang dimusnahkan, menggambarkan keutamaan masyarakat. Jika kemajuan terus ditakrifkan sebagai penghapusan sistem semula jadi demi keuntungan jangka pendek, kerugian yang bakal ditanggung bukan sahaja

melibatkan alam sekitar, malah manusia sendiri. Akhirnya, tanah bench bukan penghalang kemajuan. Sebaliknya, kawasan ini menjadi pendukung sistem perlindungan semula jadi yang telah lama diabaikan. Kesedaran sebenar mungkin hanya akan muncul apabila perlindungan ini benar-benar lenyap, iaitu ketika kos yang perlu ditanggung sudah terlalu tinggi untuk ditebus.

Rujukan



PERANAN TEKNOLOGI GEOSPATIAL DALAM ASPEK PEMETAAN DAN PENGURUSAN SUMBER BIODIVERSITI MARIN SECARA MAPAN

Sharir Aizat Kamaruddin, Khairul Naim Abd. Aziz, Jamil Tajam, Aziani Ahmad, Zamzila Erdawati Zainol, Rohayu Ramli, Rosnani Nazri, Nor Shafikah Idris, Muhammad Akmal Roslani, Nor Atikah Husna Ahmad Nasir

Stesen Penyelidikan Marin, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600 Arau, Perlis, Malaysia

shariraizat@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Biodiversiti marin merupakan khazanah semula jadi yang amat bernilai, bukan sahaja sebagai penampung keseimbangan ekosistem laut, malah sebagai sumber makanan, ekonomi dan pengetahuan kepada manusia. Namun, tekanan akibat perubahan iklim, pencemaran, eksploitasi berlebihan dan pembangunan pesisir yang tidak terkawal menyebabkan banyak spesies marin berada pada tahap ancaman yang membimbangkan. Dalam usaha melestarikan biodiversiti marin untuk generasi masa depan, teknologi geospasial muncul sebagai teras penting dalam pemetaan, pemantauan dan pengurusan sumber marin secara mampan.

Teknologi geospasial merangkumi penggunaan Sistem Maklumat Geografi (GIS), penderiaan jauh, Sistem Penentuan Global (GPS) serta analisis spatial berkomputer. Gabungan

teknologi ini membolehkan data biodiversiti marin dipetakan secara sistematik, dianalisis secara menyeluruh dan divisualkan dalam bentuk yang mudah difahami oleh penyelidik, pembuat dasar dan masyarakat umum. Dalam konteks marin, teknologi geospasial membantu memahami taburan spesies, corak habitat, perubahan persekitaran laut serta interaksi antara faktor biologi dan fizikal.

Salah satu sumbangan utama teknologi geospasial ialah keupayaannya memetakan taburan spesies marin secara spatial dan temporal. Spesies seperti plankton, ikan, obor-obor dan terumbu karang tidak wujud secara rawak, sebaliknya dipengaruhi oleh parameter persekitaran seperti suhu permukaan laut, saliniti, kekeruhan air dan arus laut. Dengan menggunakan GIS,



Gambar 1: Aplikasi perisian geospasial membolehkan analisis spatial tepat untuk menyokong pengurusan alam sekitar lestari (Sumber: Koleksi Peribadi Penulis)

data biologi boleh digabungkan bersama data oseanografi untuk mengenal pasti kawasan kritikal biodiversiti atau hotspot marin. Maklumat ini amat penting dalam merancang zon perlindungan marin dan kawasan larangan tangkapan.

Selain itu, teknologi penderiaan jauh melalui satelit membolehkan pemantauan biodiversiti dilakukan secara berskala besar dan berterusan. Satelit mampu mengesan perubahan suhu laut, kepekatan klorofil-a dan tahap pencemaran, yang kesemuanya memberi petunjuk kepada kesihatan ekosistem marin. Data ini amat berguna dalam mengesan fenomena seperti pemutihan karang, letusan populasi obor-obor atau perubahan habitat plankton akibat perubahan iklim dan sebagainya. Tanpa teknologi geospasial, pemerhatian sebegini memerlukan kos yang tinggi dan masa yang panjang.

Teknologi geospasial juga berperanan penting dalam pemodelan dan ramalan biodiversiti marin. Melalui analisis spatial dan statistik, penyelidikan dapat membangunkan model taburan spesies berdasarkan senario semasa dan masa hadapan. Sebagai contoh, model ramalan boleh menunjukkan bagaimana perubahan suhu laut akan mempengaruhi taburan spesies ikan atau



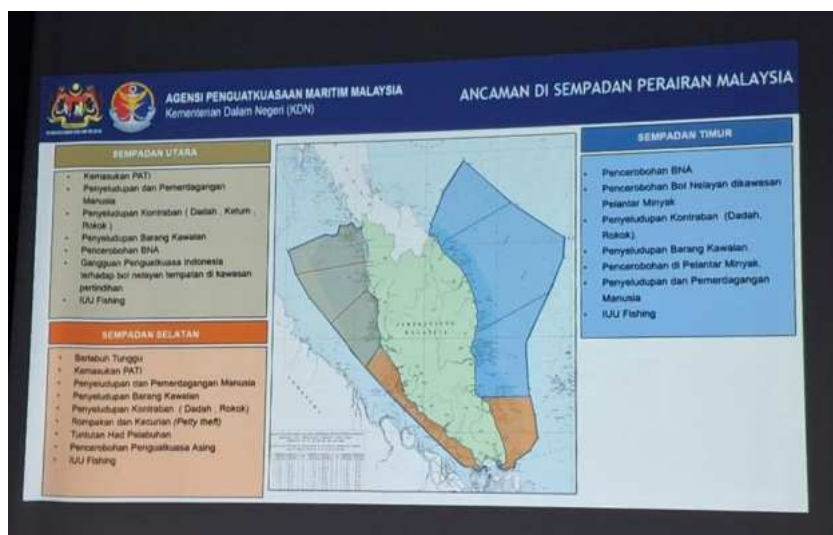
Gambar 2: Integrasi data lapangan marin dengan teknologi geospasial mengukuhkan asas saintifik pemuliharaan ekosistem.

(Sumber: Koleksi Peribadi Penulis)

plankton pada dekad akan datang. Ramalan ini memberi nilai strategik kepada pengurusan perikanan, perancangan marin spatial dan

dasar pemuliharaan negara. Dari sudut pengurusan sumber, teknologi geospasial menyokong pendekatan pengurusan berasaskan ekosistem. Peta biodiversiti yang terhasil dapat membantu pihak berkuasa mengenal pasti kawasan sensitif yang perlu dilindungi, kawasan sesuai untuk aktiviti ekonomi marin serta zon konflik antara pemuliharaan dan pembangunan. Pendekatan ini bukan sahaja mengurangkan risiko kerosakan ekosistem, malah memastikan sumber marin dimanfaatkan secara adil dan berterusan untuk generasi akan datang.

Signifikansi teknologi geospasial turut melangkaui aspek teknikal apabila ia menjadi medium pendidikan dan kesedaran awam. Visualisasi peta biodiversiti marin yang interaktif mampu



Gambar 3: Pemetaan geospasial sempadan marin memastikan pemantauan sumber dan perlindungan biodiversiti negara secara berterusan (Sumber: Koleksi Peribadi Penulis)

menyampaikan mesej pemuliharaan dengan lebih berkesan berbanding laporan teknikal semata-mata. Peta yang menunjukkan kehilangan habitat atau pengurangan spesies secara visual dapat menyentuh kesedaran masyarakat tentang kepentingan melindungi laut. Ini selari dengan matlamat melestari biodiversiti yang memerlukan sokongan semua lapisan masyarakat.

Bagi generasi masa depan, penguasaan teknologi geospasial membuka peluang baharu dalam bidang penyelidikan, inovasi dan kerjaya berkaitan marin.

Pelajar dan penyelidik muda yang dilengkapi kemahiran GIS dan analisis spatial mampu menghasilkan penyelesaian berasaskan data bagi isu biodiversiti. Ini termasuk pembangunan sistem pemantauan pintar, aplikasi amaran awal dan pangkalan data biodiversiti yang boleh diakses secara terbuka. Pemindahan ilmu dan teknologi ini memastikan usaha pemuliharaan tidak terhenti pada satu generasi sahaja.

Walau bagaimanapun, keberkesanan teknologi geospasial bergantung kepada kualiti data, kerjasama antara agensi dan komitmen jangka panjang. Data biodiversiti marin perlu dikemas kini



Gambar 4: Peta geospasial sebagai alat kritikal dalam perancangan, pemantauan, dan jaminan kelestarian biodiversiti masa depan (Sumber: Koleksi Peribadi Penulis)

secara berterusan dan dikongsi secara beretika. Kerjasama antara institusi penyelidikan, universiti, agensi kerajaan dan komuniti setempat amat penting bagi memastikan data yang dikumpul mencerminkan keadaan sebenar ekosistem marin.

Bagi generasi masa depan, penguasaan teknologi geospasial membuka peluang baharu dalam bidang penyelidikan, inovasi dan kerjaya berkaitan marin.

Kesimpulannya, teknologi geospasial merupakan tulang belakang dalam usaha melestari biodiversiti marin untuk generasi masa depan. Keupayaannya memetakan, menganalisis dan meramalkan perubahan biodiversiti menjadikannya alat yang tidak boleh ditinggalkan dalam pengurusan marin moden. Dengan memanfaatkan teknologi ini secara bijaksana, manusia bukan sahaja dapat memahami laut dengan lebih mendalam, malah dapat memastikan khazanah biodiversiti marin terus diwarisi oleh generasi akan datang sebagai amanah bersama.

RAHSIA DI SEBALIK RIMBA: MENGAPA PENAWAR KANSER BERGANTUNG PADA KELESTARIAN ALAM PADA HARI INI?

Nurhidayah Ab. Rahim

Fakulti Sains Kesihatan, UiTM Cawangan Pulau Pinang, Kampus Bertam, 13200 Kepala Batas, Pulau Pinang

hidayahr@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

Secara analoginya, sebuah bangunan menyimpan jutaan botol ubat-ubatan yang bernilai tinggi, namun ribuan sumber utamanya sedang terbakar atau dimusnahkan sebelum sempat kita mengkajinya. Itulah yang cuba digambarkan kepada biodiversiti kita hari ini yang merupakan sumber utama ubat-ubatan bagi merawat atau mencegah pelbagai penyakit.

Tumbuh-tumbuhan tradisional dan herba yang wujud di celah rimبان hijau hutan tropika merupakan kekayaan negara yang mengandungi molekul kompleks yang berpotensi tinggi sebagai penawar pelbagai penyakit.

Agenda biodiversiti lestari membolehkan khazanah negara dipelihara, sekali gus menjadi biosekuriti yang penting kepada generasi akan datang. Sebaliknya, kehadiran spesies tumbuhan yang mempunyai nilai perubatan yang tinggi mungkin pupus akibat daripada Pembangunan yang tidak terancang. Maka,

Perubatan moden dengan ubat-ubatan sintetik pastilah menjadi pilihan rawatan yang utama, namun seiring dengannya, bahan-bahan daripada alam semulajadi juga bertindak sebagai sumber yang menyakinkan dalam merawat penyakit seperti kanser.

memelihara alam bukan lagi sekadar tanggungjawab etika terhadap alam sekitar, tetapi ia adalah pelaburan insurans hayat yang paling kritikal bagi memastikan anak cucu kita mewarisi sebuah 'farmasi alam' yang lengkap, dan bukannya sebuah hutan yang hilang manfaatnya.

Perubatan moden dengan ubat-ubatan sintetik pastilah menjadi pilihan rawatan yang utama, namun seiring dengannya, bahan-bahan daripada alam semulajadi juga bertindak sebagai sumber yang menyakinkan dalam merawat penyakit seperti kanser.

Kehadiran sebatian bioaktif di dalam tumbuh-tumbuhan tradisional atau herba, seperti alkaloid, flavonoid, atau terpenoid, mampu mematikan dan mengganggu kitaran hidup sel kanser tanpa menjejaskan sel normal yang sihat secara drastik. Malah, sebatian bioaktif ini perlu melalui proses ekstraksi dan fasa ujian klinikal yang rapi sebelum diiktiraf sebagai modaliti rawatan moden yang digunakan secara meluas pada hari ini.

Biodiversiti Malaysia meliputi tumbuh-tumbuhan tempatan seperti pokok herba dan tumbuhan tradisional mempunyai potensi melawan sel-sel kanser. Kajian makmal

menunjukkan ekstrak tumbuh-tumbuhan tempatan dapat mematikan sel kanser melalui mekanisme apoptosis, iaitu proses biologi asas yang menyingkirkan sel-sel yang rosak atau tidak diperlukan secara terkawal untuk mengekalkan keseimbangan selular badan. Selain itu, komponen tumbuh-tumbuhan juga mampu menyekat proses angiogenesis, iaitu proses di mana tumor membentuk saluran darah baru untuk mendapatkan bekalan makanan. Kajian ini membuktikan bahawa setiap herba dan tumbuh-tumbuhan tempatan mempunyai profil kimia yang unik dan kompleks, namun kualiti sebatian aktif adalah kurang baik jika tumbuh di habitat yang berbeza atau terancam. Kelestarian biodiversiti adalah penting untuk mewujudkan sinergi alam kerana keberkesanan herba dan tumbuh-tumbuhan tempatan lain bukan bergantung pada satu bahan kimia sahaja, tetapi pada kombinasi pelbagai molekul yang bertindak secara harmoni.

Pada masa ini, lebih daripada 60% ubat antikanser yang diluluskan secara klinikal adalah berasal daripada herba. Manakala, ratusan fitokimia yang berpotensi sebagai antikanser ditemui dalam tumbuh-tumbuhan setiap tahun, sekaligus membuka



Gambar 1: Keindahan hutan rimba di Banjaran Titiwangsa yang menyimpan pelbagai sumber penawar penyakit yang belum diterokai (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

jalan baharu bagi rawatan kanser. Antaranya ialah taxol (paclitaxel) yang diekstrak daripada pokok Pacific Yew dan digunakan secara meluas untuk merawat kanser payudara, ovari, dan paru-paru. Ia bertindak dengan mengganggu mikrotubul (struktur rangka sel), sekaligus menghalang pembahagian sel kanser. Selain itu, vincristine & vinblastine berasal daripada pokok Kemuning Cina. Tumbuhan ini sering ditanam sebagai pokok hiasan di Malaysia, namun ia mempunyai nilai perubatan yang sangat tinggi. Vincristine sangat kritikal dalam merawat leukemia kanak-kanak (meningkatkan kadar kelangsungan hidup daripada 10% ke 90%). Vinblastine pula digunakan untuk penyakit

Hodgkin (limfoma). Namun begitu, proses mentransformasikan sebatian bioaktif daripada tumbuhan semulajadi kepada ubat-ubatan mempunyai cabaran tersendiri disebabkan oleh kesukaran dalam pengekstrakan berskala besar, pemahaman mekanisme, dan pembangunan farmaseutikal.

Ironinya, di sebalik kepesatan penyelidikan mencari penawar penyakit, kerakusan aktiviti penebangan hutan menyebabkan sumber asli ubat-ubatan ini semakin pupus dan lenyap dari muka bumi. Apabila kita memusnahkan biodiversiti hutan, kita sebenarnya sedang memusnahkan "kilang" yang menghasilkan ubat-ubatan ini. Justeru, semua pihak



Gambar 2: Kemunting Cina atau nama saintifiknya, *Catharanthus roseus*, mempunyai sebatian bioaktif, vincristine dan vinblastine yang dapat merawat penyakit kanser (Sumber: Harian Metro, 27 April 2019)

bertanggungjawab
melestarikan biodiversiti
berlandaskan konsep ekuiti
antara generasi, agar generasi
masa depan bukan sahaja
dapat mewarisi khazanah
alam, malah berpeluang
mendapatkan rawatan
perubatan yang lebih baik
melalui penemuan ubat-ubatan
berasaskan sumber alam yang
belum diterokai.

Justeru itu, biodiversiti
semulajadi merupakan sistem
sokongan kehidupan yang
dinamik yang menandakan
bahawa kesihatan manusia
dan kelestarian alam
membentuk satu entiti yang
saling berhubung dan tidak
boleh dipisahkan. Jika
kewujudan interaksi ini tidak

diendahkan, pastilah keajaiban
penawar penyakit tidak akan
ditemui di hutan yang gersang.
Tindakan dan usaha yang
dilakukan pada masa kini
dalam memelihara sumber
biodiversiti seperti pengawalan
pembangunan yang mapan
hingga ke tahap pewartaan
hutan sebagai zon
perlindungan hidupan
membuktikan bahawa kita
sedang melindungi khazanah
yang akan diwariskan kepada
generasi masa depan.
Menyelamatkan alam tidaklah
terhad kepada menyelamatkan
pokok sahaja tetapi meliputi
konteks yang lebih luas iaitu
memastikan kelangsungan
populasi manusia sentiasa
terjamin dengan memahami

nilai perubatan yang ada pada
setiap pokok. Kesimpulannya,
kelestarian biodiversiti
merupakan jaminan terhadap
ketersediaan sumber sebatian
bioaktif masa hadapan, sekali
gus memberi keyakinan
bahawa potensi penemuan
terapeutik daripada alam akan
sentiasa relevan dalam
mendepani cabaran penyakit
kronik.

Rujukan



SALUTAN MAKANAN BERASASKAN BIO: INOVASI LESTARI MEMELIHARA BIODIVERSITI UNTUK GENERASI MASA DEPAN

Nadya Hajar, Naemaa Mohamad, dan Nurul Azlin Tokiman

Jabatan Teknologi Makanan, Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

Alliance of Research and Innovation for Food (ARIF), UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

nadya1844@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Perubahan iklim, peningkatan populasi global, dan tekanan terhadap sumber semula jadi, menjadikan usaha memelihara biodiversiti bukan lagi pilihan sebaliknya ia adalah keperluan. Sistem makanan dunia menyumbang secara langsung kepada kemerosotan biodiversiti melalui pembaziran makanan, penggunaan plastik sekali guna, dan eksploitasi sumber pertanian secara tidak lestari. Oleh itu, inovasi sains makanan yang berasaskan alam semula jadi muncul sebagai penyelesaian penting bagi menjamin kelestarian ekosistem dan kesejahteraan generasi akan datang.

Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian ialah pembangunan salutan makanan boleh dimakan (*edible coating*) daripada sumber biopolimer semula jadi. Salutan makanan merupakan lapisan nipis yang disapu pada permukaan buah atau produk makanan bagi melindunginya daripada kerosakan fizikal, kehilangan kelembapan, serta pertumbuhan mikroorganisma. Berbeza dengan pembungkusan plastik konvensional, teknologi ini menggunakan bahan yang boleh terurai secara biologi, sekali gus mengurangkan pencemaran alam sekitar.

Pendekatan ini selari dengan konsep ekonomi kitaran, di mana sumber pertanian dimanfaatkan sepenuhnya tanpa menghasilkan sisa yang membebankan alam. Antara bahan utama yang berpotensi dalam pembangunan salutan lestari ialah kanji ubi kayu. Kanji ini bukan sahaja mudah diperolehi daripada tanaman tropika, malah bersifat boleh diperbaharui, murah, dan mempunyai keupayaan membentuk filem yang telus serta tidak berbau. Penggunaan sumber tempatan seperti ubi kayu juga membantu mengurangkan kebergantungan kepada bahan



Gambar 1: Pisang tanpa salutan menunjukkan jangka hayat semula jadi sekitar 7 hari (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

sintetik berasaskan petroleum, sekali gus menyokong biodiversiti pertanian melalui kepelbagaian tanaman makanan. Bagi meningkatkan kestabilan struktur salutan, *xanthan gum*, sejenis polisakarida semula jadi yang dihasilkan melalui proses fermentasi, digunakan sebagai agen pemekat dan penstabil. Bahan ini memperbaiki sifat mekanikal lapisan, menjadikannya lebih fleksibel dan tahan rekahan.

Gabungan kanji dan *xanthan gum* menghasilkan matriks biopolimer yang mampu bertindak sebagai penghalang kepada oksigen dan wap air iaitu faktor utama yang mempercepatkan kerosakan makanan segar. Dalam usaha meningkatkan fungsi perlindungan salutan, penyelidik kini meneroka penggunaan *metal oxide* sebagai agen antimikrob. *Metal oxide* seperti zink oksida, titanium dioksida dan magnesium oksida dipilih kerana kestabilannya yang tinggi, selamat digunakan pada kepekatan terkawal, serta mempunyai aktiviti antimikrob spektrum luas.

Bahan ini mampu menghasilkan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*) yang merosakkan dinding sel mikroorganisma, mengganggu fungsi protein, dan seterusnya menghalang pertumbuhan bakteria serta kulat pada permukaan makanan.

Tidak seperti pengawet kimia konvensional yang boleh meninggalkan sisa buangan, *metal oxide* bertindak secara fizikal pada permukaan, menjadikannya lebih mesra alam serta tahan terhadap degradasi haba dan cahaya.



Gambar 2: Kaedah *disc diffusion* menunjukkan salutan makanan bertindak sebagai agen antimikrob terhadap *E. coli* dan *S. aureus* (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kesan paling signifikan teknologi salutan bio: pemanjangan jangka hayat simpanan hasil segar seperti buah-buahan

Oleh sebab itu, penggunaannya dalam salutan makanan bukan sahaja meningkatkan keselamatan dan ketahanan produk segar, malah menyokong pembangunan teknologi pembungkusan hijau yang mengurangkan kebergantungan kepada bahan kimia sintetik.

Kesan paling signifikan teknologi salutan bio ini ialah pemanjangan jangka hayat simpanan hasil segar seperti buah-buahan. Kerosakan makanan selepas tuaian merupakan isu global yang menyumbang kepada pembaziran sumber air, tanah, tenaga, dan tenaga kerja.

Dengan memperlahankan proses respirasi dan pengoksidaan, salutan boleh dimakan membantu mengekalkan kesegaran, tekstur, dan nilai nutrisi makanan lebih lama. Ini bermakna kurang makanan dibuang, sekali gus mengurangkan tekanan terhadap sistem pengeluaran pertanian.

Dari perspektif biodiversiti, pengurangan pembaziran makanan membawa implikasi yang besar.

Apabila keperluan untuk meningkatkan pengeluaran dapat dikawal, pembukaan kawasan hutan baharu bagi tujuan pertanian dapat diminimumkan. Ini membantu memelihara habitat semula jadi, melindungi spesies flora dan fauna, serta mengekalkan

keseimbangan ekosistem. Teknologi makanan yang inovatif sebenarnya memainkan peranan penting dalam pemuliharaan alam iaitu satu hubungan yang sering terlepas pandang. Selain manfaat alam sekitar, pembangunan salutan makanan berasaskan biopolimer turut memberi impak sosioekonomi kepada komuniti tempatan. Penggunaan tanaman seperti ubi kayu membuka peluang kepada petani kecil untuk menjadi sebahagian daripada rantai nilai bioteknologi makanan. Pendekatan ini menggalakkan pertanian lestari, memperkukuh keselamatan makanan negara, dan mewujudkan ekonomi hijau yang inklusif. Bagi generasi masa depan, inovasi seperti ini mencerminkan

bagaimana sains dan alam boleh bergerak seiring. Teknologi tidak semestinya merosakkan alam, tetapi sebaliknya, apabila diinspirasi oleh sumber semula jadi, ia mampu menjadi alat pemulihan ekosistem. Penyelidikan dalam bidang bahan pembungkusan bio dan salutan makanan membuktikan bahawa penyelesaian kepada cabaran global boleh ditemui melalui pemahaman mendalam terhadap biodiversiti itu sendiri.

Kesimpulan

Salutan makanan boleh dimakan berasaskan kanji ubi kayu, *xanthan gum*, dan *metal oxide* merupakan satu contoh inovasi yang menghubungkan keterjaminan makanan dengan kelestarian biodiversiti.

Dengan mengurangkan penggunaan plastik, memanjangkan jangka hayat makanan, dan memanfaatkan sumber pertanian boleh diperbaharui, teknologi ini menyumbang kepada masa depan yang lebih hijau dan seimbang. Usaha berterusan dalam penyelidikan dan aplikasi teknologi bio ini penting untuk memastikan bahawa generasi akan datang bukan sahaja mewarisi kemajuan sains, tetapi juga bumi yang masih kaya dengan kepelbagaian hayat.

Rujukan



SUNGAI YANG KIAN ASING, WARISAN YANG SEMAKIN HILANG

Nor Tasnim Syahera Rasak dan Riza Emifazura Jaafar
Department of Business and Management, Universiti Teknologi MARA Cawangan Perak, Malaysia

tasnimsyahera@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Suatu masa lalu, sungai di kepelbagaian, sebaliknya lahan, hampir tidak disedari. Malaysia menjadi sekolah alam tentang kehilangan. Ikan Spesies invasif biasanya yang paling jujur. Anak-anak bandaraya, keli Afrika dan membiak lebih cepat, lebih kita telah belajar mengenal spesies asing lain semakin agresif dan lebih tahan lampam (*Barbonymus menguasai perairan, terhadap pencemaran. Dalam schwanenfeldii*), tengas meminggirkan spesies tempoh yang singkat, ia (*Neolissochilus soroides*) dan tempatan yang pernah menjadi memakan telur ikan tempatan, jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) sebahagian daripada identiti menguasai ruang pembiakan bukan melalui buku, tetapi komuniti. Isu ikan asing ini dan menukar keseluruhan melalui jaring ayah dan cerita bukan sekadar fenomena struktur rantai makanan. datuk di serambi rumah. Hari biologi. Ia adalah perubahan Sungai yang dahulunya ini, banyak sungai yang sama peradaban yang berlaku seimbang kini telah bertukar tidak lagi mengajar tentang secara senyap dan perlahan- menjadi sistem yang rapuh,



Gambar 1: Spesis ikan asing yang tidak boleh dilepaskan ke perairan umum
(Sumber: Jabatan Perikanan Malaysia, 2024)

dan bergantung kepada beberapa spesies dominan sahaja. Inilah sebenarnya makna bagi tema **“Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi.”** Biodiversiti bukan hiasan landskap atau perbualan saintifik di persidangan. Ia ialah asas kepada keselamatan makanan, kestabilan ekonomi luar bandar dan kesejahteraan kesihatan awam. Sungai yang rosak menjejaskan nelayan kecil, petani, komuniti Orang Asli dan sesiapa sahaja yang hidup hampir dengan alam, walaupun kita yang tinggal di bandar jarang menyedarinya. Lebih membimbangkan, punca krisis ini jarang datang daripada satu peristiwa besar. Ia lahir daripada ribuan tindakan kecil manusia.

Ikan hiasan yang dilepaskan kerana rasa kasihan, kolam ternakan yang bocor tanpa kawalan, atau mentaliti manusia seperti “tidak mengapa, seekor sahaja”. Seekor hari ini, mungkin akan menjadi ribuan esok. Dalam beberapa tahun, sungai berubah wajah tanpa upacara perpisahan. Di sinilah, salah satu peranan universiti menjadi sangat penting. Institusi pendidikan tinggi tidak boleh lagi berdiri sebagai menara gading yang hanya mencatat statistik. Malah, Universiti perlu menjadi jambatan antara ilmu dan realiti. UiTM, sebagai universiti terbesar negara dengan rangkaian kampus dari

hutan pedalaman hingga ke pesisir laut, berada di kedudukan strategik untuk memimpin kesedaran biodiversiti. Sebagai contoh, kampus di Jengka, Tapah, Machang, Samarahan dan Merbok bukan sekadar pusat akademik. Ia dikelilingi sungai, paya, hutan dan komuniti yang

Ikan hiasan yang dilepaskan kerana rasa kasihan, kolam ternakan yang bocor tanpa kawalan, atau mentaliti manusia seperti “tidak mengapa, seekor sahaja”. Seekor hari ini, mungkin akan menjadi ribuan esok.

hidup hampir dengan alam. Setiap kampus ini boleh menjadi makmal hidup serta tempat mahasiswa mempelajari bukan sahaja teori, tetapi kesan sebenar tindakan manusia terhadap ekosistem. Bayangkan jika setiap pelajar di UiTM, tanpa mengira apa juga bidang seperti perniagaan, kejuruteraan, komunikasi atau sains sosial diwajibkan terlibat sekurang-kurangnya sekali dalam projek lapangan berkaitan biodiversiti. Ada yang memantau spesies ikan tempatan, ada yang membangunkan pelan ekonomi lestari untuk nelayan

kecil, dan ada yang merancang kempen kesedaran awam tentang bahaya melepaskan ikan asing ke sungai. Pendidikan tidak lagi bersifat abstrak, tetapi membina empati dan rasa tanggungjawab dalam setiap individu. Pendekatan ini sejajar dengan aspirasi *Sustainable Development Goals* (SDG), khususnya SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), SDG 14 (Hidupan di Bawah Air), SDG 15 (Hidupan di Darat) dan SDG 13 (Tindakan Iklim). SDG bukan sekadar kerangka global, tetapi kompas nilai untuk membimbing tindakan tempatan. Apabila universiti mengintegrasikan SDG ke dalam kurikulum dan aktiviti lapangan, pelajar tidak sekadar mengetahui tentang kelestarian, malah, merekalah yang menghidupkannya. Berbalik kepada isu ikan asing juga telah membuka dimensi keadilan sosial. Komuniti Orang Asli, nelayan sungai dan petani kecil sering menjadi penjaga biodiversiti paling setia, tetapi mereka juga paling terkesan apabila alam ini musnah.

Apabila spesies tempatan semakin berkurangan, pendapatan mereka terjejas, kos sara hidup meningkat, dan warisan budaya terhakis sedikit demi sedikit. Sebagai pengantara, UiTM yang lahir daripada misi pemerikasaan sosial, memikul amanah moral untuk memastikan suara

komuniti ini menjadi sebahagian daripada ekosistem ilmu. Masa depan generasi tidak bermula pada tahun 2050 atau dalam pelan lima tahun seterusnya. Ia sedang ditentukan hari ini, melalui apa yang kita lepaskan ke sungai, apa yang kita ajarkan di universiti, dan apa yang telah kita pilih untuk peduli atau abaikan. Jika kita terus memandang remeh

pencerobohan ikan asing, kita sebenarnya sedang mewariskan ekosistem yang tempang kepada anak cucu kita sendiri. Mungkin, anak cucu kita tidak dapat lagi mengenali spesis ikan asli di sungai. Sungai mungkin tidak bersuara, tetapi ia sentiasa mencatat. Dalam catatan alam, hanya ada dua peranan iaitu mereka yang menjaga, dan mereka yang membiarkan.

Biodiversiti lestari bukan lagi pilihan romantik, tetapi keperluan peradaban. Dan dalam soal warisan, sejarah tidak pernah berkompromi dengan mereka yang berpaling daripada tanggungjawab. Akhir kata, Jika bukan hari ini, bila? Jika bukan kita, siapa? Bertindaklah walau sekecil-kecil tindakan demi sebuah masa depan generasi baharu.

BIODIVERSITI DALAM PENDIDIKAN ISLAM: PENGHAYATAN DEMI KELANGSUNGAN GENERASI

Norizan Hassan

Akademi Pengajian Islam Kontemporari, Universiti Teknologi MARA (UiTM)
40450 Shah Alam, Selangor, Malaysia

norizanhassan@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH ABU SHAH

Pengenalan

Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian hidupan yang merangkumi flora, fauna dan ekosistem yang membentuk keseimbangan alam. Malaysia sebagai negara kaya biodiversiti memikul tanggungjawab besar dalam memastikan kelestarian khazanah alam ini. Namun, pembangunan pesat, eksploitasi sumber dan perubahan iklim telah menyebabkan kemerosotan biodiversiti yang membimbangkan. Dalam perspektif Islam, alam bukan sekadar sumber ekonomi tetapi ayat-ayat Tuhan (ayat kauniyyah) yang menzahirkan kebesaran-Nya. Biodiversiti juga menjadi satu tunjang dalam pendidikan Islam yang memerlukan penghayatan mendalam bagi setiap umat Islam. Oleh itu, pemeliharaan biodiversiti bukan sahaja tanggungjawab sosial dan saintifik tetapi amanah spiritual yang berkait rapat dengan peranan manusia sebagai

khalifah di muka bumi. Bahkan, biodiversiti juga menjadi satu objektif dalam pendidikan Islam selari dengan tuntutan pemeliharaan alam sekitar.

Apabila Alam Terluka

Kerosakan alam tidak berlaku dalam ruang yang terasing, sebaliknya memberi kesan langsung kepada kehidupan manusia. Apabila hutan dimusnahkan, banjir dan tanah runtuh menjadi semakin kerap. Apabila sungai dan laut tercemar, sumber makanan terjejas dan kesihatan manusia terancam. Apabila biodiversiti musnah, keseimbangan ekosistem runtuh dan alam menjadi semakin rapuh. Semua ini membuktikan bahawa alam dan manusia saling berkait rapat. Alam yang terluka akhirnya memulangkan luka tersebut kepada manusia dalam bentuk krisis alam sekitar yang berpanjangan. Kejadian kerosakan alam ini telah dijelaskan dalam al-Quran iaitu mengenai amaran kepada manusia yang sering

kali melakukan kerosakan alam sekitar.

Firman Allah SWT dalam Surah al-A'raf ayat 56 yang bermaksud:

'Dan janganlah kamu berbuat kerosakan di bumi sesudah Allah menyediakan segala yang membawa kebaikan padanya dan berdoaalah kepadaNya dengan perasaan bimbang (kalau-kalau tidak diterima) dan juga dengan perasaan terlalu mengharap (supaya makbul). Sesungguhnya rahmat Allah itu dekat kepada orang-orang yang memperbaiki amalannya.'

Alam sebagai Ayat Tuhan

Dalam Islam, alam dipandang sebagai ayat kauniyyah iaitu tanda-tanda kebesaran Allah yang terhampar luas di alam ciptaan-Nya. Setiap unsur alam, daripada yang paling kecil hingga yang paling besar, membawa mesej tentang keseimbangan, ketelitian dan rahmat Allah SWT.

Kepelbagaian flora dan fauna kebijaksanaan Pencipta. bukan berlaku secara Manusia menjadi insan yang kebetulan tetapi diciptakan bertanggungjawab menjamin dengan peranan tertentu yang kelestarian biodiversiti untuk saling melengkapi antara satu kegunaan generasi kini dan sama lain. Apabila manusia masa hadapan.

memahami alam sebagai ayat

Tuhan, mereka akan lebih berhati-hati dalam berinteraksi dengannya. Kerosakan

terhadap biodiversiti bukan sekadar merosakkan

ekosistem tetapi menafikan hikmah penciptaan yang telah ditetapkan oleh Allah.

Keindahan dan struktur alam ini jelas dalam Surah Al-Ra'd ayat 4 yang bermaksud:

'Dan di bumi ada beberapa potong tanah yang berdekatan (tetapi berlainan keadaannya); dan padanya ada kebun-kebun anggur dan jenis-jenis tanaman serta pohon-pohon tamar (kurma) yang berumpun dan yang tidak berumpun; semuanya disiram dengan air yang sama dan Kami lebihkan buah setengahnya dari setengahnya yang lain (pada bentuk, rasa dan baunya). Sesungguhnya yang demikian itu mengandung tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang (mahu) berfikir serta memahaminya.'

Dalam setiap segenap alam ini, terselindung tanda kebesaran Allah yang menuntut manusia untuk berfikir dan merenung. Kepelbagaian spesies, keseimbangan ekosistem dan keunikan ciptaan mencerminkan hikmah serta

Tugas Khalifah dan Akhlak Terhadap Alam Sekitar

Setiap manusia yang sememangnya telah dilantik menjadi khalifah Allah perlu mempunyai tanggungjawab dan akhlak terbaik terhadap alam sekitar. Akhlak terhadap alam ini berakar daripada konsep ihsan dan larangan melakukan kerosakan. Penjagaan

kebersihan, pengurangan pembaziran dan penggunaan sumber secara berhemah adalah manifestasi akhlak Muslim terhadap biodiversiti.

Justeru, penghayatan terhadap alam sebagai ayat Tuhan mendorong manusia bertindak secara bertanggungjawab demi keseimbangan ekosistem dan kesejahteraan generasi. Islam menegaskan bahawa manusia diciptakan sebagai khalifah yang dipertanggungjawabkan untuk mengurus dan memelihara bumi. Al-Quran memperingatkan bahawa kerosakan di darat dan laut berlaku akibat perbuatan manusia. Prinsip tawazun (keseimbangan) dan masalah (kepentingan umum) menunjukkan bahawa setiap ciptaan mempunyai peranan dalam ekosistem. Kepupusan spesies dan kemusnahan habitat mencerminkan

kegagalan manusia memahami amanah ini. Kerosakan yang berlaku kini menunjukkan bahawa ketidakseimbangan biodiversiti adalah hasil kegagalan manusia memahami amanah sebagai khalifah.

Firman Allah dalam surah Al-Rum ayat 41 yang bermaksud:

'Telah timbul berbagai kerosakan dan bala bencana di darat dan di laut dengan sebab apa yang telah dilakukan oleh tangan manusia; (timbulnya yang demikian) kerana Allah hendak merasakan mereka sebahagian dari balasan perbuatan-perbuatan buruk yang mereka telah lakukan, supaya mereka kembali (insaf dan bertaubat).'

Sebagai khalifah di muka bumi, manusia dipertanggungjawabkan untuk mentadbir dan mengurus alam dengan adil serta berhemah. Amanah ini menuntut akhlak yang berteraskan ihsan, kesederhanaan dan larangan pembaziran. Akhlak terhadap alam sekitar bukan sekadar tindakan fizikal seperti menjaga kebersihan atau mengurangkan sisa tetapi lahir daripada kesedaran bahawa setiap makhluk adalah ciptaan Allah yang mempunyai hak untuk hidup dalam keseimbangan. Dalam kerangka ini, pemeliharaan biodiversiti mencerminkan penghayatan akhlak Islam. Mengelakkan kerosakan habitat, melindungi spesies

terancam dan menggunakan sumber secara berhemah adalah manifestasi tanggungjawab sebagai khalifah. Sebaliknya, eksploitasi melampau menunjukkan kegagalan dalam menunaikan amanah tersebut.

Menghayati, Bukan Sekadar Mengetahui

Kesedaran terhadap alam tidak memadai jika ia hanya terhenti pada tahap pengetahuan. Ramai yang mengetahui kepentingan menjaga alam, tetapi tidak ramai yang benar-benar menghayatinya. Menghayati alam bermaksud melihat setiap ciptaan Allah dengan rasa syukur dan tanggungjawab. Ia diterjemahkan melalui tindakan kecil yang konsisten seperti mengelakkan pembaziran, menjaga kebersihan persekitaran, dan menghormati makhluk hidup. Tindakan kecil ini mungkin kelihatan remeh, namun jika dilakukan secara berterusan, ia mampu membentuk budaya hidup yang lebih beretika dan lestari.

Pendidikan Islam sebagai Teras Kesedaran Biodiversiti

Pendidikan Islam menjadi satu medium utama untuk menjadi teras kesedaran biodiversiti. Untuk itu juga, institusi pendidikan merupakan medium utama dalam membentuk generasi yang memahami tanggungjawab terhadap alam. Pendidikan

Islam mempunyai potensi besar kerana ia berasaskan nilai kerohanian dan akhlak. Konsep khalifah, amanah dan larangan melakukan kerosakan boleh dihubungkan secara langsung dengan isu biodiversiti seperti pemusnahan hutan, pencemaran dan kepupusan spesies. Pelaksanaan program sekolah hijau dan aktiviti kitar semula menunjukkan bahawa nilai akhlak Islam boleh digabungkan dengan amalan lestari. Melalui pendekatan teori dan praktikal, pelajar bukan sahaja memahami kepentingan biodiversiti, tetapi membiasakan diri dengan tindakan memelihara alam. Pendekatan ini membentuk kesedaran ekologi yang berterusan dan bukan bersifat sementara.

Selain itu, medium dakwah kontemporari termasuk platform digital boleh memperluaskan mesej pemeliharaan biodiversiti kepada masyarakat. Kesedaran bahawa menjaga alam adalah sebahagian daripada ibadah menjadikan usaha kelestarian lebih bermakna dan menyeluruh. Ini juga menunjukkan pendidikan Islam bukan sekadar berada di institusi pendidikan, tetapi meliputi pelbagai jenis medium penyampaian.

Selari dengan objektif biodiversiti dalam pendidikan Islam ini, kurikulum Pendidikan Islam di Malaysia berpotensi

menjadi wahana utama dalam menyokong agenda biodiversiti lestari. Integrasi nilai Islam dengan prinsip kelestarian boleh dilaksanakan melalui pendekatan merentas kurikulum, melibatkan sains, geografi dan pendidikan moral.

Teknologi Hijau sebagai Instrumen Pemeliharaan Biodiversiti

Selain itu, teknologi hijau juga merupakan salah satu pendekatan strategik dalam menyokong pemeliharaan biodiversiti. Penggunaan tenaga boleh baharu, pengurusan sisa dan inovasi cekap tenaga membantu mengurangkan pencemaran serta meminimumkan kesan terhadap ekosistem.

Dari perspektif Pendidikan Islam, pemanfaatan teknologi hijau selaras dengan akhlak menjaga amanah Allah terhadap bumi. Inovasi seperti mesin cekap tenaga dan sistem penapisan sisa menunjukkan bagaimana teknologi boleh berfungsi sebagai alat untuk memelihara keseimbangan alam. Namun, teknologi bukanlah matlamat akhir, sebaliknya perantara untuk memastikan biodiversiti terus terpelihara. Tanpa nilai etika dan kesedaran spiritual, teknologi sahaja tidak mencukupi untuk menjamin kelestarian. Integrasi kemahiran hijau bersama nilai Islam ini juga mampu melahirkan tenaga kerja yang bukan sahaja mahir secara

teknikal tetapi juga beretika. Graduan yang memiliki kesedaran ekologi dan integriti moral akan lebih cenderung menyokong inovasi dan dasar yang memelihara biodiversiti.

Pendekatan ini penting dalam memastikan pembangunan negara tidak mengorbankan keseimbangan alam dan pendidikan Islam menjadi asas kepada pembentukan modal insan yang berdaya saing dan bertanggungjawab terhadap kelestarian.

Biodiversiti dan Kelangsungan Generasi

Kelestarian biodiversiti berkait rapat dengan masa depan generasi akan datang. Kehilangan biodiversiti memberi kesan langsung kepada sumber makanan, kesihatan, ekonomi dan kestabilan sosial. Generasi masa depan berhak mewarisi bumi yang seimbang dan produktif.

Dalam kerangka Islam, prinsip masalah menuntut pertimbangan jangka panjang dalam setiap pembangunan. Menghayati alam sebagai ayat Tuhan mendorong manusia berfikir melangkaui kepentingan segera dan

mempertimbangkan kesan terhadap generasi seterusnya. Oleh itu, pemeliharaan biodiversiti bukan sekadar isu alam sekitar, tetapi isu keadilan antara generasi.. Kerangka ini saling berkait dengan pendidikan Islam kerana pendidikan menjadi teras kepada kesedaran manusia mengenai alam sekitar.

Setiap generasi meninggalkan kesan kepada generasi seterusnya, sama ada dalam bentuk kemajuan atau kerosakan. Generasi masa depan tidak berpeluang memilih dunia yang mereka warisi, sebaliknya terpaksa menerima akibat daripada tindakan generasi hari ini. Jika biodiversiti terus diabaikan, mereka akan membesar dalam dunia yang kekurangan sumber semula jadi, menghadapi ketidakpastian iklim dan kehilangan keindahan alam yang sepatutnya menjadi medan pembelajaran dan ketenangan jiwa. Islam menuntut keadilan bukan sahaja kepada manusia hari ini, tetapi juga kepada generasi akan datang yang berhak mewarisi bumi yang seimbang dan lestari. Pada ketika ini, penghayatan setiap objektif

dan prinsip pendidikan Islam perlu didalami dan diaplikasikan dalam setiap manusia.

Kesimpulan

Alam sebagai ayat Tuhan menuntut manusia melihat biodiversiti sebagai amanah yang perlu dipelihara. Pendidikan Islam memainkan peranan penting dalam membentuk generasi khalifah yang berakhlak dan berkesedaran ekologi. Integrasi nilai spiritual dengan amalan lestari dan teknologi hijau mampu mewujudkan model pembangunan yang seimbang antara kemajuan dan kelestarian. Hanya dengan penghayatan mendalam terhadap makna alam sebagai tanda kebesaran Allah, manusia mampu menjamin kelangsungan biodiversiti demi kesejahteraan generasi akan datang.

Rujukan



SUNGAI LESTARI , GENERASI TERJAMIN: TRANSFORMASI AKUAKULTUR PINTAR DI SUNGAI PERAK

Mimi Sophia Sarbandi, Wan Maisara Wan Mohamad
UiTM Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Tapah Road, Perak

mimis988@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Sungai merupakan nadi kehidupan dimana ianya menjadi satu ekosistem yang kompleks yang terdiri daripada pelbagai spesies ikan air tawar, tumbuhan akuatik, plankton dan mikroorganisma. Sehingga kini, sungai merupakan asas penting dalam kehidupan komuniti setempat sama ada dalam aspek ekonomi mahupun dalam aspek pemeliharaan alam.

Dalam konteks ini, Sungai Perak merupakan sumber rezeki kepada komuniti, khususnya penternakan ikan sangkar air tawar di Negeri Perak. Namun, dalam era perubahan iklim dan tekanan kemajuan pembangunan yang semakin meningkat, Sungai Perak tidak ketinggalan dalam menghadapi cabaran bagi mencapai kelestarian. Faktor kualiti air menjadi penentu utama bukan sahaja kepada keterushidupan ternakan ikan, malah kepada keseimbangan biodiversiti sungai secara keseluruhan. Di sinilah, teknologi pintar dan moden seperti *Internet of Things* (IoT) kepada komuniti penternak ikan air tawar



Gambar 1: Akuakultur ikan air tawar di Unit Tanjung Bidara, Kpg Gajah, Perak
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

diperkenalkan bagi memastikan pembangunan dan pemeliharaan alam bergerak seiring ke arah kelestarian.

Akuakultur Sungai: Antara Rezeki dan Tanggungjawab Ekologi

Sungai yang sihat menyediakan sumber protein, peluang ekonomi dan persekitaran yang stabil untuk komuniti. Umpamanya, penternakan ikan sangkar di Sungai Perak yang melibatkan spesies komersial seperti ikan tilapia dan patin telah disambut baik oleh masyarakat setempat sebagai salah satu sumber protein utama bagi menangani isu sekuriti makanan. Sistem sangkar terbuka memanfaatkan aliran semula jadi sungai untuk pertukaran air, menjadikannya lebih kos efektif berbanding sistem kolam tertutup. Walau bagaimanapun, kebergantungan kepada sungai boleh mendedahkan penternak kepada risiko perubahan persekitaran. Paras oksigen yang menurun, suhu yang meningkat secara mendadak atau peningkatan ammonia akibat lebihan makanan boleh menyebabkan tekanan dan kemudaratan kepada ikan dan kehidupan ekosistem sungai. Dalam keadaan tertentu, insiden kematian ikan secara besar-besaran boleh berlaku dalam tempoh yang singkat. Lebih

membimbangkan ketidakseimbangan ini bukan sahaja menjejaskan ternakan, tetapi juga biodiversiti sungai. Spesies asli yang sensitif terhadap perubahan kualiti air mungkin terancam, sekali gus mengubah struktur ekosistem.

Sistem sangkar terbuka memanfaatkan aliran semula jadi sungai untuk pertukaran air, menjadikannya lebih kos efektif berbanding sistem kolam tertutup.

Kajian Kes: Akuakultur Organik di Unit Tanjung Bidara, Kampung Gajah

Salah satu inisiatif yang menunjukkan pendekatan lebih lestari ialah Projek Akuakultur Organik Ikan Air Tawar di Unit Tanjung Bidara, Kampung Gajah di bawah pemantauan Encik Zakaria Mohamed Ji, Pengerusi Projek, di mana projek ini telah menggabungkan prinsip pertanian organik dengan pemantauan teknologi moden. Di sini, pengurusan makanan dilakukan secara terkawal bagi mengurangkan lebihan nutrien dalam air. Tiada penggunaan bahan kimia dan antibiotik, manakala kesihatan ikan dipantau secara berkala melalui pendekatan pencegahan. Matlamatnya jelas iaitu bagi memastikan

produktiviti tanpa menjejaskan kualiti ekosistem sungai. Keunikan projek ini terletak pada integrasi sistem sensor *Internet of Things* (IoT) yang dipasang di kawasan sangkar ikan. Sensor tersebut mengukur parameter penting seperti suhu, pH dan oksigen terlarut (DO). Bacaan dihantar secara masa nyata ke sistem digital yang boleh diakses melalui telefon pintar. Apabila bacaan oksigen menunjukkan penurunan ke paras berisiko, sistem akan memberi amaran awal. Penternak boleh segera mengambil tindakan dan memberi perhatian serius kepada persekitaran seperti menambah aerasi dalam sangkar atau mengurangkan pemberian makanan. Pendekatan proaktif ini mengurangkan risiko kerugian dan pada masa yang sama membantu mengekalkan keseimbangan air. Projek ini membuktikan bahawa teknologi tidak semestinya bertentangan dengan konsep organik. Sebaliknya, ia menjadi alat sokongan untuk memastikan prinsip kelestarian dilaksanakan secara konsisten.

Mengapa Kualiti Air Sangat Kritikal?

Ekosistem sesebuah sungai amat bergantung kepada keseimbangan beberapa parameter asas. Antaranya ialah oksigen terlarut yang diperlukan untuk pernafasan ikan dan organisma lain; suhu air yang mempengaruhi kadar

metabolik ikan dan kelarutan oksigen (DO) dalam sungai, pH berperanan dalam memastikan kestabilan fisiologi ikan tercapai serta kewujudan bahan buangan seperti ammonia yang boleh menjadi toksik pada kepekatan tinggi.

Apabila lebih makanan atau sisa terlepas di sungai, kandungan nutrien dalam air boleh meningkat, terutama apabila kadar aliran sungai yang perlahan. Namun, dalam kajian kes seperti penternakan ikan sangkar di Unit Tanjung Bidara, kampung Gajah, Perak, ledakan alga jarang berlaku di sangkar dan tidak menjejaskan paras DO disebabkan sungai yang mengalir dengan kadar yang konsisten. Isu yang biasa dihadapi oleh penternak ikan

sangkar di sungai adalah musim hujan yang biasa membawa lumpur dari kawasan tanah tinggi dan menjejaskan kualiti air sungai jika berlarutan.

Di Unit Tanjung Bidara, pemantauan berterusan oleh komuniti penternak ikan sangkar ada menunjukkan bahawa kawalan makanan dan pemantauan digital membantu mengekalkan parameter air dalam julat selamat. Ini secara tidak langsung menyumbang kepada kestabilan biodiversiti di kawasan sekitar.

Internet of Things (IoT): Teknologi yang Mendekatkan Manusia dengan Alam

IoT merujuk kepada rangkaian peranti pintar yang mampu

mengumpul dan menghantar data secara automatik. Dalam konteks akuakultur, sensor bertindak sebagai “mata dan telinga” yang sentiasa memantau keadaan air. Data yang dikumpulkan bukan sahaja membantu penternak membuat keputusan harian, malah boleh digunakan untuk analisis jangka panjang. Corak bermusim, perubahan suhu akibat cuaca ekstrem, atau trend penurunan oksigen dapat dikenal pasti lebih awal. Pendekatan ini menyokong pengurusan berasaskan data yang merupakan satu keperluan penting dalam pengurusan sumber semula jadi masa kini. Dengan maklumat yang tepat, tindakan boleh dirancang secara sistematik, bukan sekadar berdasarkan pemerhatian



Gambar 2: Penyelidik bersama Pengerusi Komuniti Perikanan di Unit Tanjung Bidara, Kpg Gajah, Perak (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Pemasangan IoT di akuakultur ikan air tawar di Unit Tanjung Bidara, Kpg Gajah, Perak
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

visual atau pengalaman semata-mata.

Impak kepada Komuniti dan Generasi Akan Datang

Penggunaan IoT di Unit Tanjung Bidara, Kampung Gajah, Perak bukan sahaja meningkatkan kecekapan penternakan, tetapi juga membuka ruang pembelajaran kepada komuniti setempat. Semakin ramai pemuda belia didedahkan kepada teknologi

digital dalam sektor pertanian, sekali gus mengubah persepsi bahawa pertanian adalah sektor tradisional semata-mata. Dalam jangka panjang, pendekatan ini membantu mengurangkan pencemaran nutrien dan mengekalkan struktur ekologi sungai. Biodiversiti yang terpelihara bermakna sumber perikanan liar, kualiti air domestik dan keseimbangan ekosistem terus terjamin. Kelestarian sungai

hari ini menentukan kesejahteraan generasi akan datang.

Cabaran dan Harapan

Tidak boleh dinafikan bahawa pelaksanaan teknologi IoT memerlukan kos permulaan dan latihan teknikal yang perlu dijalani oleh penternak ikan. Antara cabaran yang sering dihadapi adalah kekerapan penyelenggaraan alatan sensor serta kestabilan capaian internet. Alternatif lain adalah penggunaan tenaga solar bagi menjana kuasa sistem sensor supaya boleh menjadikan operasi lebih mesra alam. Namun, cabaran ini boleh diatasi dengan sokongan institusi pendidikan, agensi kerajaan dan kerjasama komuniti. Ini terbukti dengan penglibatan sekumpulan penyelidik dari Fakulti Sains Gunaan dan Fakulti Pengurusan Perniagaan UiTM Kampus Tapah, Perak yang sedang giat menjalankan penyelidikan bagi mengkaji model bersesuaian bagi integrasi IoT dengan akuakultur bagi tujuan pertumbuhan lestari dan keberkesanan perikanan. Dengan jaringan komunikasi serta kolaborasi bersama pihak komuniti perikanan serta Jabatan Perikanan, adalah menjadi harapan besar, integrasi sistem ramalan berasaskan kecerdasan buatan untuk menjangka perubahan kualiti

air lebih awal akan menjadi norma dalam komuniti akuakultur sungai.

Penutup

Pengalaman di Unit Tanjung Bidara, Kampung Gajah, menunjukkan bahawa pembangunan ekonomi adalah seiring dengan pemeliharaan alam. Apabila komuniti mengamalkan pendekatan organik dan menyokongnya dengan teknologi pintar, sungai bukan sahaja menjadi sumber

rezeki, tetapi juga warisan yang terpelihara. Kajian kes penternakan ikan di sangkar seperti Unit Tanjung Bidara di Sungai Perak sedikit sebanyak dapat mencerminkan pilihan yang dibuat oleh komuniti setempat sama ada untuk mengeksploitasi atau untuk memelihara sungai mereka. Dalam dunia yang semakin digital, teknologi boleh menjadi sekutu kepada alam. Dengan data, kesedaran dan komitmen bersama, sungai lestari bukan

lagi impian, tetapi satu realiti yang boleh diwariskan kepada generasi akan datang.

Setinggi penghargaan kepada komuniti perikanan Unit Tanjung Bidara, Kpg Gajah, Perak serta Jabatan Perikanan Perak Tengah di atas kerjasama dalam melancarkan penyelidikan ini. Pembiayaan untuk penyelidikan ini telah disediakan menerusi Geran FRGS/1/2024/SS01/UITM/02/24.

POKOK PANDAN LAUT

Ibtisam Abdul Wahab

Fakulti Farmasi, UiTM Selangor, Kampus Puncak Alam, 42300 Bandar Puncak Alam,
Selangor Darul Ehsan

ibtisam@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

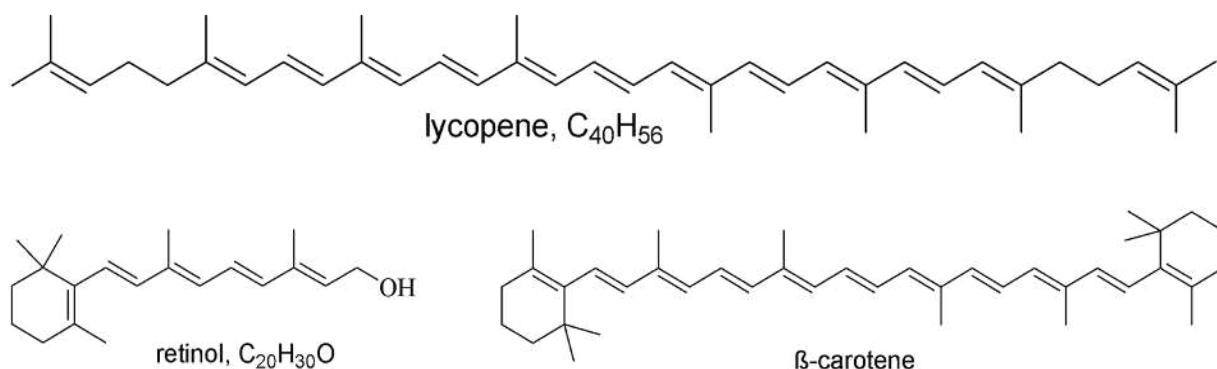
Satu lawatan ke Sabah, Negeri di Bawah Bayu, kira-kira sedekad yang lalu, memberi pengalaman dan pembelajaran yang menarik tentang tumbuhan tempatan. Antara penemuan yang menakjubkan adalah spesimen pokok mengkuang atau pandan yang tumbuh di tepi pantai berhampiran lokasi peranginan dan pelancongan di Kota Kinabalu. Pihak berwajib seperti Dewan Bandaraya serta institusi penyelidikan, misalnya Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (Forest Research Institute Malaysia, FRIM) turut aktif menyiarkan infografik, foto serta maklumat mengenai biodiversiti (atau kepelbagaian biologi) pokok ini (FRIM, 2026).

Para pelajar serta peminat alam semula jadi boleh mendapat pengetahuan mengenai taburan serta habitat pokok pandan ini. Perbezaan genetik yang terdapat di dalam ahli keluarga tumbuhan Pandanaceae turut diulas di dada majalah, akhbar, media sosial serta artikel saintifik atas talian, di dalam bidang botani dan fitokimia (Tan et al. 2012;



Gambar 1: (A) Pokok pandan laut sedang berbuah; (B) Buah pandan yang kehijauan; (C) Buah pandan masak berwarna oren dan merah; (D) Buah pandan boleh dipetik dan dimakan (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Son, 2019), khususnya. Antara panjangnya berukuran dari ciri-ciri pohon ini adalah 0.5 hingga 4 m. Dalam ketinggiannya yang boleh Gambar 1, tepi atau sisi mencecah sehingga 10-meter daunnya kelihatan berduri (m) tinggi. Daunnya berbentuk putih dan terdapat urat di tirus seperti bilah pedang dan tengah bawah daun. Tandan



Gambar 2: Struktur kimia sebatian karotenoid

buah pandan pula berbentuk bulat atau bujur. Buah pandan berwarna oren yang terang atau merah yang gelap atau pekat (Gambar 1). Ini menunjukkan buah tersebut kaya dengan kandungan karotenoid seperti likopen (*lycopene*), retinol dan beta karoten (β -*carotene*) (Englberger et al. 2003; Gambar 2).

Pada awal tahun 2026 ini juga, pelawat di Semenanjung Malaysia juga dapat menyaksikan pokok pandan laut atau nama saintifiknya *Pandanus odorifer* (Forssk.) Kuntze, yang turut berbuah. Pokok ini terdapat di Taman Botani Kepong (Kepong Botanical Garden, KBG). Antara fakta menarik yang diumumkan adalah kegunaan daun pandan ini di dalam

industri kreatif dan kraftangan tradisional, di mana daun mengkuang ini dianyam untuk penghasilan tikar, karung, topi, bakul, kipas tangan, penanda buku, tudung saji dan sebagainya.

Proses pengeringan daun akan dibuat sebelum ia dicelupkan dengan pewarna untuk membentuk anyaman yang berwarna-warni.

Selain daripada *Pandanus odorifer*, spesies *Pandanus* yang lain seperti *Pandanus tectorius* dan *Pandanus conoideus*, juga menjadi sumber bahan makanan (Englberger, L. et al. 2009).

Kelestarian biodiversiti amatlah penting kepada generasi masa kini dan akan datang kerana ia melibatkan pengurusan, perlindungan serta pemuliharaan ekosistem

agar alam ini sentiasa harmoni dan berada di dalam keseimbangan, yakni mengalami proses penumbuhan dan pembesaran yang bebas tanpa sebarang ancaman dan gangguan.

Melalui penjagaan biodiversiti, kesedaran mengenai kepentingan penyelidikan tumbuhan dan pangkalan data makanan, boleh dipertingkatkan bagi mengkaji pengambilan nutrien untuk kesihatan masyarakat sejagat (Ruth Charrondi re, U. et al. 2013).

Rujukan



RIMBA DAN SUNGAI: SIMFONI BIODIVERSITI DI TAMAN EKO RIMBA BUKIT BAKAR

Ts. Rozita Shamsuddin

Jabatan Seni Reka Logam Halus, Fakulti Seni Lukis dan Seni Reka, UiTM Cawangan Kelantan
Kampus Machang Jalan Bukit Ilmu, 18500 Machang, Kelantan

rozita902@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Di tengah kehijauan landskap semula jadi, aliran sungai yang jernih di Taman Rimba Bukit Bakar mengalunkan sebuah simfoni kehidupan. Rimba dan sungai bukan sekadar elemen geografi, tetapi dua komponen ekosistem yang saling melengkapi dalam membentuk keseimbangan biodiversiti.

Dalam konteks pemeliharaan **“Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi”**, kawasan ini mencerminkan bagaimana alam yang dipelihara dengan baik mampu menjadi warisan bernilai tinggi untuk generasi akan datang.

Ekosistem air tawar merupakan antara sistem biologi paling penting di dunia kerana menyokong pelbagai spesies serta menyediakan sumber air yang menjadi asas kehidupan manusia.

Justeru, pemeliharaan kawasan seperti Bukit Bakar bukan sahaja berkaitan keindahan alam, tetapi menyentuh soal kelangsungan hidup dan kesejahteraan masyarakat. Taman Rimba Bukit Bakar

bukan sekadar kawasan rekreasi, tetapi merupakan ekosistem semula jadi yang memainkan peranan penting dalam mengekalkan biodiversiti tempatan.

Kelestarian dalam konteks biodiversiti bukanlah sekadar melindungi spesies, tetapi memastikan penggunaan sumber biologi secara berhemah dan bertanggungjawab sehingga tidak menjejaskan keperluan generasi akan datang. Konsep ini selaras dengan prinsip intergenerational equity di mana generasi sekarang berkewajipan memastikan kemampuan sumber semula jadi tetap tersedia untuk masa depan.

Aliran air yang perlahan melalui empangan rendah ini membantu mengawal hakisan tanah, menstabilkan kualiti air serta menyediakan habitat mikro kepada pelbagai hidupan air. Kawasan ini menjadi tempat pembiakan ikan kecil, serangga akuatik, katak serta tumbuhan riparian yang



Gambar 1: Taman Eko Rimba Bukit Bakar: destinasi hijau yang menyatukan rekreasi, pembelajaran dan kelestarian. (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

menyokong rangkaian makanan semula jadi. Kejernihan air mencerminkan keseimbangan ekologi yang sihat sebagai satu petunjuk kejayaan pemeliharaan alam sekitar di kawasan bandar.

Di sebalik ketenangan air yang mengalir perlahan, tersembunyi sebuah sistem kehidupan yang kompleks dan dinamik. Taman Rimba Bukit Bakar berfungsi sebagai habitat mikro yang menyokong pelbagai spesies hidupan air tawar serta tumbuhan semula jadi. Struktur empangan rendah ini memperlancarkan aliran air, membolehkan pemendapan nutrien dan pembentukan zon pembiakan hidupan akuatik. Keadaan air yang jernih menunjukkan keseimbangan biologi yang sihat, hasil interaksi harmoni antara manusia dan alam.



Gambar 2: Sebuah empangan kecil/arus limpahan air (*weir*) di kawasan taman rekreasi - air sungai mengalir perlahan dari bahagian atas lalu jatuh membentuk air terjun rendah yang jernih. (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

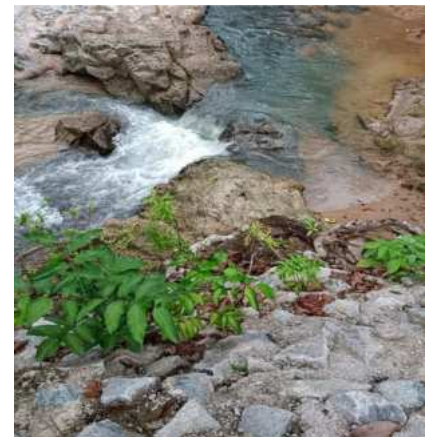
Aliran air yang merentasi Taman Rimba Bukit Bakar berfungsi sebagai nadi kehidupan kepada pelbagai organisma.

Sungai ini menyediakan habitat kepada ikan kecil, serangga akuatik, amfibia serta mikroorganisma yang menjadi asas kepada rantai makanan. Interaksi antara komponen biotik dan abiotik, seperti air, batuan, tanah dan cahaya matahari, membentuk sistem ekologi yang dinamik dan stabil.

Kelestarian biodiversiti bukan sekadar usaha memelihara spesies, tetapi memastikan fungsi ekosistem terus berjalan dengan baik untuk jangka masa panjang. Kawasan seperti Taman Rimba Bukit Bakar berperanan sebagai “makmal hidup” yang memberi peluang kepada pelajar, penyelidik dan komuniti memahami kepentingan interaksi ekologi secara langsung. Konsep pendidikan kelestarian menggariskan fungsi alam semula jadi sebagai ruang pembelajaran langsung bagi generasi akan datang (Sterling, 2001; UNESCO). Pendedahan kepada ekosistem sebenar membentuk kesedaran generasi muda tentang tanggungjawab menjaga alam. Pendidikan alam sekitar yang berasaskan pengalaman lapangan dapat memupuk nilai menghargai biodiversiti serta memperkukuh komitmen terhadap pembangunan lestari. “Melalui pendidikan alam sekitar, generasi muda dapat menghargai peranan setiap komponen ekosistem (UNESCO, 2017).”

Dalam menghadapi cabaran global seperti perubahan iklim dan kehilangan habitat, pemeliharaan kawasan hijau tempatan menjadi langkah konkrit yang memberi kesan besar. Setiap kawasan yang dilindungi menyumbang kepada jaringan biodiversiti yang lebih luas di peringkat nasional dan global.

Kelestarian biodiversiti bukan hanya tanggungjawab saintis atau pihak berkuasa, tetapi usaha kolektif masyarakat. Kawasan hijau seperti Taman Rimba Bukit Bakar berfungsi sebagai makmal hidup untuk pendidikan alam sekitar, membentuk kesedaran generasi muda tentang kepentingan menjaga sumber semula jadi. Memelihara ekosistem hari ini bermakna menjamin bekalan air bersih,



Gambar 3: Aliran jernih di celah batuan Bukit Bakar adalah nadi kehidupan yang menyatukan rimba dan sungai dalam simfoni biodiversiti. (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 4: Rimba Bukit Bakar: harmoni flora, denai dan kehidupan demi biodiversiti lestari (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

kestabilan iklim dan keseimbangan kehidupan untuk masa depan. Sebagai warisan alam, ekosistem air tawar di Taman Rimba Bukit Bakar mencerminkan keupayaan manusia untuk mengurus sumber semula jadi secara bijaksana.

Gabungan landskap terancang dan elemen semula jadi membuktikan bahawa pembangunan tidak semestinya mengorbankan biodiversiti. Memelihara kawasan ini bermakna kita menghargai nilai ekologi, sosial dan pendidikan yang dimilikinya. Setiap aliran air yang mengalir bukan sahaja membawa kehidupan, tetapi juga harapan bahawa generasi akan datang masih dapat menikmati bumi yang

seimbang dan lestari. Ekosistem air tawar di Taman Rimba Bukit Bakar merupakan simbol biodiversiti lestari dalam persekitaran moden. Ia membuktikan bahawa pemuliharaan alam boleh dilaksanakan secara praktikal dan berterusan. Dengan komitmen bersama, kawasan ini akan terus menjadi warisan alam yang menyokong kehidupan serta menjamin masa depan generasi seterusnya. “Rimba dan Sungai: Simfoni Biodiversiti di Bukit Bakar” bukan sekadar gambaran puitis, tetapi refleksi terhadap realiti bahawa alam yang terpelihara adalah amanah untuk masa depan. Setiap aliran air yang jernih dan setiap pohon yang teguh berdiri membawa mesej

bahawa kelestarian memerlukan kerjasama, kesedaran dan tindakan berterusan. Ekosistem air tawar di Bukit Bakar adalah simbol bahawa biodiversiti lestari boleh diwujudkan dalam persekitaran moden melalui pengurusan bijaksana dan komitmen komuniti. Dengan usaha bersama, kawasan ini akan terus menjadi warisan alam yang menyokong kehidupan — hari ini dan untuk generasi akan datang.

Rujukan



BIODIVERSITI: TUNJANG EKONOMI DAN KESTABILAN MASA DEPAN

Zulfadli Mahfodz¹ dan Muhammad Iqbal Mohamed Azhari²

¹Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Tapah Road, Perak

²Fakulti Perakaunan, UiTM Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Tapah Road, Perak

zulfa2015@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE HJ. YAACOB

Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi

Biodiversiti merangkumi kepelbagaian genetik, spesies serta ekosistem. Kepelbagaian ini memastikan proses ekologi berjalan dengan stabil, termasuk pembentukan tanah, kitaran nutrien, penyerapan air, dan kestabilan jaringan makanan. Apabila biodiversiti dipelihara, alam menyediakan perkhidmatan ekosistem seperti air yang lebih bersih, pesisir yang lebih terlindung, dan sistem makanan yang lebih terjamin. Dari sudut pengurusan risiko kewangan, perkhidmatan ini boleh dianggap sebagai modal semula jadi yang menyokong produktiviti ekonomi dan membantu mengekalkan kos pada tahap berpatutan untuk jangka panjang.

Kajian Berkaitan Penyusutan Biodiversiti

Kajian sintesis merentas pelbagai ekosistem menunjukkan bahawa kehilangan biodiversiti menjejaskan cara ekosistem

berfungsi dan seterusnya menjejaskan kesejahteraan manusia, termasuk kestabilan bekalan makanan serta perkhidmatan alam yang menyokong kehidupan seharian (Cardinale et al., 2012). Satu kajian global yang menganalisis pangkalan data biodiversiti daratan mendapati bahawa apabila kawasan semula jadi ditukar atau diubah suai untuk pertanian dan pembangunan, jumlah spesies di kawasan tersebut juga cenderung menurun. Kajian tersebut menunjukkan bahawa secara purata, kekayaan spesies setempat berkurang 13.6%, manakala di habitat yang paling terjejas, penurunan purata mencecah 76.5% (Newbold et al., 2015). Bagi fauna pula, satu contoh kajian lain yang berskala besar melaporkan bahawa dalam kalangan vertebrata daratan, 322 spesies telah pupus sejak tahun 1500, dan populasi spesies yang masih wujud menunjukkan penurunan purata 25% dari segi kelimpahan (Dirzo et al., 2014). Secara keseluruhan, dapatan ini menunjukkan penyusutan

biodiversiti berlaku seiring dengan perubahan habitat dan penggunaan sumber yang semakin intensif.

Bagaimana Penyusutan Biodiversiti Menjadi Isu Kos dan Risiko

Kebanyakan manfaat biodiversiti dipandang enteng dan tidak mempunyai harga pasaran yang jelas, maka kerosakannya mudah terlepas daripada perhatian. Namun, apabila perkhidmatan ekosistem merosot, kesannya bertukar menjadi kos yang tinggi. Kesan ini biasanya muncul sebagai peningkatan kos operasi seperti penggunaan bahan kimia dan tenaga yang lebih tinggi, peningkatan perbelanjaan modal seperti naik taraf loji rawatan atau pembinaan struktur perlindungan pantai, serta kos risiko seperti premium insurans, kos pembaikan aset, dan kos gangguan operasi apabila aktiviti terhenti.

Dalam rekod kewangan, risiko biodiversiti juga boleh mempengaruhi jangkaan aliran

tunai. Jika aliran tunai masa depan menjadi lebih tidak menentu akibat gangguan bekalan air, banjir pesisir atau ketidakstabilan bahan mentah, organisasi mungkin perlu menilai semula nilai aset dan dalam sesetengah keadaan mempertimbangkan peruntukan tambahan untuk kos pemulihan atau pematuhan kawalan. Istilahnya mungkin teknikal, tetapi mesejnya mudah: apabila alam tidak lagi menampung fungsi yang dahulu “percuma”, kos berpindah ke bil, penyelenggaraan dan risiko kerugian.

Malaysia: Hutan Tadahan dan Kos Rawatan Air

Salah satu kajian dari Malaysia menunjukkan kaitan yang jelas antara keadaan hutan dan kos utiliti. Kajian tersebut yang menggunakan data panel Malaysia mendapati bahawa hutan berperanan mengekalkan kualiti air melalui pengurangan hakisan dan penapisan semula jadi.

Apabila litupan hutan, khususnya hutan dara, dipelihara, kos rawatan air lazimnya menjadi lebih rendah (Vincent et al., 2016). Dari segi fungsi ekosistem, litupan hutan membantu mengurangkan hakisan dan sedimen, menstabilkan aliran air, serta meningkatkan penapisan semula jadi. Dari segi pengurusan kewangan organisasi, hutan di hulu boleh

dianggap sebagai langkah pencegahan yang mengurangkan kos rawatan yang berulang dari tahun ke tahun. Keadaan ini membantu organisasi merancang belanjawan dengan lebih tepat kerana turun naik kos operasi menjadi lebih terkawal.

Malaysia: Bakau, Risiko Banjir Pesisir dan Terumbu Karang

Ekosistem bakau menyokong kepelbagaian hidupan di pesisir dan pada masa yang sama mengurangkan tenaga ombak serta membantu menstabilkan garis pantai.

Satu kajian berasaskan imej satelit di Iskandar Malaysia melaporkan kehilangan bakau sebanyak 6,740 hektar antara 1989 hingga 2014. Walaupun terdapat pertambahan 710 hektar, susut bersih ialah 6,030 hektar atau 33%, dengan kadar kehilangan sekitar 241 hektar setahun serta peningkatan guna tanah bandar sekitar 1,225 hektar setahun (Kanniah et al., 2015).

Dari segi fungsi ekosistem, kehilangan ini mengurangkan habitat, menjejaskan peranan kawasan bakau sebagai kawasan pembiakan hidupan akuatik, dan melemahkan perlindungan semula jadi di pesisir.

Dari segi pengurusan risiko dan kewangan, pendedahan kepada banjir pesisir dan hakisan akan meningkat.

Akibatnya, kos yang ditanggung boleh muncul sebagai kos mitigasi, kos pembaikan aset, serta kos gangguan aktiviti ekonomisetempat.

Malaysia juga mempunyai contoh pengurusan bakau yang berstruktur. Satu kajian mengenai Hutan Simpan Bakau Matang menerangkan bahawa kawasan ini diurus secara sistematik sejak 1902, termasuk kaedah penjarangan pokok pada umur 15 dan 20 tahun serta tebangan blok hutan berumur 30 tahun (Goessens et al., 2014).

Dari segi pengurusan ekosistem, amalan ini berkait dengan pengurusan struktur hutan dan pembaharuan. Dari segi pengurusan aset jangka panjang, pendekatan ini selari dengan perbelanjaan dan kawalan yang berjadual untuk mengekalkan kapasiti perkhidmatan ekosistem dan mengelakkan kos pemulihan yang jauh lebih besar pada masa hadapan.

Bagi terumbu karang, satu kajian pemodelan pada skala global menganggarkan bahawa tanpa terumbu, kerosakan banjir bagi kejadian ribut tempoh ulang 100 tahun meningkat 91% kepada AS\$272 bilion.

Kajian yang sama menganggarkan bahawa kerosakan banjir tahunan jangkaan meningkat 118%

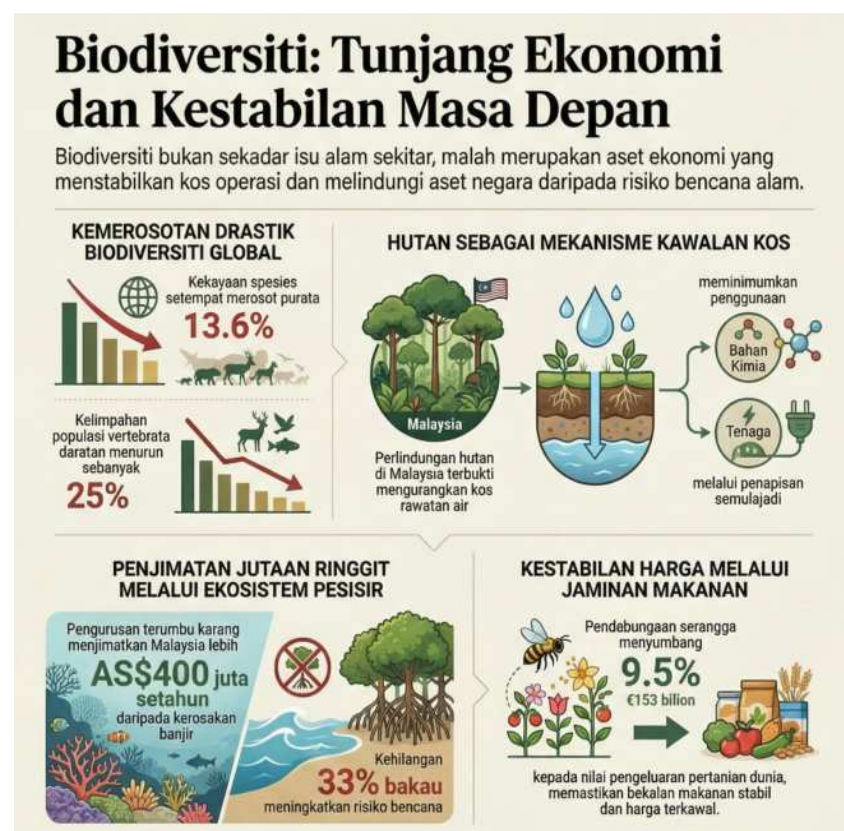
tanpa terumbu, kawasan daratan yang ditenggelami banjir meningkat 69% dan jumlah orang terjejas meningkat 81%. Selain itu, Malaysia dikenal pasti sebagai antara negara yang memperoleh penjimatan kerosakan banjir tahunan melebihi AS\$400 juta melalui fungsi perlindungan terumbu (Beck et al., 2018). Dari segi perancangan kewangan, angka ini membolehkan penilaian kos faedah dibuat dengan lebih kukuh.

Contohnya, dengan membandingkan kos pemulihan terumbu dan penguatkuasaan kawasan perlindungan dengan kos pembinaan serta penyelenggaraan infrastruktur perlindungan buatan.

Keselamatan Makanan dan Kestabilan Harga

Biodiversiti menyokong sistem makanan melalui pelbagai proses, termasuk pendebungaan, kesuburan tanah dan kawalan semula jadi terhadap perosak.

Satu penilaian ekonomi menganggarkan nilai pendebungaan serangga kepada pengeluaran makanan dunia pada tahun 2005 sebanyak €153 bilion, bersamaan 9.5% daripada nilai pengeluaran pertanian dunia bagi makanan manusia (Gallai et al., 2009). Walaupun pendebungaan ialah satu komponen, mesej



Gambar 1: Biodiversiti aset ekonomi masa depan
(Sumber: Koleksi infografik penulis)

utamanya ialah fungsi ekosistem mempunyai nilai ekonomi yang ketara. Dari sudut pengurusan kos, ketidakstabilan hasil dan bekalan boleh meningkatkan kos pengurusan rantai bekalan, termasuk kos mendapatkan sumber alternatif, kos penyimpanan, dan kos pengurusan risiko harga.

Pengurusan Data Kewangan Biodiversiti

Untuk mengurus isu biodiversiti secara sistematik, organisasi memerlukan pendekatan yang menghubungkan maklumat fizikal alam sekitar dengan maklumat kewangan.

Pendekatan pengurusan kos alam sekitar menekankan pengesanan kos bersama aliran fizikal seperti penggunaan bahan, tenaga dan air, serta perubahan keadaan persekitaran.

Melalui kaedah ini, organisasi boleh mengenal pasti pemacu kos yang berkaitan dengan ekosistem, misalnya kekeruhan air mentah, kadar hakisan, atau tahap pendedahan kepada banjir pesisir (Burritt & Saka, 2006).

Dari segi pelaporan, beberapa kajian mendapati pendedahan biodiversiti oleh syarikat masih terhad dan tidak seragam, dan hanya sebilangan kecil syarikat

besar melaporkan maklumat biodiversiti secara substantif (Rimmel & Jonäll, 2013; Adler et al., 2018).

Satu kajian lain menunjukkan akauntabiliti korporat terhadap perlindungan spesies berkait dengan faktor seperti jaminan pihak ketiga, prestasi alam sekitar, kerjasama dengan organisasi berkaitan alam, serta pengiktirafan (Roberts et al., 2021).

Pelaporan yang lebih telus membantu masyarakat menilai sama ada kos dan risiko berkaitan kehilangan biodiversiti benar-benar diurus dan dikurangkan, atau sebaliknya dipindahkan melalui kenaikan harga dan peningkatan risiko bencana.

Kesimpulan: Biodiversiti Lestari sebagai Pelaburan Generasi

Biodiversiti lestari menjadi tunjang kepada kestabilan bekalan air, pengeluaran makanan dan pengurangan impak bencana. Pada masa yang sama, biodiversiti yang terpelihara membantu menstabilkan perbelanjaan dan mengurangkan ketidakpastian dalam ekonomi.

Kefahaman tentang bagaimana ekosistem berfungsi serta bukti perubahan yang sedang berlaku membolehkan kita mengenal pasti punca masalah dan kesan berangkai.

Pendekatan pengurusan kewangan pula membantu mengukur perbelanjaan sebenar, menilai pendedahan risiko, dan membuat keputusan pelaburan yang lebih tahan cabaran. Dengan melihat kedua-dua komponen ini secara komprehensif, pemeliharaan biodiversiti boleh dirancang sebagai pelaburan yang mengurangkan kos jangka panjang dan menyokong masa depan generasi yang lebih selamat serta sejahtera.

Rujukan



KEPELBAGAIAN SERANGGA AKUATIK DI SG. CEKA, JERANTUT, PAHANG, SEMENANJUNG MALAYSIA: PENUNJUK BIOLOGI BAGI KESIHATAN EKOSISTEM AIR TAWAR TROPIKA

Muhammad Daniel Hasmin¹, Nur Atirah Hasmi², Normaisarah Abd Rashid¹, Nor Izz Farah Sabrina Noor Azlan¹, Farah Ayuni Farinordin¹, Nor Bazilah Razali³, Nor Azliza Ismail¹, Nur Amalina Mohd Izam^{1*}

¹Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Tun Abdul Razak Jengka, Pahang, Malaysia.

²Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Bandar Tun Abdul Razak Jengka, Pahang, Malaysia.

³Fakulti Sains Bumi, Universiti Malaysia Kelantan, Kampus Jeli, 17600 Jeli Kelantan, Malaysia

amalinanurizam@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Serangga akuatik memainkan peranan penting dalam ekosistem air tawar tropika sebagai bioindikator kualiti air, penyumbang utama rangkaian makanan, dan pengitar nutrien (Balian et al., 2008; Ab Hamid & Rawi, 2017). Walau bagaimanapun, data tentang kepelbagaian serangga akuatik di Sungai Ceka, Jerantut, Pahang masih terhad. Kajian ini meneliti struktur komuniti, taburan spatial, dan kepelbagaian serangga akuatik di sepanjang Sungai Ceka melalui tiga stesen persampelan yang mewakili kawasan hulu, tengah, dan hilir sungai. Sebanyak 223 individu serangga akuatik yang mewakili tiga order utama telah direkodkan, dengan Hemiptera mendominasi komuniti (88.79%), diikuti oleh Odonata (10.31%)

dan Coleoptera (0.9%). Daripada 12 subfamili yang dikenal pasti, Gerridae mencatatkan populasi tertinggi dengan 139 individu (62.33%),

mencerminkan kesesuaian habitat permukaan air yang tenang terutamanya di kawasan tengah Sungai (Mehner, 2009; Ishadi et al., 2014).



Gambar 1: Kawasan hulu Sungai Ceka yang mengalami tekanan daripada penempatan manusia dan aktiviti rekreasi berhampiran (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Analisis spatial menunjukkan bahawa kawasan tengah sungai mencatatkan kepelbagaian tertinggi dengan 12 subfamili dan indeks Shannon-Wiener (H') sebanyak 1.851, manakala kawasan hulu dan hilir menunjukkan kepelbagaian yang lebih rendah dengan masing-masing mencatatkan $H' = 1.813$ dan $H' = 1.575$. Walaupun ujian Kruskal-Wallis menunjukkan tiada perbezaan statistik yang signifikan dalam kepelbagaian spesies antara tapak kajian ($H(2) = 2.175$, $p = 0.337$), namun corak ekologi yang berbeza dapat diperhatikan dengan jelas di ketiga-tiga kawasan kajian. Kawasan tengah sungai mendapat manfaat daripada gangguan antropogenik yang lebih rendah, kejernihan air yang lebih tinggi, dan heterogeniti habitat yang lebih kompleks, sekali gus menyokong komuniti serangga yang lebih pelbagai (Tchakonté et al., 2015; Sharma et al., 2019). Sebaliknya, kawasan hulu mengalami tekanan daripada penempatan manusia, kawasan rekreasi, dan aktiviti perladangan yang berdekatan, manakala kawasan hilir terjejas teruk dari ladang kelapa sawit dan degradasi habitat akibat pembinaan jalan tanah yang menghubungkan kawasan ladang kelapa sawit tersebut (Albou et al., 2024). Parameter fizikokimia menunjukkan variasi,

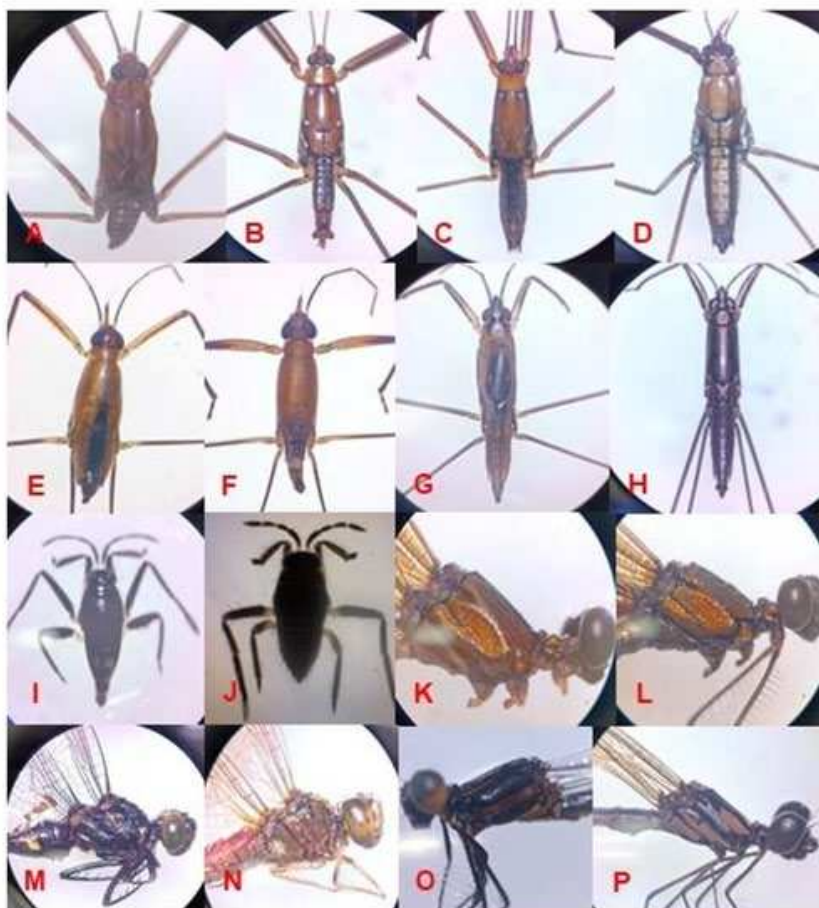
sederhana antara tapak kajian dengan perbezaan ketara dalam suhu air, kekonduksian elektrik, dan kekeruhan yang berinteraksi dengan ciri habitat tempatan untuk mempengaruhi komposisi komuniti serangga akuatik (Abhilash & Mahadevaswamy, 2021; Azis & Abas, 2021).

Kehadiran takson Hemiptera yang toleran terhadap pencemaran seperti Gerridae, Ptilomerinae, dan Rhagoveliinae yang mendominasi kesemua tapak kajian, ditambah pula dengan ketiadaan takson EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera) yang sensitif, menunjukkan kesan sederhana aktiviti antropogenik terhadap kualiti air Sungai Ceka (Ab Hamid & Rawi, 2017; Azmi et al., 2018). Komposisi ini berbeza dengan sistem sungai yang masih tidak diganggu aktiviti manusia di mana takson EPT biasanya mendominasi, sekaligus mencerminkan tekanan daripada perubahan iklim yang berterusan ke atas ekosistem sungai ini (Abas et al., 2018).

Analisis Lengkung Kelimpahan Pangkat mendedahkan struktur komuniti yang berbeza antara tapak kajian, dengan kawasan tengah menunjukkan taburan spesies yang lebih seimbang berbanding kawasan hulu dan hilir yang didominasi oleh beberapa takson sahaja (Avolio et al., 2019). Lengkung Pengumpulan Spesies

menunjukkan bahawa usaha persampelan adalah tidak mencukupi untuk menangkap sebahagian besar kepelbagaian serangga akuatik di hulu dan tengah sungai, justeru itu, persampelan tambahan perlu dilaksanakan bagi mendedahkan spesies yang tidak dapat direkodkan dalam kajian ini. Tambahan pula, analisis rarefaksi mengesahkan bahawa perbezaan kepelbagaian yang diperhatikan adalah benar serta memperkukuhkan kesahan perbandingan ekologi antara tapak kajian yang diperolehi daripada Lengkung Pengumpulan Species.

Justeru itu, dapatan kajian ini menggariskan kepentingan serangga akuatik sebagai bioindikator untuk memantau kesihatan ekosistem air tawar tropika (Balian et al., 2008; Albertson et al., 2019). Perbezaan spatial dalam komposisi dan kepelbagaian serangga akuatik sepanjang Sungai Ceka mencerminkan interaksi kompleks antara faktor semula jadi seperti ciri habitat dan aliran air, serta tekanan antropogenik daripada pembangunan pertanian dan penempatan manusia (Anderson, 2013; Albou et al., 2024). Kehadiran komuniti serangga yang didominasi oleh takson toleran pencemaran menunjukkan bahawa sistem sungai ini sedang mengalami tekanan ekologi yang memerlukan perhatian dalam



Gambar 2: Serangga akuatik yang terdapat di kawasan hulu Sungai Ceka yang terdiri daripada Subfamili: A, *Gerrinae*; B-F, *Ptilomerinae*; G-H, *Cylindrostethinae*; I-J, *Rhagoveliinae*; K-L, *Calopteryginae*; M, *Tetrathemistinae*; N, *Sympetrinae*; O, *Disparoneurinae*; P, Famili *Chlorocyphidae* (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

pengurusan dan pemuliharaan semula ekosistem. Kawasan tengah sungai yang menunjukkan kepelbagaian tertinggi harus dikenal pasti sebagai kawasan keutamaan untuk pemuliharaan, manakala kawasan hulu dan hilir memerlukan usaha pemulihan habitat dan kawalan pencemaran yang lebih intensif (Abdullah et al., 2019).

Kesimpulan

Secara keseluruhannya, kajian ini memberikan data asas yang penting mengenai kepelbagaian serangga akuatik di Sungai Ceka dan mengesahkan potensi serangga akuatik sebagai penunjuk biologi untuk pemantauan kualiti air. Hasil kajian ini menekankan

keperluan untuk pendekatan pengurusan bersepadu yang mengambil kira variasi spatial dalam kepelbagaian biologi dan tekanan antropogenik (Arboleya et al., 2021).

Strategi pemuliharaan yang berkesan perlu merangkumi pemantauan berterusan komuniti serangga akuatik, kawalan aktiviti pertanian di zon riparian, perlindungan dan pemulihan habitat sungai yang rosak, serta pendidikan komuniti mengenai kepentingan memelihara kesihatan ekosistem sungai.

Kajian lanjut yang merangkumi persampelan bermusim dan jangka masa yang lebih panjang disarankan untuk memahami dinamik temporal komuniti serangga akuatik dan memberikan panduan yang lebih komprehensif bagi pengurusan lestari Sungai Ceka dan sistem sungai tropika yang serupa di Malaysia.

Rujukan



KHAZANAH AIR TAWAR: KEPELBAGAIAN IKAN DI HULU SUNGAI CHEKA, PAHANG

Nor Izz Farah Sabrina Noor Azlan, Nur Afiqah Ghani, Normaisarah Abd Rashid, Muhammad Daniel Hasmin, Nor Bazilah Razali, Nor Azliza Ismail, Nur Amalina Mohd Izam, dan Farah Ayuni Farinordin

Unit Biologi, Pusat Pengajian Sains, UiTM Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Tun Abdul Razak, Pahang

farahayuni2506@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Pengenalan

Sungai merupakan nadi kehidupan kepada manusia dan alam sekitar. Di sebalik aliran air yang kelihatan tenang, tersimpan pelbagai bentuk kehidupan yang memainkan peranan penting dalam mengekalkan keseimbangan ekosistem. Salah satu khazanah alam yang penting untuk diberi perhatian ialah kepelbagaian ikan air tawar, terutamanya di sungai-sungai kecil dan kawasan hulu sungai. Sungai Cheka yang terletak di Jerantut, Pahang merupakan contoh ekosistem air tawar yang masih terpelihara dan menyokong pelbagai spesies ikan. Walaupun tidak sepopular sungai utama seperti Sungai Pahang atau Sungai Tembeling, Sungai Cheka menyimpan biodiversiti akuatik yang tinggi dan berpotensi menjadi sumber rujukan penting bagi kajian serta usaha pemuliharaan alam sekitar.



Gambar 1: Persekitaran di hulu Sungai Cheka
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Sungai Cheka

Sungai Cheka merupakan salah satu anak sungai yang juga sebahagian daripada sistem perairan Sungai Pahang (Gambar 1). Kawasan hulu Sungai Cheka dicirikan oleh air

yang jernih dan sejuk, aliran yang sederhana dan deras, serta substrat semula jadi seperti batuan besar, pasir dan daun reput. Keadaan ini menjadikan sungai ini sesuai sebagai habitat bagi ikan air tawar yang memerlukan

persekitaran bersih dan kaya dengan oksigen.

Selain itu, kehadiran tumbuhan riparian di sepanjang tebing sungai membantu menstabilkan suhu air, mengurangkan hakisan tanah, dan membekalkan sumber makanan semula jadi seperti serangga dan bahan organik. Kawasan perlindungan seperti di bawah jambatan dan celahan batu juga menjadi tempat ikan berkumpul, bertelur, dan bersembunyi daripada pemangsa. Walaupun terdapat aktiviti antropogenik seperti pertanian dan rekreasi di sekitar kawasan sungai, keadaan hulu Sungai Cheka masih menunjukkan kualiti air yang baik. Ini membuktikan bahawa sungai kecil juga mempunyai nilai ekologi yang tinggi dan wajar dipelihara.

Tahukah Anda?

Air sungai yang jernih dan mempunyai aliran deras biasanya mengandungi kandungan oksigen terlarut yang tinggi, menjadikannya habitat ideal bagi banyak spesies ikan air tawar.

Kepelbagaian Spesies Ikan

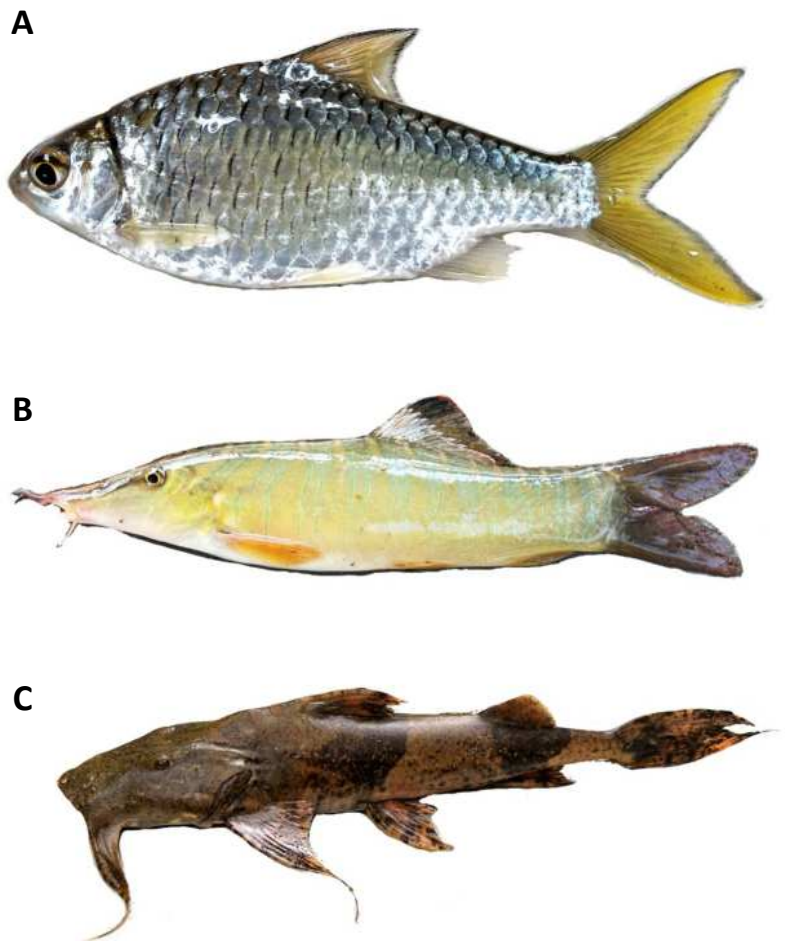
Kajian kepelbagaian spesies ikan yang dijalankan di bahagian hulu Sungai Cheka telah merekodkan sebanyak 15 spesies ikan air tawar daripada 5 famili utama. Famili *Cyprinidae* merupakan kumpulan paling dominan, diikuti oleh *Danionidae* dan

Bagridae. Dominasi ikan daripada famili ini menunjukkan bahawa Sungai Cheka menyediakan persekitaran yang sesuai untuk spesies yang bersifat adaptif dan mampu hidup dalam pelbagai keadaan mikrohabitat. Antara tiga spesies ikan yang paling dominan direkodkan ialah *Mystacoleucus obtusirostris* (sia) (29%), *Crossocheilus oblongus* (selimang) (24%), dan *Rasbora myersi* (seluang) (21%). Terdapat juga spesies-spesies menarik lain yang direkodkan

seperti *Syncrossus hymenophysa* (lali) dan *Bagarius lica* (kenerak).

Mystacoleucus obtusirostris (sia)

Ikan sia merupakan spesies yang paling banyak direkodkan di hulu Sungai Cheka. Spesies ini biasanya mendiami sungai yang berair jernih dengan aliran sederhana hingga deras serta dasar berbatu. Ikan sia sering ditemui berenang secara berkumpulan kecil dan aktif mencari makanan di dasar sungai, terutamanya alga dan



Gambar 2: (A) *Mystacoleucus obtusirostris* (sia), (B) *Syncrossus hymenophysa* (lali), (C) *Bagarius lica* (kenerak)
(Sumber: Koleksi Peribadi).

bahan organik. Kehadiran ikan sia dalam jumlah yang tinggi menunjukkan bahawa Sungai Cheka mempunyai kualiti air yang baik dan persekitaran yang stabil.

Spesies ini juga terkenal sebagai ikan yang sensitif terhadap pencemaran, justeru sering digunakan sebagai penunjuk kesihatan ekosistem sungai.

Fakta Menarik!

Ikan sia memainkan peranan penting dalam mengawal pertumbuhan alga di dasar sungai, sekali gus membantu mengekalkan kejernihan air.

Syncrossus hymenophysa (lali)

Ikan lali merupakan salah satu spesies ikan air tawar yang

unik direkodkan di hulu Sungai Cheka. Spesies ini lazimnya mendiami kawasan sungai beraliran sederhana dengan substrat berbatu dan berpasir. Ikan lali sering ditemui berenang di kawasan dasar dan pertengahan air sambil mencari makanan. Dari segi pemakanan, ikan lali bersifat omnivor dan memakan alga, bahan organik serta organisma kecil yang terdapat di dasar sungai. Kehadirannya di Sungai Cheka menunjukkan bahawa persekitaran sungai tersebut masih sesuai dan menyokong kehidupan ikan air tawar yang bergantung kepada sumber makanan semula jadi.

Fakta Menarik!

Bentuk mulut ikan lali membolehkannya mengutip makanan terus dari permukaan batu dan dasar sungai.

Bagarius lica (kenerak)

Ikan kenerak merupakan spesies ikan bersaiz besar yang mendiami dasar sungai dan tergolong dalam kumpulan ikan bentik. Spesies ini biasanya ditemui di kawasan sungai berbatu dengan aliran air yang deras serta mempunyai banyak ruang perlindungan seperti celahan batu dan bawah struktur semula jadi. Ikan kenerak bersifat karnivor dan memakan ikan kecil serta organisma akuatik lain. Kehadiran spesies ini menunjukkan bahawa Sungai Cheka mempunyai



Gambar 3: Ikan sebarau (*Hampala macrolepidota*) Sungai Cheka (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

struktur habitat yang kompleks dan rantai makanan yang berfungsi dengan baik. Spesies ini juga memerlukan kualiti air yang baik untuk terus hidup, menjadikannya antara indikator penting bagi ekosistem sungai.

Fakta Menarik!

Ikan kenerak gemar bersembunyi di celahan batu pada waktu siang dan menjadi lebih aktif mencari makanan pada waktu malam. Menariknya, semua spesies ikan yang direkodkan diklasifikasikan sebagai *Least Concern* (LC) oleh *The International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Ini menandakan bahawa populasi ikan di Sungai Cheka masih berada dalam keadaan stabil dan belum menghadapi ancaman serius.

Tahukah Anda?

Ikan daripada famili *Cyprinidae* merupakan famili ikan air tawar paling besar di dunia dan sangat dominan di Asia Tenggara, termasuk Malaysia.

Kepentingan Ikan Air Tawar

Ikan air tawar bukan sekadar penghuni sungai, malah memainkan peranan penting dalam mengekalkan keseimbangan ekosistem. Sebagai bioindikator, kehadiran dan kepelbagaian ikan boleh mencerminkan tahap kesihatan sesuatu

sungai. Jika kualiti air merosot akibat pencemaran atau gangguan habitat, spesies ikan yang sensitif akan berkurangan atau hilang terlebih dahulu.

Dari sudut ekologi, ikan membantu mengawal populasi organisma kecil seperti serangga akuatik dan alga, seterusnya mengekalkan rantai makanan yang seimbang. Ikan juga menyumbang kepada kitaran nutrien melalui sisa metabolisme mereka yang menyokong produktiviti ekosistem sungai.

Bagi manusia pula, ikan air tawar merupakan sumber makanan, pendapatan dan rekreasi. Aktiviti memancing bukan sekadar hobi, malah ia merupakan medium berkesan untuk memupuk kesedaran alam sekitar kerana pemancing dapat melihat sendiri hubungan kait antara kualiti air dengan kemandirian ekosistem akuatik. Apabila memancing, seseorang akan lebih peka terhadap parameter fizikal-kimia air seperti tahap pH dan oksigen terlarut yang sangat mempengaruhi kesihatan ikan.

Kesedaran ini mendorong pemancing untuk menjadi "mata dan telinga" komuniti dalam memantau pencemaran, sekali gus menggalakkan pemuliharaan sumber air agar kekal bersih bagi memastikan populasi hidupan air terus mampan untuk generasi akan datang.

Pemuliharaan

Walaupun keadaan hulu Sungai Cheka masih baik, ancaman seperti pencemaran, pembalakan, pertanian intensif dan perubahan iklim tidak boleh dipandang ringan. Tanpa pemantauan dan kesedaran berterusan, ekosistem sungai boleh terjejas dalam jangka masa panjang.

Usaha pemuliharaan tidak semestinya berskala besar. Langkah mudah seperti tidak membuang sampah ke dalam sungai, menjaga kawasan tebing, dan mengamalkan penggunaan sumber secara lestari mampu memberi impak positif. Pendidikan dan pendedahan kepada masyarakat, khususnya generasi muda, amat penting bagi memastikan sungai terus dilindungi.

Kesimpulannya, Sungai Cheka merupakan contoh bahawa sungai kecil juga menyimpan khazanah biodiversiti yang besar. Kepelbagaian ikan air tawar yang direkodkan mencerminkan ekosistem yang sihat dan berfungsi. Dengan usaha pemuliharaan yang berterusan, Sungai Cheka berpotensi untuk kekal sebagai warisan alam yang bernilai untuk generasi akan datang.

Rujukan



ETNOBOTANI MELAYU: KEBUAKSANAAN ALAM TEMPATAN

Nur Illani Abdul Razak

Fakulti Perladangan dan Agroteknologi, UiTM Cawangan Perlis, Kampus Arau,
02600 Arau, Perlis

illanirazak@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH ABU SHAH

Dalam budaya Melayu, alam bukan sekadar latar kehidupan, tetapi guru, sahabat dan sumber kebijaksanaan. Hubungan antara manusia dan tumbuhan telah lama terjalin melalui amalan harian, adat resam, perubatan tradisional, makanan, seni bina serta sistem kepercayaan. Hubungan inilah yang hari ini dikenali sebagai etnobotani; kajian tentang interaksi manusia dengan tumbuhan dalam konteks budaya dan ekologi. Dalam menghadapi krisis biodiversiti global dan cabaran kelestarian masa kini, etnobotani Melayu muncul sebagai satu warisan penting yang bukan sahaja perlu dipelihara, malah dihidupkan semula untuk manfaat generasi akan datang.

Alam sebagai Teras Kehidupan Melayu

Masyarakat Melayu tradisional hidup rapat dengan alam sekitarnya. Kehidupan kampung yang dikelilingi hutan, sungai, sawah dan kebun menjadikan tumbuhan sebagai nadi kehidupan seharian. Alam

difahami sebagai sistem yang perlu dihormati, bukan dieksploitasi secara berlebihan. Prinsip ini terpancar dalam pantang larang, peribahasa, petua nenek moyang dan amalan hidup yang menekankan keseimbangan. Ungkapan seperti "*ambil secukupnya saja*" mencerminkan falsafah

Hubungan antara manusia dan tumbuhan telah lama terjalin melalui amalan harian, adat resam, perubatan tradisional, makanan, seni bina serta sistem kepercayaan. Hubungan inilah yang hari ini dikenali sebagai etnobotani; kajian tentang interaksi manusia dengan tumbuhan dalam konteks budaya dan ekologi.

penggunaan sumber secara sederhana, yang sekiranya kita sebut sebagai '*sustainability*'. Pengetahuan tentang musim, jenis tanah, dan sifat tumbuhan diwarisi secara lisan daripada satu generasi ke generasi seterusnya. Dalam konteks ini, etnobotani Melayu bukan sekadar pengetahuan teknikal, tetapi satu cara hidup yang berakar daripada kesedaran ekologi.

Tumbuhan dalam Kehidupan Seharian

Dalam rumah Melayu tradisional, tumbuhan memainkan pelbagai peranan. Di halaman rumah, pokok kelapa, pinang, pisang dan mangga bukan sekadar tanaman makanan, tetapi simbol kelangsungan hidup dan kesejahteraan keluarga. Kelapa misalnya, dikenali sebagai *pokok seribu guna*; dari daun, buah, batang hingga akar, semuanya dimanfaatkan.

Herba seperti kunyit, halia, serai, pegaga dan sirih pula menjadi asas perubatan dan pemakanan. Pengetahuan

tentang khasiat tumbuhan ini lahir daripada pemerhatian jangka panjang terhadap alam. Amalan perubatan tradisional Melayu menggunakan tumbuhan secara holistik, melihat kesihatan sebagai keseimbangan antara tubuh, emosi dan persekitaran. Selain itu, tumbuhan juga hadir dalam ritual dan adat. Daun pandan, bunga kenanga, limau purut dan sirih digunakan dalam upacara tertentu, melambangkan kesucian, perlindungan dan keseimbangan spiritual. Ini menunjukkan bahawa dalam kosmologi Melayu, tumbuhan bukan objek mati tetapi entiti yang mempunyai makna dan nilai simbolik.

Etnobotani dan Biodiversiti Lestari

Salah satu kekuatan utama etnobotani Melayu ialah kepelbagaian spesies yang digunakan dalam satu ruang yang kecil. Kebun kampung tradisional jarang bersifat monokultur. Sebaliknya ia menggabungkan pelbagai jenis pokok buah, herba, tumbuhan ubatan dan tanaman hiasan dalam satu sistem yang saling menyokong. Pendekatan ini selari dengan prinsip biodiversiti lestari dan juga konsep moden seperti permakultur. Ungkapan warisan "*bertani harus mengikuti waktu alam*" mencerminkan kepelbagaian tumbuhan membantu mengekalkan kesuburan



Gambar 1: Konsep hutan makanan (*food forest*) yang meniru ekosistem hutan semulajadi melalui kepelbagaian tanaman adalah selaras dengan amalan tradisional pertanian Melayu yang tidak berasaskan monokultur (Sumber: SEEDS Malaysia)

tanah, mengurangkan perosak secara semula jadi dan memastikan kesinambungan hasil sepanjang tahun. Tanpa disedari, masyarakat Melayu telah lama mengamalkan sistem pengurusan landskap yang mesra alam dan berdaya tahan. Dalam konteks masa kini, apabila landskap bandar dan pertanian semakin homogen dan bergantung kepada input kimia, nilai etnobotani ini menjadi semakin relevan. Ia menawarkan model alternatif yang lebih lestari, berakar pada pengetahuan tempatan dan menghormati keseimbangan ekosistem.

Cabaran Pemodenan dan Kehilangan Warisan

Namun begitu, warisan etnobotani Melayu kini berdepan pelbagai cabaran. Urbanisasi pesat, perubahan gaya hidup dan sistem pendidikan yang semakin terpisah daripada alam telah menyebabkan banyak pengetahuan tradisional terhakis.

Generasi muda mungkin mengenali produk herba di pasaran, tetapi tidak lagi mengenali pokoknya di halaman sendiri. Landskap moden pula cenderung

mengutamakan estetika segera dan spesies asing, sering mengabaikan tumbuhan tempatan yang sebenarnya lebih sesuai dengan iklim dan ekologi setempat. Apabila tumbuhan tradisional semakin terpinggir, bukan sahaja biodiversiti yang hilang, tetapi juga identiti budaya dan memori kolektif masyarakat.

Menghidupkan Semula Etnobotani untuk Generasi Akan Datang

Usaha menghidupkan kembali etnobotani Melayu wajar bermula dari akar umbi, khususnya melalui sistem pendidikan dan pengalaman

langsung bersama alam. Pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman seperti kebun sekolah, taman komuniti dan lanskap awam berpotensi berfungsi sebagai ruang pembelajaran hidup yang memperkenalkan tumbuhan tempatan, nilai kegunaan serta makna budaya yang terkandung di dalamnya. Seiring dengan usaha tersebut, pemeliharaan ilmu warisan etnobotani Melayu kini diperkukuhkan di UiTM Cawangan Perlis melalui pelaksanaan kajian etnobotani Melayu dan pembangunan koleksi herbarium di bawah Program Sarjana Muda Sains

Teknologi Hortikultur, Fakulti Perladangan dan Agroteknologi. Inisiatif ini bukan sahaja berperanan sebagai dokumentasi ilmiah, malah menghidupkan kembali pengetahuan tradisional yang kian terpinggir dalam arus permodenan. Kajian ini mengetengahkan hubungan dinamik antara masyarakat tempatan dan tumbuhan yang dimanfaatkan dalam kehidupan seharian, sekali gus memperlihatkan kepentingan etnobotani sebagai medium pemeliharaan biodiversiti, identiti budaya dan kelestarian ilmu untuk generasi akan datang. Pendidik, pereka



Gambar 2: Spesimen herbarium tumbuhan tempatan sebagai dokumentasi ilmu etnobotani Melayu yang dibangunkan oleh pelajar Sarjana Muda Teknologi Hortikultur, UiTM Cawangan Perlis (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Program Eco School di Kebun Abi yang memupuk kesedaran ekologi di kalangan kanak-kanak dan pembelajaran berasaskan pengalaman alam (Sumber: Kebun Abi)

landskap, penyelidik dan keluarga memainkan peranan penting dalam menyambung semula hubungan ini. Cerita tentang kebun nenek, petua amalan orang tua, dan kegunaan tumbuhan tempatan perlu terus dikongsi agar tidak hilang ditelan masa. Mengintegrasikan etnobotani dalam reka bentuk landskap moden bukan bermakna menolak kemajuan, tetapi menyepadukan kebijaksanaan lama dengan keperluan semasa. Ia membuka ruang untuk landskap yang bukan sahaja indah, tetapi juga bermakna, berfungsi dan lestari.

Menjaga Alam, Menjaga Legasi

Etnobotani Melayu adalah cerminan hubungan mendalam antara manusia dan alam yang telah terbina selama berabad-abad.

Dalam dunia yang semakin terpisah daripada alam semula jadi, warisan ini menawarkan panduan berharga tentang cara hidup yang lebih seimbang dan bertanggungjawab. Menjaga biodiversiti bukan sekadar usaha pemuliharaan spesies, tetapi juga usaha memelihara pengetahuan, nilai dan identiti.

Dengan menghidupkan kembali etnobotani Melayu, kita bukan sahaja melindungi alam, tetapi juga mewariskan kebijaksanaan kepada generasi akan datang agar mereka bukan sekadar mewarisi bumi, tetapi tahu bagaimana untuk menjaganya.

Rujukan



PENDIDIKAN BIODIVERSITI DI SEKOLAH RENDAH SEBAGAI PELABURAN MASA DEPAN NEGARA

Mohd Al Faiz Jumin^{1*}, Sharir Aizat Kamaruddin¹, Shukor Sanim Mohd Fauzi¹, Eliy Nazira Mat Nazir¹, Nur Fatimah Fauzi¹, Nursyamillah Annuar¹, Ahmad Hanif Ahmad Baharin², Halimah Badioze Zaman², Wahiza Wahi², Kamarudin Hussin³

¹Universiti Teknologi MARA, Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600 Arau, Perlis, Malaysia

²Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

³Faizuddin Center of Educational Excellence, Jalan Raja Syed Alwi, Pusat Bandar Kangar, Kangar, Perlis

alfaizjumin1@gmail.com

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Biodiversiti merangkumi penghayatan terhadap bukan sekadar menyampaikan kepelbagaian hidupan yang biodiversiti disemai sejak usia fakta, tetapi membentuk wujud di bumi, termasuk muda, kanak-kanak akan hubungan emosi dan rasa tumbuh-tumbuhan, haiwan dan membesar dengan kesedaran tanggungjawab terhadap alam. mikroorganisma yang bahawa alam sekitar bukan Dalam konteks ini, bilik darjah membentuk keseimbangan sekadar latar kehidupan, tetapi menjadi medan penting untuk ekosistem. Namun, di sebalik suatu amanah yang perlu menyemai kefahaman tentang istilah yang sering disebut dipelihara. Pendidikan biodiversiti. Melalui pengajaran dalam wacana alam sekitar ini, biodiversiti di sekolah rendah yang kreatif dan berkesan, masih ramai dalam kalangan masyarakat yang belum benar-benar menghayati makna dan kepentingannya.

Hakikatnya, usaha melestarikan biodiversiti untuk generasi masa depan tidak boleh bermula hanya di peringkat dasar atau penyelidikan, sebaliknya perlu diasaskan sejak awal usia, khususnya di peringkat sekolah rendah.

Sekolah rendah merupakan fasa pembentukan nilai, sikap dan kefahaman asas kanak-kanak. Pada peringkat inilah rasa ingin tahu mereka berada pada tahap tertinggi, dan pandangan terhadap dunia mula dibentuk. Jika

penghayatan terhadap bukan sekadar menyampaikan kepelbagaian hidupan yang biodiversiti disemai sejak usia fakta, tetapi membentuk wujud di bumi, termasuk muda, kanak-kanak akan hubungan emosi dan rasa tumbuh-tumbuhan, haiwan dan membesar dengan kesedaran tanggungjawab terhadap alam. mikroorganisma yang bahawa alam sekitar bukan Dalam konteks ini, bilik darjah membentuk keseimbangan sekadar latar kehidupan, tetapi menjadi medan penting untuk ekosistem. Namun, di sebalik suatu amanah yang perlu menyemai kefahaman tentang istilah yang sering disebut dipelihara. Pendidikan biodiversiti. Melalui pengajaran dalam wacana alam sekitar ini, biodiversiti di sekolah rendah yang kreatif dan berkesan,



Gambar 1: Pendedahan awal tentang biodiversiti di bilik darjah membentuk kesedaran alam sekitar sejak usia sekolah rendah (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

guru boleh memperkenalkan konsep kepelbagaian hidupan secara mudah dan dekat dengan kehidupan seharian murid. Contohnya, pengenalan kepada haiwan, tumbuh-tumbuhan dan ekosistem tempatan membolehkan murid memahami bahawa biodiversiti wujud di sekeliling mereka, bukan hanya di hutan hujan tropika atau dasar laut yang jauh dari jangkauan.

Penghayatan biodiversiti juga boleh dipupuk melalui pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman. Aktiviti seperti pemerhatian alam, projek kelas, perbincangan bergambar dan penceritaan menjadikan pembelajaran lebih bermakna. Apabila murid melihat gambar hidupan liar, ekosistem marin atau kawasan hijau yang terancam, mereka bukan sahaja belajar mengenal, tetapi

mula memahami kesan tindakan manusia terhadap alam sekitar. Proses ini membantu membina empati dan kesedaran sejak usia muda.

Selain itu, pendidikan biodiversiti di sekolah rendah berperanan membentuk sikap lestari dalam kehidupan seharian. Murid yang memahami kepentingan biodiversiti cenderung mengamalkan nilai menjaga kebersihan, mengurangkan pembaziran dan menghormati alam. Sikap ini mungkin kelihatan kecil, namun apabila diamalkan secara berterusan dan kolektif, ia memberi kesan besar kepada kelestarian alam sekitar. Inilah asas pembentukan generasi yang peka terhadap isu alam dan bertanggungjawab terhadap masa depan bumi. Peranan

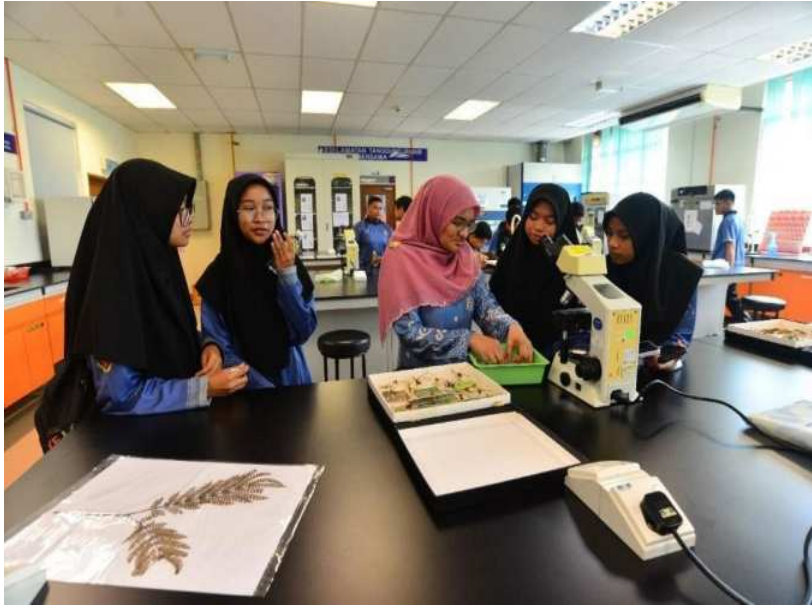
guru amat signifikan dalam menjayakan pendidikan biodiversiti ini. Guru bukan sahaja penyampai ilmu, tetapi juga pembimbing nilai dan contoh teladan. Pendekatan pengajaran yang menekankan dialog, penerokaan dan pemikiran kritikal membolehkan murid memahami isu biodiversiti secara lebih mendalam. Apabila guru mengaitkan pembelajaran dengan isu semasa seperti pencemaran, kepupusan spesies dan perubahan iklim, murid akan melihat kaitan langsung antara tindakan manusia dan kesejahteraan alam.

Sokongan bahan pembelajaran visual seperti gambar dan ilustrasi turut memainkan peranan penting. Gambar pelajar yang sedang belajar tentang alam sekitar di bilik darjah menggambarkan bahawa pendidikan biodiversiti boleh bermula dalam suasana formal pendidikan. Visual ini bukan sahaja mengukuhkan pemahaman murid, malah membantu masyarakat melihat bahawa usaha melestari biodiversiti bermula dengan pendidikan yang tersusun dan berfokus.

Ibu bapa dan komuniti juga tidak boleh dipinggirkan dalam usaha ini. Pendidikan biodiversiti yang berkesan memerlukan kesinambungan antara sekolah dan rumah. Apabila nilai yang dipelajari di sekolah disokong di rumah,



Gambar 2: Pembelajaran berasaskan pengalaman membantu murid memahami kepelbagaian hidupan dan kepentingan menjaga alam sekitar (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Peranan guru sebagai pemudah cara penting dalam menyemai nilai pemuliharaan biodiversiti kepada generasi muda (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

kanak-kanak akan lebih mudah menghayatinya. Perbincangan ringan tentang alam sekitar, sokongan terhadap aktiviti sekolah dan contoh amalan lestari dalam kehidupan seharian membantu mengukuhkan mesej pemuliharaan.

Dalam jangka panjang, pendidikan biodiversiti di sekolah rendah menjadi pelaburan sosial yang amat berharga. Generasi yang dibesarkan dengan kefahaman dan penghayatan terhadap biodiversiti akan lebih bersedia membuat keputusan yang bijak sebagai pengguna, pemimpin dan pembuat dasar pada masa hadapan. Mereka bukan sahaja melihat alam sebagai sumber ekonomi, tetapi sebagai sistem kehidupan yang perlu dijaga demi kesejahteraan bersama.

Kesimpulannya, melestarikan biodiversiti untuk generasi masa depan perlu bermula dengan pendidikan awal yang berkesan dan bermakna. Sekolah rendah merupakan tapak asas pembentukan kesedaran alam sekitar yang berpanjangan. Melalui pengajaran yang berfokus, sokongan visual dan penglibatan komuniti, penghayatan terhadap kepentingan biodiversiti dapat disemai sejak usia muda. Inilah langkah paling asas, namun paling penting, dalam memastikan khazanah alam terus terpelihara untuk diwarisi oleh generasi akan datang.



Gambar 4: Pendidikan biodiversiti di sekolah rendah menjadi asas pembentukan generasi yang peka dan bertanggungjawab terhadap alam (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

DIGITAL BIODIVERSITY FOR SUSTAINABLE LIVING

Abd Rahman bin Jamaan

Akademi Pengajian Bahasa, UiTM Cawangan Johor, Kampus Segamat, 85000 Segamat, Johor

abdra564@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Introduction

In today's digital age, biodiversity, which includes genetic, species and ecosystem diversity, is no longer studied only in the field. Digital technologies have become the base in which we understand, monitor, and conserve biodiversity to support sustainable life (Freitas Gouveia, 2025). We see the use of big data, AI, the Internet of Things (IoT), remote sensing, open data and citizen science applications, which in turn enable faster, more accurate and comprehensive data collection and analysis (Rahmati, 2024). Digital technology speeds up monitoring processes and also raises public awareness of the issue of biodiversity at the same time, which in turn supports global sustainable development and ensures the stability of ecological systems that are key to food security, clean water and human well-being (Trantas et al., 2025).

The Role of Digital Technology in Biodiversity

Digitalisation has presented new sources with respect to

biodiversity monitoring at a global scale. One such event is the Digital with Purpose Global Summit, which advocated the use of digital instruments to enhance the knowledge and strategies of conserving biodiversity and, at the same time, harmonised the same to the objectives pursued by the Sustainable Development Goals of the UN (Freitas & Gouveia, 2025). Global information systems and open data platforms assist in making the collaboration and knowledge sharing between researchers, policymakers, and the population more effective (Khabibullaev, 2024). The iNaturalist citizen science mobile application is one example of how people can use their mobile devices to record and share observations of species. The data collected is analyzed by researchers to produce maps of where species are located and track changes within ecosystems, improving management of biodiversity (iNaturalist, 2025; Observation.org, 2026). Additionally, through the Ocean Biodiversity Information System (OBIS), scientists have

a source for research and monitoring marine biodiversity around the globe from a single database (OBIS, n.d.).

AI and Data Analytics in Biodiversity Monitoring

Biodiversity data analysis benefits greatly from the use of machine learning and artificial intelligence because they are capable of automating the recognition of species and analysing patterns, tasks that are often impossible or very challenging for human beings to accomplish. This greatly increases the ability to monitor and manage biodiversity. Recent work in urban biodiversity (Rahmati, 2024) has shown that artificial intelligence will provide an over a 90% accuracy rate when detecting a species or monitoring habitat and provides additional understanding of how humans have impacted biodiversity. The BioAnalyst model also demonstrates the artificial intelligence-based approach's ability to analyse multiple datasets on biodiversity at once, and is able to use climate and related data to predict changes in species

populations and ecosystem patterns. These results will provide decision makers with a solid foundation for developing a responsive and effective policy to conserve biodiversity (Trantas et al., 2025).

Challenges in Digitalizing Biodiversity

Even with the great promise of digitalisation, there are several barriers to overcome. Many areas of the world do not have equal access to advanced technology and digital data; thus, there are gaps in knowledge and power across populations (Freitas & Gouveia, 2025). In addition, the use of digital technologies often requires large amounts of energy and infrastructure, both of which can increase the carbon footprint and contribute to electronic waste (e-waste), leading to environmental challenges (Freitas & Gouveia, 2025). The quality of data is another major obstacle that must be overcome. In order for scientists to be able to use data that is obtained through citizen science or through a variety of digital platforms, the data must be standardized so that it can be considered reliable for the purposes of scientific analysis. When data is not handled under strict standardization, then the data provided through citizen science has the possibility of containing bias or having errors, which can adversely affect the decisions made

about managing biodiversity (Khabibullaev, 2024).

Digital Biodiversity and Sustainable Living

Through monitoring ecosystems and species that inhabit them digitally, as well as through education, the creation of sound policies, and developing economic innovations, digital biodiversity assists in promoting sustainable living practices. Younger generations may be more aware of the necessity for healthy ecosystems when utilizing digital learning tools and virtual reality to engage in them, thus influencing social and cultural norms toward the adoption of sustainable lifestyles (Rejeki et al., 2024). Digital data provides empirical support within the realm of public policy for developing results-oriented programs related to biodiversity conservation with the planning and implementation of such programs through agriculture/environmental schemes that are focused on conserving local species and ecosystems (Freitas & Gouveia, 2025). The advent of digital technologies also creates new economic opportunities for entrepreneurs and other innovative individuals who seek out ways through which to utilize technology in order to achieve environmental goals, including developing ecosystem-based

tourism businesses and other ventures with real-time monitoring capabilities of the effects of their activities on the environment (Khabibullaev, 2024).

Conclusion

Digital biodiversity is a necessary element in the maintenance of sustainable living in the 21st century. Digital technology not only acts as a tool of data collection, but it can also be used as a tool of learning, monitoring, policy-making, and global collaboration (Freitas & Gouveia, 2025; Rahmati, 2024; Trantas et al., 2025). Despite the issues of technology availability, environmental effects of digital technologies, and data quality, the combination of AI, open data, and citizen science presents major opportunities to comprehend and preserve ecosystems in a more responsive, efficient way. True success lies in the unity of public, industrial, and international communities to make sure that the rewards of digital biodiversity are being achieved fairly and at the same time in a sustainable manner.

Reference



UiTM GREEN CENTRE (UGC), UiTM PERLIS MEMACU BIODIVERSITI LESTARI

Zamzila Erdawati Zainol, Aziani Ahmad, Sharir Aizat Kamaruddin, dan Khairul Naim Abd.Aziz
Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Perlis, 02600, Arau, Perlis

zamzila396@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Biodiversiti merupakan asas kepada keseimbangan ekosistem dan kelangsungan hidup manusia. Ianya dapat difafsirkan sebagai kepelbagaian flora, fauna dan mikroorganisma dimana ianya penting bukan sahaja penting dalam menyokong rantai makanan dan kestabilan alam sekitar, bahkan ianya menjadi sumber utama kepada pembangunan ekonomi, kesihatan dan kesejahteraan sosial.

Namun, seiring dengan pembangunan pesat dan peningkatan taraf hidup moden pada masa kini, biodiversiti kini semakin terancam disebabkan oleh pembangunan serta pembinaan di sesuatu kawasan, pencemaran yang berleluasa, penggunaan sumber secara berlebihan serta sikap manusia yang kurang bertanggungjawab terhadap alam sekitar. Justeru, konsep biodiversiti lestari perlu difahami dan diamalkan bagi memastikan kelangsungan alam sekitar demi masa depan generasi akan datang. Sehubungan dengan itu,

penerapan konsep biodiversity pelajar dan juga warga lestari secara menyeluruh kampus. Selaras dengan menjadi keperluan utama bagi keperluan bagi memastikan menjamin kelestarian alam kelangsungan biodiversiti demi sekitar pada masa hadapan. masa depan generasi, Peranan semua pihak amatlah UiTMGreen Centre (UGC) penting dalam memastikan UiTM Cawangan Perlis telah kelestarian biodiversiti dapat melancarkan Festival dimanfaatkan untuk generasi Kelestarian Kampus Hijau masa depan. Institusi 2025. Melalui festival ini pendidikan tinggi merupakan pelbagai program dan kempen medium utama dalam telah dijalankan seperti memupuk kesedaran dan Penjualan Barangan Kitar amalan kelestarian Semula, Kempen 'Bring Your terutamanya di kalangan Own Bottle', Kempen 'Say No



Gambar 1: Perasmian Festival Kelestarian Kampus Hijau
(Sumber Peribadi Penulis)

to Plastik and Straw 2.0', Amalan 3R ini bukan sahaja kerana plastik merupakan antara penyumbang utama kepada pencemaran alam sekitar kerana sifatnya yang sukar terurai dan mudah mencemari tanah serta perairan. Selain daripada itu Kempen "Zero Plastik and Straw 2.0" juga telah dijalankan bagi memastikan setiap kafeteria yang beroperasi di dalam kampus tidak menggunakan beg plastik dan straw sekali guna bagi urusan penjualan dan pembelian makanan. Semua staf dan pelajar digalakkan untuk membawa beg kitar semula dan botol minuman sendiri semasa menjalankan urusan jual beli di kafeteria UiTM Cawangan Perlis. Usaha ini adalah bagi memastikan persekitaran UiTM Cawangan Perlis bebas daripada sisa-sisa plastik.

Kempen Jom Kurangkan Sampul dan juga Projek 'Rubberize Tiles'. Projek 3R (Reduce, Reuse, Recycle), penjualan barangan kitar semula menjadi teras penting dalam usaha pengurusan sisa mampan di kampus. Projek ini menekankan kepentingan pengurangan sisa, penggunaan semula bahan yang masih berfungsi serta pengasingan dan kitar semula sisa. Pelaksanaan kutipan dijalankan sebanyak dua kali sebulan sepanjang tahun. Pada tahun 2025, UiTM Cawangan Perlis telah berjaya mengumpulkan sebanyak, 209.00kg barangan kitar semula yang terdiri daripada kotak, pelbagai jenis kertas dan juga pelbagai jenis botol plastik.

Pencemaran plastik bukan sahaja menjejaskan landskap semula jadi, malah memberi ancaman serius kepada hidupan liar, khususnya hidupan marin yang sering tersalah anggap plastik sebagai makanan.



Gambar 2: Kempen 'Say No to Plastik and Straw 2.0' (Sumber Peribadi Penulis)



Gambar 3: Kempen Jom Kurangkan Sampul (Sumber Peribadi Penulis)

Melalui kempen ini, warga kampus digalakkan untuk membawa beg guna semula dan membawa botol minuman sendiri, langkah kecil ini memberi impak besar dalam mengurangkan sisa plastik dan secara tidak langsung melindungi biodiversiti.

Kempen Jom Kurang Sampul, yang dijalankan sepanjang tahun 2025 bertujuan mengurangkan penggunaan sampul surat di kalangan warga kampus. Kempen yang dijalankan sepanjang tahun 2025, merupakan salah satu inisiatif UGC UiTM Cawangan Perlis dalam memastikan pengurangan penggunaan kertas di dalam kampus.

Melalui inisiatif ini, penggunaan sampul surat hanya difokuskan bagi surat-surat penting sahaja selain menggalakkan penggunaan emel bagi penyampaian maklumat dan sebagainya.

Salah satu lagi projek inovatif yang mencerminkan kreativiti dalam kelestarian ialah Projek *Rubberize Tiles*.

Projek ini memanfaatkan sisa getah dan botol plastik bagi menghasilkan jubin lantai yang tahan lasak dan mesra alam. Pendekatan ini bukan sahaja mengurangkan sisa yang berakhir di tapak pelupusan, malah menggalakkan penggunaan bahan kitar semula dalam pembangunan infrastruktur kampus.



Gambar 4: Perasmian Projek *Rubberize Tiles*
(Sumber Peribadi Penulis)

Inovasi seperti ini membuktikan bahawa kelestarian dan pembangunan boleh bergerak seiring tanpa mencemarkan alam sekitar. Pada masa yang sama, projek ini memberi pendedahan kepada pelajar tentang potensi ekonomi kitaran dalam memelihara biodiversiti. Kesemua inisiatif ini menunjukkan bahawa usaha memelihara biodiversiti tidak terhad kepada pemuliharaan habitat semulajadi semata-mata, tetapi juga merangkumi perubahan tingkah laku, inovasi teknologi dan pengurusan sumber secara

bijak. Kampus hijau yang lestari bukan sahaja menyediakan persekitaran pembelajaran yang kondusif, malah menjadi model kepada masyarakat luar dalam mengamalkan gaya hidup mesra alam. Sebagai generasi pewaris masa depan, pelajar dan warga kampus mempunyai tanggungjawab besar untuk memastikan kelestarian alam sekitar terus terpelihara.

Pendidikan dan pendedahan melalui projek-projek kelestarian seperti yang dilaksanakan oleh UGC UiTM Cawangan Perlis mampu membentuk kesedaran jangka panjang dan melahirkan graduan yang bukan sahaja berilmu, malah beretika terhadap alam sekitar.

Kesimpulannya, biodiversiti lestari merupakan kunci kepada masa depan generasi. Melalui komitmen berterusan, penglibatan aktif komuniti kampus dan pelaksanaan inisiatif hijau yang berimpak tinggi,

UiTM Cawangan Perlis membuktikan bahawa institusi pendidikan mampu menjadi agen perubahan dalam usaha memelihara biodiversiti. Usaha hari ini adalah pelaburan untuk masa depan, demi memastikan generasi akan datang dapat menikmati alam sekitar yang seimbang, sihat dan lestari.

SUSTAINABLE BY NATURE: SARAWAK DELTA GEOPARK AS AN EPITOME OF BIODIVERSITY

Ranee Atlas

Faculty of Hotel and Tourism Management, UiTM Cawangan Sarawak,
Kampus Samarahan 2, 94300 Kota Samarahan

ranee@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE HJ. YAACOB

Where brackish waters drift slowly and mangrove roots anchor into soft, shifting soil, the Sarawak Delta Geopark (SDGp) rises as a living landscape rich with meaning. It is more than a boundary on a map or a protected site; it is an ecological system that shows how sustainability need not be imposed. Instead, it emerges naturally when human life moves in rhythm with nature.

Spanning over 3,100 square kilometers across Kuching, Bau, and Padawan, the SDGp is defined by a rare convergence of geological, biological, and cultural heritage. Within its embrace lie eleven Totally Protected Areas: six national parks, four nature reserves, and one wildlife sanctuary; each safeguarding ecosystems from mixed dipterocarp and heath forests to peat swamps and mangroves. Within the SDGp, biodiversity flourishes in a delicate yet extraordinary balance. In an age defined by climate change, development pressures, and the duty to safeguard future generations, the delta stands

as a living testament to sustainable biodiversity, sustainable by nature.



Image 1: Carved by wind and waves, Bako's geology in motion
(Source: Author's own collection)

The Delta as a Living System

Deltas are often perceived as marginal spaces, neither fully land nor fully sea. In reality, they are among the most productive ecosystems on Earth. SDGp exemplifies this productivity through its vital ecological functions: water filtration, coastal protection, carbon storage, and the support of both marine and terrestrial food webs. The dense mangrove forests of Kuching Wetlands National Park are far more than scenic backdrops. They act as natural barriers against erosion and storms, serve as breeding and nursery grounds for mud crabs, prawns, and estuarine fish, and provide critical stopover habitats for migratory birds such as the Lesser Adjutant stork and egrets. Every root system and sediment layer tells a story of resilience, adaptation, and ecological continuity. In this sense, the delta is not a passive environment. It is dynamic, responsive, and constantly evolving, yet capable of maintaining the balance necessary for life to persist.

Interconnected Biodiversity

Biodiversity within the SDGp does not exist in isolation. It is the product of intricate relationships among species, habitats, and natural cycles. Small fish find refuge beneath mangrove roots, predators depend on the abundance of prey, and human communities rely on the stability of the entire system for their livelihoods. The flora and fauna of the delta form a vibrant mosaic of life: endemic orchids in Matang Wildlife Sanctuary, proboscis monkeys roaming Bako National Park, Irrawaddy dolphins surfacing in Santubong waters, alongside wetland vegetation, migratory birds, and countless microorganisms. Each element plays a role in sustaining the whole, and the loss of even a single component can trigger cascading effects across the ecosystem. Biodiversity here is not a checklist of species, it is a living network. The SDGp offers a compelling example of how such networks flourish when human intervention is measured, thoughtful, and aligned with nature's rhythms.

Sustainability as Practice, Not Rhetoric

While “sustainable biodiversity” is often discussed in policy circles and academic papers, its true value lies in how it is lived. At the SDGp, sustainability is not a slogan, it is woven into land-use

planning, habitat protection, and community engagement.

The geopark's approach is one of balance. Conservation efforts are carefully aligned with responsible economic activities: eco-tourism in Bako National Park, fisheries in the Santubong estuaries, and environmental education in Kubah National Park. Each initiative is guided by ecological carrying capacity, ensuring that livelihoods and tourism flourish without compromising the health of the ecosystem. Equally important is the recognition of ecological

limits. When these boundaries are respected, nature responds with resilience, offering continuous resources, natural protection, and long-term well-being. In this way, the SDGp demonstrates that sustainability is not abstract policy but a lived reality, grounded in practice and partnership.

Communities as Custodians of the Delta

The SDGp is inseparable from the communities that have long lived along its waterways and coastlines. Their bond with the



Image 2: Along Bako's forest trails, rare pitcher plants quietly thrive (Source: Author's own collection)



Image 3: Orangutans, forest residents whose survival depends on ours
(Source: Author's own collection)

delta has been shaped by generations of experience, traditional knowledge, and adaptation to environmental change.

Rather than viewing local people as threats to biodiversity, the geopark framework embraces them as essential partners in conservation. In the Salak estuary, fisherfolk take part in mangrove replanting, while indigenous communities near Matang share knowledge of medicinal plants and sustainable harvesting practices. These collaborations ensure that stewardship, monitoring, and education are rooted in lived experience. This marks a vital shift in perspective: conservation is no longer about restriction, but about shared investment, an

alliance between nature and society that strengthens both ecological resilience and community well-being.

A Space for Intergenerational Learning

One of the greatest strengths of the SDGp lies in its role as an open learning environment. Beyond the classroom, it offers students, researchers, and young people the chance to engage directly with biodiversity through field observation and hands-on experiences. Encounters with orangutans at Semenggoh Wildlife Centre or migratory shorebirds along the Selabat Mudflats nurture awareness, empathy, and responsibility, values that underpin long-term protection. Environmental education here goes deeper

than scientific facts. It is about cultivating a sense of connection. When younger generations marvel at pitcher plants in Kubah's heath forests or watch flocks of shorebirds at the Kuching Wetlands, they are more likely to become guardians of these ecosystems.

This is where the idea of the "future of generations" becomes tangible.

Sustainability is not passed down through policy documents alone, but through values, knowledge, and attitudes shared across time, ensuring that the legacy of the delta endures.

Reference



MENYINGKAP OKINAWA CHURAUMI AQUARIUM SEBAGAI HUB PEMBELAJARAN DAN PENYELIDIKAN BIODIVERSITI MARIN

Sharir Aizat Kamaruddin¹, Aimie Rifhan Hashim¹, Kharul Naim Abd. Aziz¹, Siti Hafsa Zulkarnain², Nurzaki Ikhsan³, Abdol Samad Nawi⁴, Rozita @ Uji Mohammed⁵, Hendry Joseph⁶, Alahasin Rubama⁷

¹Faculty of Applied Sciences, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600, Arau, Perlis, Malaysia

²Studies of Real Estate, School of Real Estate and Building Surveying, College of Built Environment, Universiti Teknologi MARA, 40450, Shah Alam, Selangor, Malaysia

³College of Engineering, Universiti Teknologi MARA, 40450, Shah Alam, Selangor, Malaysia

⁴Faculty of Business and Management, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Kelantan 18500 Machang, Kelantan, Malaysia

⁵Faculty of Business and Management, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Sabah 888997, Kota Kinabalu, Malaysia

⁶Faculty of Plantation and Agrotechnology, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Sabah 888997, Kota Kinabalu, Malaysia

⁷ToCoDeS Legacy Sdn. Bhd., Team of Community Development Studies, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Sabah, Beg Berkunci 71, 88997, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

shariraizat@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Dalam usaha melestari biodiversiti laut bagi generasi masa depan, pengalaman belajar yang menyeluruh dan inspiratif amat penting. Salah satu tempat yang paling unggul di dunia dalam menyampaikan pengalaman ini kepada orang ramai adalah Okinawa Churaumi Aquarium di Jepun. Dengan reka bentuk pameran yang tersusun mengikut zon laut, dari permukaan hingga ke dasar laut yang paling dalam, akuarium ini bukan sekadar tarikan pelancong malah juga berfungsi sebagai pusat pendidikan, penyelidikan dan pemuliharaan biodiversiti marin

yang memberi inspirasi kepada pengunjung dari seluruh dunia. Okinawa Churaumi Aquarium mengajak pengunjung memulakan perjalanan imaginatif mereka dengan *Invitation to the Great Sea*, satu zon yang menggambarkan kehidupan laut yang menarik dan penuh warna, memberikan gambaran holistik tentang hubungan ekologi lautan.

Zon-zon seterusnya membawa pelawat melalui pameran batu karang yang kaya dengan pelbagai spesies marin, arus besar Kuroshio yang menampung migrasi besar



Gambar 1: Pameran batu karang di Churaumi mengilustrasikan kepelbagaian spesies laut yang hidup bersama dalam ekosistem yang saling bergantung.
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

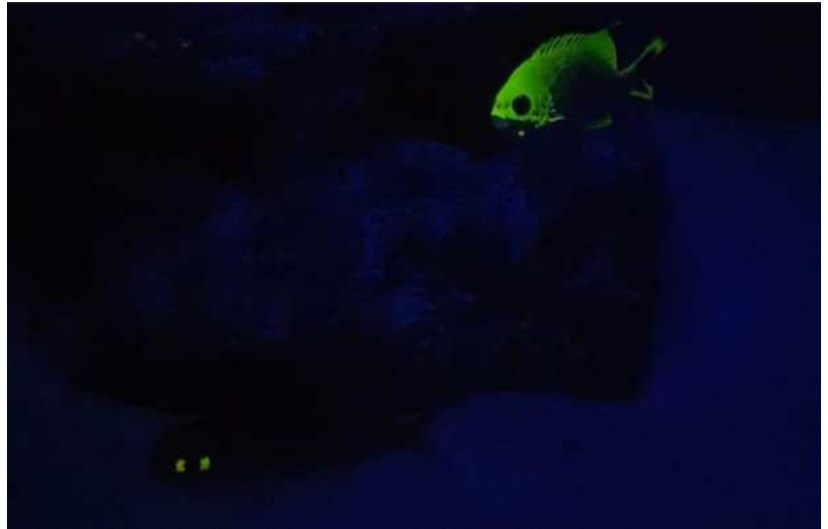
species marin seperti ikan yu paus dan pari manta, serta dunia laut dalam yang misteri yang penuh dengan makhluk laut yang jarang dilihat di habitat semula jadi mereka.

Apa yang menjadikan akuarium ini relevan dan bukan sekadar paparan visual hidupan laut, tetapi juga pendekatan ilmiah dan pemuliharaan yang merentas batas bilik pameran.

Churaumi bukan sekadar tempat melihat hidupan laut malah merupakan platform penyelidikan saintifik dan pusat pemeliharaan spesies yang berisiko. Contohnya, tenaga kerja di sini terlibat dalam usaha pemeliharaan dan pembiakan haiwan yang lemah sebelum dilepaskan semula ke habitat asal, serta projek pembiakan dalam kurungan spesies yang sukar dijaga di luar persekitaran kawalan.

Pendidikan biodiversiti di Okinawa Churaumi Aquarium memberi peluang kepada generasi muda untuk memahami secara langsung keunikan, kerumitan, serta keperluan mendesak dalam melindungi ekosistem laut.

Pendekatan yang diterapkan menunjukkan bagaimana pengalaman pembelajaran berasaskan pendedahan visual dan interaktif boleh diadaptasi dalam konteks pendidikan dan pemuliharaan biodiversiti di Malaysia.



Gambar 2: Zon *Deep Sea* membawa pelawat menemui makhluk laut dalam yang unik memberi kesedaran bahawa biodiversiti tidak hanya di permukaan laut.

(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Pertama, pembelajaran yang bermakna tentang biodiversiti perlu bersifat interaktif dan berasaskan pengalaman. Anak-anak dan generasi muda biasanya lebih mudah memahami konsep yang kompleks apabila mereka dapat melihat, menyentuh (di zon interaktif), atau merasai pengalaman visual langsung berkaitan hidupan marin.

Di Okinawa Churaumi Aquarium, zon *Journey to a Coral Reef* mempamerkan habitat terumbu karang berwarna-warni dengan pelbagai spesies ikan kecil, sekali gus memperlihatkan hubungan simbiotik antara organisma marin.

Kedua, biodiversiti tidak hanya mengenai spesies besar seperti ikan yu paus atau pari manta, tetapi juga tentang

makhluk laut kecil yang mungkin tidak sepopular spesies besar tetapi memainkan peranan penting dalam kesejahteraan ekosistem.

Kawasan *Deep Sea* di akuarium mempamerkan hidupan laut dalam yang jarang disaksikan, sekali gus memperluas pemahaman pelawat tentang kepelbagaian biodiversiti dan peranan setiap organisma dalam ekosistem. Pendekatan pendidikan yang holistik seperti ini sangat berkesan jika diadaptasi ke dalam kurikulum sekolah dan program komuniti.

Di Malaysia, misalnya, sekolah boleh mengambil inspirasi dari konsep zon pembelajaran yang berbeza untuk menerangkan aspek-aspek biodiversiti laut: zon pantai, zon terumbu



Gambar 3: Tangki utama Kuroshio Sea menunjukkan ikan yu paus menjadi simbol biodiversiti lautan besar yang memukau dan perlu dipelihara (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 4: Paparan obor-obor di akuarium mendidik pelawat tentang ekologi marin dan kepentingan pemuliharaan (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

karang, zon laut dalam, dan zon migrasi ikan. Pembelajaran mengikut zon ini membantu murid membentuk gambaran mental yang tersusun tentang bagaimana setiap habitat laut saling berkaitan dan menyokong kehidupan.

Selain itu, pengalaman Okinawa Churaumi Aquarium menekankan pentingnya penyelidikan dan pemantauan berterusan dalam memelihara biodiversiti. Okinawa Churaumi Aquarium tidak hanya memaparkan spesies malah turut terlibat dalam penyelidikan saintifik untuk memahami perkembangan dan keperluan spesies tertentu, termasuk projek pembiakan yang sukar seperti pari manta dan ikan yu paus dalam kurungan.

Ini menunjukkan bahawa institusi yang memfokus pada biodiversiti perlu berfungsi dua arah: sebagai tempat pendidikan umum dan juga sebagai pusat penyelidikan ilmiah. Untuk generasi akan datang, pengalaman seperti di Okinawa Churaumi Aquarium bukan sahaja memberi inspirasi tetapi juga bertindak sebagai permulaan dialog di rumah dan di sekolah.

Kanak-kanak yang teruja melihat ikan yu paus atau terumbu karang di akuarium akan lebih cenderung membawa pulang rasa ingin tahu itu dan bertanya lebih

lanjut tentang bagaimana mereka boleh membantu melindungi habitat semula jadi spesies tersebut. Ini adalah langkah penting dalam membina generasi yang bukan sekadar mengetahui tentang biodiversiti tetapi juga menghayatinya. Mesej paling penting dari pengalaman pendidikan biodiversiti seperti di Okinawa Churaumi Aquarium ialah bahawa pengetahuan membawa kepada tanggungjawab. Generasi muda yang diberi pendedahan awal kepada konsep hubungan antara

spesies, kesan aktiviti manusia terhadap ekosistem laut dan kepentingan pemuliharaan akan lebih cenderung menjadi warga yang bertindak proaktif demi kelestarian.

Ini menyokong idea bahawa kelestarian tidak hanya mengenai pengetahuan tetapi juga mengenai penghayatan.

Oleh itu, apabila kita memikirkan masa depan biodiversiti laut, kita harus melihat lebih jauh daripada pameran menarik sahaja. Kita perlu melihat bagaimana pameran-pameran tersebut

membantu memupuk rasa hormat, kesedaran dan tindakan terhadap alam sekitar. Pengalaman di Okinawa Churaumi Aquarium memberikan satu model pendidikan dan pemuliharaan yang boleh dijadikan inspirasi di peringkat sekolah, komuniti dan dasar.

Melalui pendekatan pendidikan yang bermakna, kita bukan hanya mewariskan pengetahuan kepada generasi akan datang, tetapi juga semangat untuk memelihara keindahan biodiversiti laut demi masa depan bersama.

TERARIUM PERIUK KERA SEBAGAI MEDIUM PEMULIHARAAN BIODIVERSITI LESTARI

Siti Mariam Shamsi, Yusuf Chong Yu Lok

Fakulti Perladangan dan Agroteknologi, UiTM Kampus Jasin, 77300 Merlimau, Melaka

mariam_shamsi@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian organisma hidup merangkumi variasi genetik, spesies dan ekosistem. Malaysia diiktiraf sebagai salah satu negara biodiversiti, namun ia semakin terancam akibat kehilangan habitat dan perubahan guna tanah. Kehilangan biodiversiti bukan sahaja menjejaskan keseimbangan ekologi, malah memberi implikasi jangka panjang terhadap generasi akan datang. Dalam konteks ini, pemuliharaan lestari memerlukan pendekatan yang

bukan sahaja melindungi spesies, tetapi turut menanam kefahaman dan nilai penjagaan alam dalam kalangan masyarakat. Terarium sebagai gambaran mikro-ekosistem menawarkan satu pendekatan alternatif yang praktikal dan berimpak pendidikan.

Periuk Kera (*Nepenthes* sp.) dan Kepentingannya dalam Biodiversiti

Periuk kera (*Nepenthes* sp.) ialah tumbuhan karnivor unik yang lazim ditemui di habitat tanah berasid dan rendah

nutrien. Keupayaan tumbuhan ini memerangkap serangga bagi mendapatkan nutrien menjadikannya contoh adaptasi evolusi yang signifikan. Selain peranan ekologi, periuk kera juga mempunyai nilai estetik dan pendidikan yang tinggi.

Walau bagaimanapun, banyak spesies periuk kera kini berdepan risiko kepupusan akibat kemusnahan habitat dan pengambilan tidak terkawal. Justeru, pemuliharaan ex-situ menjadi pelengkap penting kepada perlindungan habitat semula jadi.

Terarium sebagai Mikro-Ekosistem Lestari

Terarium (Terrarium) merujuk kepada sistem mikro-ekosistem buatan dalam bekas tertutup iaitu separa tertutup yang meniru gaya persekitaran semula jadi pada skala kecil. Dalam konteks artikel ini, terarium periuk kera dibuat secara sendiri menggunakan substrat sesuai, lumut (moss), dan kawalan kelembapan bagi menyokong pertumbuhan periuk kera.



Gambar 1: Periuk kera (Sumber: Malaysia Biodiversity Information System, 2026)

Kehadiran lumut dan substrat hidup membentuk mikro-ekosistem yang menyokong kitaran air, pengekalan lembapan dan kestabilan mikroklimat. Sistem ini mencerminkan prinsip asas kelestarian, iaitu penggunaan sumber minimum dengan fungsi maksimum. Pendekatan ini membolehkan pemerhatian langsung terhadap interaksi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem kecil.



Gambar 2: Terarium periuk kaca sebagai mikro-ekosistem lestari yang dibangunkan sendiri (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Peranan Terarium dalam Pendidikan dan Implikasi terhadap Biodiversiti Lestari

Terarium periuk kaca bukan sekadar objek hiasan sahaja, tetapi berfungsi sebagai medium pembelajaran visual dan eksperimen. Melalui pemerhatian pertumbuhan,

adaptasi dan keperluan persekitaran tumbuhan, konsep biodiversiti, ekologi dan kelestarian dapat difahami secara menyeluruh.

Pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman ini selari dengan keperluan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pemikiran kritikal dan kesedaran alam sekitar. Pendedahan awal kepada sistem hidup yang seimbang berpotensi membentuk



Gambar 3: Pelbagai terarium tumbuhan dalam bekas kaca yang berfungsi sebagai mikro-ekosistem buatan sebagai perhiasan dan medium pembelajaran biodiversiti (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

generasi yang lebih bertanggungjawab terhadap pemuliharaan alam.

Kesimpulan

Penggunaan terarium sebagai alat pemuliharaan dan pendidikan menunjukkan bahawa usaha kelestarian tidak

semestinya berskala besar. Inisiatif kecil yang konsisten mampu menyumbang kepada perubahan perspektif masyarakat terhadap biodiversiti. Walaupun terarium tidak dapat menggantikan habitat semula jadi, ia berfungsi sebagai inisiatif sokongan yang berkesan dalam penyampaian mesej pemuliharaan. Usaha begini, jika diperluas dalam konteks pendidikan dan kesedaran awam, berpotensi menyumbang kepada kelangsungan biodiversiti untuk generasi akan datang.



Gambar 4: Keadaan periuk kaca yang terbentuk dengan baik dalam persekitaran terarium terkawal yang mengekalkan kelembapan tinggi (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Rujukan



eDNA SEBAGAI PENDEKATAN BAHARU PEMANTAUAN BIODIVERSITI ALAM SEKITAR

Syarifah Faezah Syed Mohamad, Wan Siti Atikah Wan Omar, Ahmad Faris

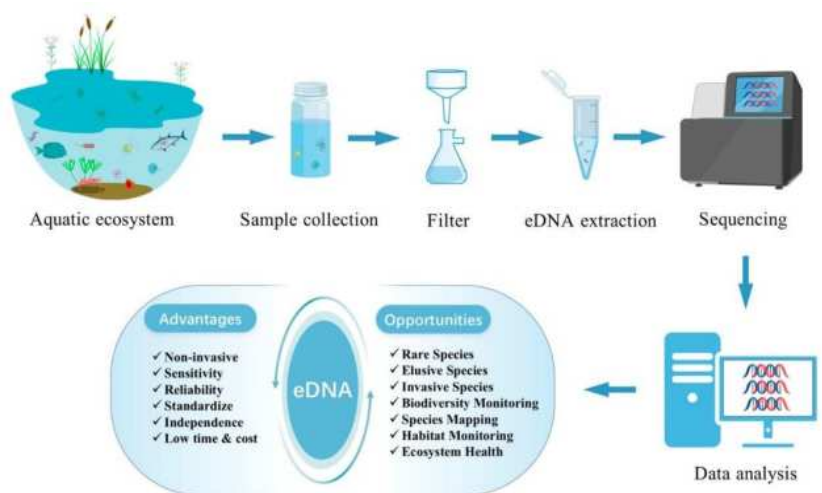
Seman@Kamarulzaman dan Nurun Nadhirah Md Isa

Pusat Pengajian Sains, UiTM Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Jengka, Pahang.

sharifahfaezah@uitm.edu.my

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Biodiversiti merupakan asas kepada kestabilan ekosistem dan kesejahteraan manusia. Setiap organisma, sama ada haiwan, tumbuhan mahupun mikroorganisma, memainkan peranan penting dalam mengekalkan keseimbangan alam. Namun begitu, pemantauan biodiversiti secara menyeluruh masih menjadi cabaran, khususnya di kawasan semula jadi yang luas, sensitif dan sukar diakses. Seiring perkembangan sains alam sekitar, kaedah pemantauan kini beralih ke arah pendekatan yang lebih lestari dan tidak invasif. Salah satu inovasi yang semakin mendapat perhatian ialah Environmental DNA (eDNA), iaitu DNA yang dilepaskan oleh organisma ke persekitaran melalui sel kulit, mukus, najis, spora, akar tumbuhan dan pelbagai rembesan biologi lain. Menariknya, eDNA bukan sahaja boleh diperoleh daripada air, malah juga daripada tanah dan udara, menjadikannya alat rentas ekosistem untuk pemantauan biodiversiti secara lebih



Gambar 1: Gambaran ringkas aliran kerja teknologi eDNA, bermula daripada pengambilan sampel persekitaran sehingga analisis genetik bagi mengenal pasti kehadiran organisma (Sumber: Chang et al., 2025)

menyeluruh (Deiner et al., 2021; Ruppert et al., 2019).

Dalam konteks ekosistem akuatik, air berfungsi sebagai medium utama pengumpulan eDNA kerana ia menerima input genetik daripada pelbagai kumpulan organisma.

Oleh itu, eDNA berasaskan air berpotensi besar digunakan untuk memantau biodiversiti akuatik merangkumi ikan, invertebrata, tumbuhan akuatik dan mikroorganisma.

Pendekatan ini amat relevan di kawasan tropika seperti Malaysia yang kaya biodiversiti tetapi masih kurang pemantauan berterusan. Secara tradisional, ekosistem air tawar sering dinilai melalui parameter fiziko-kimia seperti suhu dan pH. Walaupun penting, data ini tidak semestinya menggambarkan integriti biologi sebenar sesuatu ekosistem. Organisma akuatik, khususnya ikan, sering digunakan sebagai bioindikator

kerana kepekaannya terhadap perubahan persekitaran. Namun, kaedah pemantauan konvensional seperti penangkapan ikan menggunakan jaring atau kaedah elektrik bersifat invasif, memerlukan tenaga kerja yang ramai dan berisiko menjejaskan hidupan akuatik yang lain (Curto et al., 2025).

Sehubungan itu, satu kajian awal berasaskan eDNA telah dijalankan di ekosistem air tawar Hutan Simpan UiTM Pahang sebagai langkah awal ke arah pembangunan kaedah pemantauan biodiversiti yang lebih lestari. Kajian ini tidak terhad kepada ikan sahaja, malah bertujuan meneroka potensi eDNA untuk memantau biodiversiti akuatik secara lebih menyeluruh, termasuk haiwan lain, tumbuhan dan mikroorganisma.

Hasil kajian awal menunjukkan bahawa eDNA berjaya diekstrak daripada sampel air. Walau bagaimanapun, DNA yang diperolehi didapati bersifat terfragmentasi, iaitu terpecah kepada saiz yang kecil. Percubaan amplifikasi menggunakan PCR dengan primer MiFish tidak menghasilkan penguatan DNA yang berjaya. Dapatan ini mencerminkan cabaran sebenar aplikasi eDNA dalam persekitaran tropika yang dinamik dan terdedah kepada degradasi DNA yang pantas. Analisis lanjut menunjukkan bahawa parameter fiziko-kimia

air seperti suhu, pH dan oksigen terlarut memberi pengaruh ketara terhadap kualiti DNA yang diekstrak. Suhu yang tinggi boleh mempercepatkan degradasi DNA, manakala pH yang ekstrem menjejaskan kestabilan molekul DNA. Oksigen terlarut pula berkait dengan aktiviti mikroorganisma; respirasi mikrob yang tinggi boleh mempercepatkan pemecahan DNA persekitaran. Hubungan antara faktor persekitaran dan kestabilan eDNA ini turut dilaporkan dalam kajian-kajian

terkini (Harrison et al., 2019; Joseph et al., 2022). Dapatan awal ini menunjukkan bahawa kejayaan aplikasi eDNA bukan sahaja bergantung kepada teknik makmal, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh keadaan persekitaran semasa persampelan.

Oleh itu, pemantauan biodiversiti berasaskan eDNA di kawasan tropika memerlukan strategi persampelan dan interpretasi data yang lebih berhati-hati. Selain pendekatan PCR dan metabarcoding, satu kaedah alternatif yang semakin berkembang ialah shotgun metagenomic sequencing. Kaedah ini tidak bergantung kepada primer spesifik, sebaliknya menjujukan keseluruhan DNA yang diekstrak daripada sampel. Pendekatan ini berpotensi mengenal pasti pelbagai kumpulan organisma secara serentak, termasuk haiwan, tumbuhan dan mikroorganisma (Cordier et al., 2021).



Gambar 2: Visualisasi hasil pengekstrakan eDNA daripada sampel air menggunakan elektroforesis gel agarosa. Corak DNA yang terfragmentasi mencerminkan cabaran kualiti eDNA dalam persekitaran air tawar tropika (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Kajian ini tidak terhad kepada ikan sahaja, malah bertujuan meneroka potensi eDNA untuk memantau biodiversiti akuatik secara lebih menyeluruh, termasuk haiwan lain, tumbuhan dan mikroorganisma.



Gambar 3: Aktiviti persampelan air yang dijalankan di sekitar Hutan Simpan UiTM Kampus Jengka, Pahang (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Namun begitu, shotgun metagenomics mempunyai keperluan teknikal yang lebih ketat. Kualiti dan integriti DNA memainkan peranan penting, dan sampel lazimnya perlu memenuhi kriteria tertentu seperti DNA Integrity Number (DIN) yang mencukupi. Dalam kajian awal ini, kebanyakan sampel tidak memenuhi kriteria DIN semasa kawalan kualiti,

sekali gus menggambarkan cabaran sebenar penggunaan teknik lanjutan ini dalam kajian eDNA persekitaran tropika. Walaupun keputusan akhir penjujukan masih belum diperoleh, pendekatan ini menunjukkan potensi besar untuk aplikasi masa hadapan.

Secara keseluruhan, eDNA menawarkan pendekatan pemantauan biodiversiti yang

lestari, tidak invasif dan berimpak tinggi. Dengan penambahbaikan dari segi strategi persampelan, kawalan faktor persekitaran dan pemilihan kaedah analisis yang sesuai, eDNA berpotensi menyokong usaha pemuliharaan dan pengurusan sumber air secara mampan. Selain daripada itu, dapatan kajian eDNA ini menyokong usaha konservasi di bawah Matlamat Pembangunan Mampan iaitu berfokuskan hidupan dalam air, (SDG 14). Pemantauan sampel air membolehkan pengesanan awal pencemaran atau kemerosotan ekosistem sesuatu kawasan. Ini adalah penting bagi memastikan bekalan air bersih, sumber makanan, dan ekonomi berasaskan sumber air dalam kawalan dan terpelihara.

Seiring dengan tema “**Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi**”, eDNA mencerminkan bagaimana inovasi sains boleh membantu kita memahami alam secara lebih halus dan beretika. Melalui jejak genetik yang tersembunyi dalam air, tanah dan udara, kita bukan sahaja memantau biodiversiti hari ini, malah melindungi warisan alam untuk generasi akan datang.

Rujukan



BILA ALAM TIDAK LAGI MENJADI ASET

Azmira Abdullah, Nuraisyah Fitrie Abdullah

Fakulti Perakaunan, UiTM Cawangan Sarawak, Kampus Samarahan, Kota Samarahan, 94300 Samarahan, Sarawak

azmira@uitm.edu.my

EDITOR: DR. DARVIEN GUNASEKARAN

Dalam ilmu perakaunan, setiap aset seperti tanah, bangunan dan pelaburan perlu direkod dengan teliti. Ini disebabkan oleh nilainya yang tinggi dan kemampuannya untuk menyumbang kepada kekuatan sesebuah organisasi. Walau bagaimanapun, ada satu aset yang dilihat semakin hilang dan tidak lagi dilihat bernilai pada pertimbangan manusia, iaitu alam sekitar. Hutan yang ada ditebang dengan rakus, bukit-bukit ditarah untuk pembinaan dan sungai pula dicemari dengan plastik dan sisa-sisa makanan. Dunia akan menjadi smakin tenat apabila biodiversiti makin pupus. Realitinya, tidak semua kerugian ini dicatat dalam penyata kewangan.

Sebagai pendidik dalam bidang perakaunan, saya menekankan aspek pentingnya mengimbangi aset dan liabiliti. Malahan, pelajar juga diajar mengenai pulangan pelaburan dan juga pengurusan kos. Tetapi, jauh di sudut hati sentiasa tertanya “Mengapa alam semula jadi yang menjadi sumber penting kepada

ekonomi negara tidak dianggap aset yang perlu dijaga dan tinggi nilainya?”.

Pada zahirnya, biodiversiti bertindak sebagai “modal semula jadi” kepada kehidupan manusia dan ekonomi negara. Tidak dinafikan bahawa hutan bertindak sebagai pembekal sumber kayu, manakala tanah yang subur menghasilkan hasil pertanian yang banyak.

Ekosistem yang seimbang akan menstabilkan rangkaian bekalan dan sebaliknya. Tindakan luar kawal manusia sehingga mengucur kacirkan ekosistem adalah amat membimbangkan. Kos kerosakan yang dilakukan sering ditafsir sebagai kos luaran, bukannya tanggungjawab langsung organisasi atau individu.

Di Malaysia, kesedaran kepentingan pelaporan kelestarian dilihat semakin memberangsangkan apabila banyak syarikat yang tersenarai di Bursa Malaysia mula memberi perhatian terhadap kepentingannya. Perkembangan positif ini amat

membanggakan. Namun persoalannya, adakah pelaporan ini sekadar pematuhan, atau benar-benar mencerminkan perubahan minda dalam kalangan organisasi tersebut?

Hutan yang ada ditebang dengan rakus, bukit-bukit ditarah untuk pembinaan dan sungai pula dicemari dengan plastik dan sisa-sisa makanan. Dunia akan menjadi smakin tenat apabila biodiversiti makin pupus.

Sebagai pendidik, saya percaya perubahan sebenar bermula di dalam bilik kuliah. Jika pelajar hanya diterapkan dengan pemikiran bahawa kejayaan hanya diukur melalui angka keuntungan, maka tidak mustahil generasi akan datang hanya mewarisi dunia yang kaya secara kewangan tetapi miskin dari segi alam sekitar.

Sebaliknya, jika kita mula mengintegrasikan elemen kelestarian dalam pengajaran, sama ada melalui kajian kes atau simulasi pelaburan, pelajar akan mula menyedari bahawa setiap keputusan ekonomi mempunyai implikasi terhadap alam dan masyarakat.

Pelajar perlu dididik bahawa kejayaan projek bukan hanya diukur dari aspek keuntungan kewangan semata-mata, malah perlu mengambil kira kesan dan tanggungjawab terhadap persekitaran. Antara soalan-soalan yang perlu diutarakan kepada pelajar adalah:

- Apakah kos alam sekitar yang tidak diambil kira?
- Bagaimana jika penebangan hutan itu menyebabkan banjir pada masa hadapan?
- Bagaimana jika pencemaran meningkatkan kos kesihatan generasi mendatang?

Biodiversiti lestari bukan sekadar isu menjaga alam sekitar, tetapi ia juga berkaitan dengan keadilan dan hak antara generasi. Pada hari ini, kita semua menikmati kesenangan dan keuntungan hasil daripada alam semula jadi. Tetapi dalam masa yang sama, kita tidak boleh mengenyahkan hak generasi akan datang untuk mewarisi bumi yang mampu menyokong kehidupan mereka. Secara



Gambar 1: Bukit yang masih belum dieksploitasi
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

amnya, manusia perlu sedar bahawa alam semula jadi bukan sekadar sumber untuk dieksploitasi, tetapi amanah besar yang perlu dipikul bersama dan diurus dengan bijaksana.

Revolusi Industri 5.0 menjadikan peranan pendidikan semakin penting, di mana keseimbangan antara teknologi dan nilai kemanusiaan amat ditekankan. Kecekapan dipacu oleh teknologi dan nilai kelestarian akan menjadi pemandu arah. Akauntan pada masa depan tidak boleh mementingkan angka semata-mata, tetapi juga perlu menitik berat isu nilai. Beberapa persoalan besar yang perlu direnungkan ialah:

- Apabila alam tidak lagi dianggap sebagai aset, apakah yang sebenarnya sedang kita ukur?
- Jika penyata kewangan menunjukkan keuntungan,

tetapi hutan semakin berkurang dan sungai semakin tercemar, adakah untung benar-benar dihasilkan?

Dalam memastikan generasi akan datang tidak hanya bergantung pada angka keuntungan, tetapi pada nilai yang baik, adalah tugas seorang pendidik. Biodiversiti lestari akan terus terjaga jika kita mampu menanam dalam jiwa pelajar bahawa mereka harus melihat alam sebagai aset yang tidak ternilai. Akhirnya, warisan terbesar yang boleh kita tinggalkan bukanlah kekayaan material, tetapi bumi yang masih mampu memberi kehidupan dan biodiversiti merupakan khazanah yang tidak ternilai (Mat Yamin, 2007).

Rujukan



SERANGGA NADI BIODIVERSITI LESTARI: PERANAN KECIL YANG MENENTUKAN MASA DEPAN GENERASI

Zulfadli Mahfodz, Zaidatul Shakila Mohamad Ashari, Nadia Nisha Musa, Nur Atirah Hasmi, Rabihah Ismail

Fakulti Sains Gunaan, UiTM Cawangan Perak, Kampus Tapah, 35400 Tapah Road, Perak

zulfa2015@uitm.edu.my

EDITOR: DR. MU'ADZ AHMAD MAZIAN

Serangga dalam Sains Biodiversiti

Dalam ekologi, serangga adalah komponen teras kerana mereka memacu fungsi ekosistem pada skala yang besar walaupun saiznya kecil.

Serangga terlibat dalam pendebungaan, penguraian bahan organik, kitaran nutrien, kawalan biologi perosak, dan pemindahan tenaga dalam jaringan makanan.

Ahli ekologi menilai bukan sahaja kepelbagaian spesies, tetapi juga kepelbagaian fungsian, iaitu variasi peranan ekologi yang dijalankan oleh komuniti serangga.

Apabila kepelbagaian fungsian menurun, ekosistem lazimnya menjadi kurang stabil apabila berdepan gangguan seperti perubahan guna tanah, kemarau, atau pencemaran kerana semakin sedikit spesies yang mampu mengambil alih fungsi yang hilang.

Malaysia menjadi konteks yang sesuai untuk memahami hubungan antara biodiversiti

dan fungsi kerana negara ini mempunyai hutan tropika kaya spesies, di samping landskap pertanian yang luas. Kajian lapangan di Sabah yang membandingkan hutan tua, hutan pembalakan dan ladang kelapa sawit menunjukkan struktur fungsian komuniti semut dan anai-anai berubah dengan ketara mengikut tahap gangguan habitat.

Dalam kajian tersebut, anai-anai pemakan tanah dikenal pasti sangat sensitif dalam habitat yang telah ditukar guna. Ini jelas menunjukkan proses penting dalam tanah seperti penguraian dan kitar nutrien boleh terganggu apabila landskap menjadi terlalu ringkas dan kurang pelbagai (Luke et al., 2014).

Serangga adalah komponen teras kerana mereka memacu fungsi ekosistem pada skala yang besar walaupun saiznya kecil.

Pendebungaan di Malaysia: Kelulut Sebagai Pendebunga Terurus

Pendebungaan ialah perkhidmatan ekosistem yang paling jelas hubungannya dengan kehidupan harian kerana ia mempengaruhi hasil dan kualiti buah. Di Malaysia, kelulut semakin digunakan untuk pendebungaan terurus, iaitu pendebungaan yang diurus manusia melalui penggunaan koloni pendebunga yang dipelihara di ladang atau rumah hijau. Spesies yang paling lazim ditenak ialah *Heterotrigona itama* (Cockerell, 1918). Dalam kajian rumah hijau, penggunaan *H. itama* sebagai ejen untuk mendebungkan tembikai wangi *Cucumis melo* meningkatkan ukuran hasil dan beberapa ciri kualiti buah berbanding rawatan tanpa pendebunga serangga, sekali gus menunjukkan kelulut boleh menjadi pendebunga yang berkesan dalam sesuatu sistem (Azmi et al., 2019).

Dari sudut kelestarian, pendebungaan terurus

membantu mengurangkan risiko kegagalan pendebungaan dan menyokong pendapatan pengeluar melalui hasil yang lebih konsisten. Namun, pendebunga terurus tidak wajar dianggap pengganti penuh kepada komuniti pendebunga liar. Aktiviti pendebunga dipengaruhi oleh ketersediaan sumber makanan, keadaan mikroiklim, dan pendedahan kepada racun serangga. Oleh itu, pengurusan yang baik perlu memastikan landskap sekitar juga menyokong pendebunga liar, supaya perkhidmatan pendebungaan kekal kukuh dalam jangka panjang.

Kelapa Sawit: Kestabilan Pendebungaan dalam Pengurusan Landskap

Perladangan kelapa sawit merupakan contoh lain dalam memahami bagaimana fungsi serangga berkait rapat dengan ekonomi dan pengurusan landskap. Pendebungaan kelapa sawit banyak dipacu oleh kumbang *Elaeidobius kamerunicus* yang melawat bunga jantan dan bunga betina serta memindahkan debunga. Ulasan saintifik menekankan bahawa kejayaan pendebungaan dan kestabilan pendebunga dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, termasuk hujan dan suhu, penggunaan insektisid, tekanan pemangsa, serta keadaan landskap yang menentukan sumber makanan

dan tapak pembiakan (Gintoron et al., 2023).

Aplikasinya dalam biodiversiti lestari adalah pengurusan ladang perlu melihat serangga sebagai sebahagian daripada sistem pengeluaran, bukan faktor luar. Landskap yang mengekalkan unsur habitat seperti tumbuhan bukan tanaman dan zon pinggir sungai berpotensi menyokong kestabilan komuniti serangga dan mengurangkan ketidakseimbangan fungsi ekosistem. Dalam erti kata lain, pengurusan ladang perlu meminimumkan gangguan yang menjejaskan proses ekologi untuk mengoptimumkan hasil dan produktiviti tanaman.

Lebah Tualang Sarawak: Kepentingan Data Jangka Panjang

Dalam hutan dipterokarpa Sarawak, lebah tualang *Apis dorsata* Fabricius, 1793 adalah pendebunga penting bagi banyak tumbuhan hutan. Pergerakan dan kehadiran lebah ini juga berkait rapat dengan ketersediaan bunga pada skala landskap. Apabila sumber nektar dan debunga berkurang atau berubah mengikut musim dan tahun, bilangan lebah yang muncul dan kadar aktiviti mencari makanan juga boleh berubah.

Kajian Itioka dan rakan-rakan (2001) telah merekodkan pola populasi *Apis dorsata* selama enam tahun. Dapatan ini

penting kerana ia menunjukkan bilangan lebah boleh berubah-ubah mengikut perubahan sumber bunga dan keadaan persekitaran. Di sinilah nilai data siri masa, iaitu data yang dikumpul secara berkala untuk tempoh panjang menjadi sangat penting bagi tujuan analisa dan kawalan. Pengurusan biodiversiti memerlukan pemantauan yang konsisten agar keputusan dibuat berdasarkan bukti. Dalam ekosistem hutan, kestabilan pendebunga berkait rapat dengan keadaan habitat dan ketersediaan sumber flora. Oleh itu, pemeliharaan struktur habitat, kesinambungan kawasan hutan, dan kepelbagaian tumbuhan berbunga membantu menyokong pendebunga hutan dan seterusnya pembiakan semula jadi tumbuhan (Itioka et al., 2001).

Proses Tanah: Anai-anai, Semut dan Kumbang Tahi sebagai Jurutera Ekosistem

Banyak proses yang menentukan kesuburan dan produktiviti dalam jangka panjang sebenarnya berlaku di dalam tanah, seperti penguraian bahan organik, kitar nutrien, dan pembentukan struktur tanah. Anai-anai dan semut sering digelar jurutera ekosistem kerana aktiviti mereka mengubah struktur tanah, memproses bahan organik, dan mempengaruhi kitaran karbon melalui pembinaan sarang serta

pemakanan. Kajian di Sabah menunjukkan penukaran hutan kepada ladang kelapa sawit telah mengubah komposisi kumpulan fungsian semut dan anai-anai. Ini dapat dilihat dengan pengurangan yang jelas bagi populasi anai-anai pemakan tanah di kawasan tersebut (Luke et al., 2014).

Kesannya jika kumpulan serangga yang penting untuk pemprosesan tanah ini berkurang, risiko gangguan kepada kitaran nutrien dan sifat tanah juga boleh meningkat. Kumbang tahi daripada subfamili Scarabaeinae pula menyokong pelupusan najis dan pemindahan nutrien ke dalam tanah. Dalam landskap kelapa sawit di Borneo, kajian menunjukkan rizab pinggir sungai menyokong biodiversiti kumbang tahi yang lebih tinggi berbanding ladang, dan komuniti kumbang di rizab lebih menyerupai komuniti di hutan pembalakan (Gray et al., 2014). Kajian itu juga mendapati bahawa rizab pinggir sungai yang lebih lebar biasanya mempunyai lebih banyak spesies kumbang tahi. Selain itu, rizab yang tanamannya lebih pelbagai dan berlapis cenderung mempunyai bilangan kumbang yang lebih tinggi. Justeru, rizab pinggir sungai perlu direka dengan lebar yang mencukupi dan tanaman yang lebih pelbagai bagi menyokong kelestarian biodiversiti (Gray et al., 2014).

Kawalan Biologi: Musuh Semulajadi

Serangga juga berperanan sebagai musuh semula jadi kepada perosak melalui hubungan pemangsa, parasitoid, dan patogen. Di ladang kelapa sawit Semenanjung Malaysia, ulat bungkus *Metisa plana* Walker, 1883 dan *Mahasena corbetti* Tams, 1928 boleh menyebabkan keguguran daun dan menjejaskan fotosintesis.

Kajian entomologi merekodkan komuniti parasitoid Hymenoptera yang pelbagai berkait dengan kedua-dua perosak ini, menunjukkan wujudnya jaringan kawalan biologi yang boleh menyumbang kepada kestabilan populasi perosak apabila persekitaran ladang tidak menjejaskan musuh semula jadi secara berlebihan (Kamarudin et al., 1996).

Implikasi praktikalnya selari dengan konsep pengurusan perosak bersepadu. Pendekatan ini menekankan pemantauan, penetapan tindakan, dan penggunaan kaedah kawalan yang meminimumkan kesan sampingan kepada musuh semula jadi.

Apabila musuh semula jadi dipelihara, kebergantungan kepada aplikasi kimia secara berulang boleh dikurangkan dan kestabilan ekologi ladang lebih mudah dikekalkan.

Cahaya Buatan Pada Waktu Malam

Cahaya buatan pada waktu malam, sering diringkaskan sebagai Artificial Light at Night (ALAN), dikenali sebagai tekanan ekologi kerana ia boleh mengubah cara serangga bergerak dan menjalani kitar hidup. Ulasan sintesis menerangkan bahawa banyak serangga tertarik kepada lampu, lalu hilang arah atau lebih mudah menjadi mangsa. Cahaya juga boleh mengganggu navigasi, mengubah interaksi pemangsa dan mangsa, serta mengganggu komunikasi dan pembiakan. Apabila kesan ini berlaku secara meluas, struktur komuniti serangga boleh berubah dan fungsi ekosistem yang mereka sokong turut terjejas (Owens & Lewis, 2018).

Contohnya, di beberapa tempat di Selangor, kelip-kelip seperti *Pteroptyx tener* Olivier, 1907 sering diberi perhatian dalam usaha pemuliharaan kerana spesies ini bergantung pada habitat pinggir sungai dan mudah terjejas oleh gangguan seperti kehilangan tumbuhan serta pencemaran cahaya. Kajian pemantauan menggunakan fotografi digital pada waktu malam dan analisis imej menunjukkan kelimpahan bioluminesen boleh dianggarkan sebagai indeks yang boleh dibandingkan merentas masa dan lokasi



Gambar 1: Peranan serangga (Sumber: Koleksi infografik penulis)

(Kirton et al., 2012). Pendekatan kuantitatif seperti ini memudahkan penilaian keberkesanan intervensi, termasuk pengurusan pencahayaan di tebing sungai dan pemulihan tumbuhan pinggir sungai.

Kesimpulan : Biodiversiti dan Masa Depan Generasi

Tema **Biodiversiti Lestari, Masa Depan Generasi** menuntut kita menilai kejayaan melalui fungsi, bukan sekadar kewujudan spesies. Dalam konteks Malaysia menunjukkan beberapa prinsip yang boleh diterjemahkan kepada tindakan. Pada skala landskap, rizab pinggir sungai yang

dipelihara dengan baik boleh menyokong biodiversiti serangga tertentu dan fungsi tanah yang berkaitan (Gray et al., 2014). Pada skala habitat, penukaran guna tanah mengubah struktur fungsian komuniti serangga, termasuk kumpulan yang kritikal untuk proses tanah (Luke et al., 2014). Pada skala pengeluaran makanan, pendebungaan oleh kelulut terurus boleh meningkatkan hasil dalam sistem tertentu, manakala pemeliharaan musuh semula jadi membantu menstabilkan tekanan perosak (Azmi et al., 2019; Kamarudin et al., 1996).

Serangga mungkin kecil, tetapi mereka menyediakan fungsi

yang menyokong kehidupan harian dan pada masa yang sama bertindak sebagai petunjuk awal kepada perubahan alam. Jika kita mahukan masa depan generasi yang lebih selamat dari segi makanan, air dan kestabilan ekosistem, pendekatan paling berkesan ialah mengurus habitat dan gangguan secara berasaskan bukti, serta menganggap serangga sebagai komponen asas sistem yang perlu dipelihara.

Rujukan



TEROKAI TAMAN NEGARA: MENYUSURI KHAZANAH ALAM WARISAN GENERASI

Normadiana Bt Mohammad Hanapi dan Mohd Mawardi bin Mohd Kamal

Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang, Kampus Jengka,
Jalan Lintasan Semarak, 26400 Bandar Pusat Jengka, Pahang

normadiana@uitm.edu.my

EDITOR: DR. ILYANIE HJ YAACOB

Taman Negara Pahang pada asalnya dikenali sebagai Taman Negara King George V, yang ditubuhkan pada tahun 1938–1939 melalui penggabungan kawasan perlindungan di Pahang, Kelantan dan Terengganu yang bertujuan untuk pemuliharaan flora dan fauna. Kawasan ini diwujudkan menerusi enakmen negeri pada tempoh tersebut dan kemudiannya dinamakan semula sebagai Taman Negara selepas kemerdekaan negara. Ia merangkumi antara hutan hujan tropika tertua di dunia yang dianggarkan berusia lebih 130 juta tahun. Taman Negara merupakan antara khazanah alam semula jadi paling bernilai di Malaysia. Taman Negara bukan sekadar destinasi pelancongan bertemakan alam semula jadi, malah berperanan sebagai benteng biodiversiti yang menyokong keseimbangan ekosistem dan kelangsungan kehidupan manusia. Meneroka Taman Negara bermakna menyusuri warisan alam yang bukan diwarisi daripada generasi terdahulu, tetapi dipinjam

daripada generasi akan datang sebagai amanah bersama. Keunikan Taman Negara terletak pada kepelbagaian biodiversitinya yang merangkumi flora, fauna dan mikroorganisma yang membentuk jaringan kehidupan yang kompleks. Struktur hutan hujan tropika yang berlapis-lapis, daripada lantai hutan sehingga ke kanopi, menyediakan habitat kepada ribuan spesies organisma. Kepelbagaian ini memainkan peranan penting dalam mengekalkan kestabilan ekologi termasuk kawalan iklim mikro, kitaran nutrien, serta pengawalan kualiti udara dan air. Hutan Taman Negara juga bertindak sebagai penyerap karbon semula jadi yang membantu mengurangkan kesan perubahan iklim. Sungai-sungai yang mengalir di kawasan ini pula menjadi sumber air bersih dan nadi kehidupan kepada ekosistem akuatik serta komuniti setempat. Keseluruhan sistem ini menunjukkan bahawa biodiversiti bukan sekadar elemen estetik, tetapi asas

kepada kesejahteraan alam dan manusia. Meneroka Taman Negara membuka ruang pembelajaran yang bersifat holistik dan berasaskan pengalaman. Pembelajaran lapangan melalui aktiviti di hutan, sungai dan gua batu kapur membolehkan pelajar dan pengunjung memahami interaksi antara geologi, biodiversiti dan manusia secara langsung. Pengalaman ini sukar diperoleh melalui pembelajaran teori semata-mata dan memberi impak yang lebih mendalam terhadap kesedaran alam sekitar. Bagi generasi muda, pendedahan kepada alam semula jadi mampu membentuk hubungan emosi yang positif dengan persekitaran. Melalui lawatan akademik yang dianjurkan oleh Fakulti Kejuruteraan Awam ke Taman Negara, pelajar bukan sahaja didedahkan kepada pembelajaran berasaskan lapangan berkaitan Penilaian Impak Alam Sekitar (Environmental Impact Assessment, EIA), malah mengaplikasikan pengetahuan

daripada subjek Geologi yang memfokuskan kepada pengenalpastian dan ciri-ciri jenis batuan. Pemerhatian langsung terhadap persekitaran semula jadi membantu pelajar menghubungkan teori di bilik kuliah dengan keadaan sebenar tapak, sekali gus memperkukuh kefahaman tentang kejuruteraan lestari. Dalam konteks ini, Taman Negara berfungsi sebagai makmal semula jadi dan bilik kuliah terbuka yang menyokong pendidikan kejuruteraan secara berterusan. Selain hutan dan sungai, penerokaan gua batu kapur semasa lawatan akademik tersebut memberikan dimensi pembelajaran yang signifikan dalam bidang geologi kejuruteraan. Formasi batu kapur dan sistem karst yang terbentuk selama jutaan tahun membolehkan pelajar mengenal pasti jenis batuan, memahami sifat mekanikalnya serta implikasi terhadap kestabilan tanah dan perancangan infrastruktur. Pada masa yang sama, kawasan ini menyokong habitat spesies sensitif seperti kelawar dan mikroorganisma, menjadikannya komponen penting dalam kajian EIA. Oleh itu, warisan geologi ini perlu dilindungi kerana sebarang gangguan bukan sahaja menjejaskan biodiversiti, malah berpotensi meningkatkan risiko

kejuruteraan dan kesan alam sekitar jangka panjang.

Walaupun dilindungi, Taman Negara tidak terlepas daripada ancaman. Tekanan pembangunan di kawasan sekitarnya, pencemaran, aktiviti manusia yang tidak terkawal serta kesan perubahan iklim memberikan cabaran besar kepada kelestarian ekosistem. Perubahan corak cuaca, peningkatan suhu dan kejadian cuaca ekstrem boleh menjejaskan habitat semula jadi serta kelangsungan spesies tertentu. Ancaman ini menuntut pendekatan pengurusan yang lebih sistematik dan bersepadu. Kerjasama antara pihak berkuasa, institusi pendidikan, komuniti setempat dan masyarakat umum amat

diperlukan bagi memastikan usaha pemuliharaan dapat dilaksanakan secara berkesan. Setiap pihak mempunyai peranan tersendiri dalam melindungi khazanah alam ini. Dalam konteks ini, ekopelancongan lestari memainkan peranan penting sebagai mekanisme keseimbangan antara pemeliharaan alam dan pembangunan sosioekonomi. Aktiviti pelancongan yang dirancang secara bertanggungjawab membolehkan orang ramai menikmati keindahan Taman Negara tanpa merosakkan ekosistemnya. Sungai Tembeling sebagai laluan utama ke pedalaman Taman Negara menjadi simbol hubungan manusia dan alam secara harmoni.



Gambar 1: Rentis Trenggan sebagai pintu masuk penerokaan Taman Negara (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 2: Pembelajaran lapangan di gua batu kapur sebagai makmal semula jadi (Sumber: Koleksi peribadi penulis)



Gambar 3: Sungai Tembeling sebagai laluan utama ke pedalaman Taman Negara (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Pengunjung perlu mematuhi garis panduan pemuliharaan seperti mengurangkan sisa, tidak merosakkan tumbuhan dan menghormati habitat hidupan liar. Amalan ini penting bagi memastikan kesan aktiviti manusia terhadap alam sekitar dapat diminimumkan dan kelestarian kawasan ini terjamin. Taman Negara juga berfungsi sebagai simbol hubungan antara manusia dan alam semula jadi. Setiap lawatan seharusnya disertai dengan kesedaran bahawa manusia hanyalah sebahagian daripada ekosistem yang lebih besar.

Tindakan kecil yang dilakukan secara konsisten mampu memberi kesan besar dalam jangka panjang. Pemeliharaan Taman Negara perlu dilihat sebagai pelaburan jangka panjang untuk kesejahteraan generasi akan datang. Kehilangan biodiversiti bukan sahaja bermakna kepupusan spesies, tetapi juga kehilangan fungsi ekosistem yang menyokong kehidupan manusia, termasuk sumber makanan, air bersih dan kestabilan iklim. Institusi pendidikan dan media memainkan peranan penting dalam menyampaikan mesej pemuliharaan kepada masyarakat. Majalah *Epitome of Nature* berfungsi sebagai medium kesedaran yang menghubungkan ilmu, pengalaman dan nilai kelestarian kepada pembaca. Melalui penulisan yang berasaskan sains dan disampaikan secara berkesan, kesedaran awam dapat dipertingkatkan.

Kesimpulannya, meneroka Taman Negara bukan sekadar perjalanan fizikal atau aktiviti rekreasi, tetapi satu perjalanan kesedaran tentang tanggungjawab manusia sebagai penjaga warisan alam. Menyusuri khazanah alam ini bermakna kita menyedari kepentingan biodiversiti lestari serta peranan setiap individu dalam memastikan alam semula jadi terus terpelihara. Bak kata pepatah, "Apa yang ditanam hari ini, itulah yang dituai esok hari."

NURTURING GREEN AWARENESS AMONG ALPHA GENERATION

Zanariah Abdul Rahman

Fakulti Pengurusan dan Perniagaan, UiTM Cawangan Johor, Kampus Segamat, KM12 Jalan Muar. 85000 Segamat, Johor

zanariah75@uitm.edu.my

EDITOR: DR. SITI NORAZURA JAMAL

Introduction

Have you ever wondered if one day, our green surroundings will be gone forever? All the trees, flora and fauna and all the small little plants around us that we take for granted will be vanished indefinitely. Try to look around your campuses or the neighbourhoods, and see how many of the community's activities are related to making the area greener? Plant gives us shade, provide us oxygen, and provide homes for

countless animals and insects. However, with challenges like climate change and the serious loss of biodiversity, a big question comes up: how do we help future generations care about and protect the environment? Of course, one obvious answer will be with education. Teaching the next generation, especially the Alpha generation is crucial so that they become aware of, and value, the natural world around them.

Why Tree Matter?

One of the main reasons is that trees play a fundamental role in sustaining life. Not only that it may beautify the environment, but trees also actually absorb rainwater and therefore will reduce flooding, improve air quality and support rich biodiversity. On top of that, trees can be the natural cooling systems that cool the urban areas. Green planting benefits not only to the environment, but also to the human physical and mental well-being. Land clearing (as depicted in image 1) for replanting supports sustainability by preparing land for ecosystem restoration. When managed responsibly, replanting efforts contribute to environmental balance, biodiversity conservation, and long-term ecological resilience. When young people understand these benefits, they will not take trees around them for granted. Trees are no longer seen as background scenery. Instead, trees represent life, protection, and responsibility. Therefore, it is imperative to teach the value of



Image 1: Land preparation for replanting and vegetation restoration. (Source: Author's own collection)

green planting and to encourage the sustainability habits among the young generation for the future lifetime.

Why the Alpha Generation?

The Alpha Generation is the generation that is so special that it was named Alpha because they are the new generation that is unlike the older generation before them. They are the kids that was born after 2010 and exposed to digitalization since they were born. They were surrounded by technology from the very young age and that shapes how they learn, interact and behave with the world. They are mostly tech-savvy and live walled with digital environment; thus, they may have limited direct contact with nature.

Teaching young Alpha generations about natures and trees are not easy but vital. They are a vulnerable generation, and it will be a difficult task to start with. However, it is necessary to inject the awareness to them because they are the one who will bear the consequences from today's environmental decisions. We need to educate them now ensures that caring for trees, green spaces, and biodiversity becomes part of their mindset, habits, and daily choices. Early and continuous exposure to environmental education is essential in fostering long-term sustainable

practices among the young generation (Rahman et al., 2023)

Who is Responsible?

Parents

Family, parents and those who close to them play crucial role in inspire the green environment a culture at home. Parents can do as simple as educating the kids about trees, and its importance to the earth. Besides that, do consistent activities around the home with planting trees, tending to your plants or just spending time with the kids at the park and expose them with the green environment. The main objective is for the parents to train their kids to develop respect for nature from a young age

Schools

The best place for the young generation to enhance more knowledge about green environment is the school. Kids spend most of their time at school and could provide early exposure to them through outdoor activities, nature-based learning, or hands-on green practices. Schools can lead by example and provide a practical demonstration of sustainable living and teach them the skills needed to become an eco-conscious person. Schools may do program such as integrating green awareness activities in their lesson plan. Besides that,

Early and continuous exposure to environmental education is essential in fostering long-term sustainable practices among the young generation

they introduce recycling program, save trees campaign and school clean-ups as part of the school culture. It is said that learning experiences that allows students to engage directly with natural environments are more effective in shaping a pro-environmental attitude than classroom instruction. (Setiani & Putri, 2024).

Communities

Communities also contribute by maintaining green neighbourhoods and organising local planting initiatives. In both urban and rural Malaysia, community parks and green spaces act as living classrooms where young generation can experience biodiversity directly. As climate change and urbanisation progress, communities need to focus on green projects that benefit both people and the planet. Through shared effort, communities can shape a more balanced and resilient future.

Building a Greener Tomorrow?

Educating the younger generation about the environment sustainability is crucial. It's a work that needs to be done today for the future tomorrow. The Alpha generation will inherit the outcomes of today's environmental choices.

Trees planted today may take years to grow, but their benefits will last for decades. Similarly, environmental education may not show immediate results, but its long-term impact is profound. When

universities, parents, schools, and communities work together; environmental awareness becomes part of everyday life.

Conclusion

Nurturing green awareness among the Alpha generation begins with education that is consistent, meaningful, and rooted in real experiences. By teaching young people to love and protect trees, we are planting seeds of care, responsibility, and sustainability. These seeds will grow into actions that preserve biodiversity and protect the

environment for generations to come. In doing so, we help ensure a greener, healthier, and more sustainable future for Malaysia. By nurturing environmental awareness early, we empower the Alpha generation to become responsible custodians of the planet, capable of making informed choices that will safeguard biodiversity and sustainability for the future.

References



SPESIS ASING INVASIF: ANCAMAN IKAN BANDARAYA TERHADAP BIODIVERSITI

Nur Azlina Mohamad Zahari, Alya Insyirah Mohd Ruhazmi, Arissa Nabila Kamal, Nur Alya Farhana Mohd Azri dan Rabiatul Adawiyah Mohd Yaacob
Pusat Asasi, Universiti Teknologi MARA Cawangan Selangor, Kampus Dengkil, 43800 Dengkil, Selangor

nurazlinamz@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Pengenalan

Spesis asing invasif (IAS) ialah spesis yang dibawa masuk ke luar taburan asalnya dan mampu menyesuaikan diri serta merebak hingga menjejaskan ekosistem tempatan. Di Malaysia, ikan bandaraya merupakan contoh IAS yang serius apabila populasinya berkembang pesat dan mendominasi sungai utama di Lembah Klang serta kawasan lain. Operasi tangkapan yang mengumpulkan ratusan kilogram dalam beberapa jam membuktikan tahap populasinya yang tinggi dan sukar dikawal. Pada tahun 2020, Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu menyenaraikan isu IAS sebagai isu yang perlu ditangani di bawah Matlamat Pembangunan Mampan 15.8 (SDG 15.8), yang menekankan pencegahan, kawalan dan pembasmian spesis invasif. Namun, Malaysia masih berdepan cabaran dalam menangani masalah ikan bandaraya. Artikel ini

membincangkan faktor penyebaran, kesan terhadap ekosistem sungai, usaha pengawalan, perbandingan dengan India dan Amerika Syarikat, serta kerangka perundangan Malaysia dalam mencapai SDG 15.8.

Faktor Pembiakan Pantas Ikan Bandaraya

Antara punca utama kehadiran spesis invasif seperti ikan bandaraya adalah sikap manusia terhadap alam sekitar.

Ramai yang melepaskan ikan peliharaan ke perairan awam atas alasan ikan tersebut sudah terlalu besar atau sudah tidak diperlukan. Dalam ajaran Islam, manusia diberikan tanggungjawab untuk memelihara dan memakmurkan bumi bukan merosakkannya. Melepaskan haiwan tanpa pertimbangan merupakan satu bentuk pengkhianatan terhadap amanah yang diberikan oleh Tuhan, dan tindakan ini turut



Gambar 1: Jabatan Perikanan Malaysia melaksanakan operasi menangkap ikan bandaraya (Sumber: Sinar Harian, 2024)

mengganggu keseimbangan alam. Tambahan pula, kadar pembiakan ikan bandaraya yang pantas membantu spesies ini membiak dalam jangka masa yang singkat. Jangka hayat mereka yang panjang juga, iaitu sekitar lima tahun, membolehkan populasi ikan ini kekal relevan. Bahkan, kekurangan pemangsa semula jadi terhadap ikan bandaraya telah mendorong kepada peningkatan secara konsisten dan tanpa kawalan. Hal ini kerana dari segi fizikal, ikan bandaraya mempunyai kulit yang keras dan mampu menghalang pemangsa daripada memakannya. Ikan bandaraya juga mampu menyesuaikan diri dalam pelbagai persekitaran seperti di kawasan yang mempunyai kandungan oksigen yang rendah. Hal ini telah membantu ikan bandaraya untuk terus kekal hidup di sungai, longkang dan tasik di sekitar Malaysia.

Kesan Kehadiran Ikan Bandaraya dalam Ekosistem Sungai

Kehadiran ikan bandaraya menyebabkan berlakunya hakisan tebing sungai dan kemerosotan kualiti air. Ikan bandaraya menggali lubang pada dasar dan tebing sungai untuk perlindungan dan pembiakan, sekaligus melemahkan struktur fizikal tebing. Hakisan yang berlaku menyebabkan sedimen mudah hanyut ke dalam aliran air,



Gambar 2: Bukti lambakan ikan bandaraya
(Sumber: Berita Harian, 2025)

mengganggu aliran semula jadi sungai serta meningkatkan risiko banjir, terutamanya ketika hujan lebat. Keadaan ini bukan sahaja menjejaskan habitat ikan tempatan, malah menyumbang kepada penurunan kualiti air yang digunakan oleh komuniti setempat untuk aktiviti harian dan rekreasi.

Selain itu, persaingan dengan ikan tempatan untuk makanan dan habitat mempercepatkan ketidakseimbangan ekologi. Tabiat ikan bandaraya yang memakan alga dalam jumlah besar mengurangkan sumber makanan bagi spesies ikan asli, khususnya anak ikan. Pada masa yang sama, penguasaan ruang habitat oleh spesies invasif ini menyebabkan ikan tempatan kehilangan tempat perlindungan, sekaligus meningkatkan tekanan terhadap kelangsungan hidup

mereka. Penurunan populasi ikan tempatan secara berterusan turut memberi kesan kepada hasil perikanan sungai yang menjadi sumber pendapatan dan bekalan makanan kepada masyarakat sekitar.

Kesan ini bertambah serius apabila ikan bandaraya sukar dikawal akibat kadar pembiakan yang tinggi dan keupayaan penyesuaian yang luar biasa. Spesies ini mampu bertahan dalam persekitaran air yang tercemar dan berkembang pesat tanpa kawalan pemangsa semula jadi. Dominasi populasi ikan bandaraya mengganggu struktur rantai makanan, menjejaskan fungsi ekologi sungai sebagai habitat yang seimbang dan produktif, serta meningkatkan kos pengurusan dan pemulihan ekosistem dalam jangka panjang.

Usaha Kerajaan dan Agensi

Bagi menangani isu pencerobohan ikan bandaraya yang semakin serius, kerajaan bersama pelbagai pihak berkepentingan telah melaksanakan Program Menangkap Berskala Besar. Program ini melibatkan kerjasama erat antara agensi kerajaan, pertubuhan bukan kerajaan (NGO) dan komuniti setempat. Sejak akhir tahun 2023 hingga Disember 2025, lebih 75 tan ikan bandaraya berjaya ditangkap dari pelbagai sistem sungai di kawasan bandar dan pinggir bandar. Program ini bukan sahaja membantu mengawal populasi spesies invasif tersebut, malah berjaya meningkatkan kesedaran dan penglibatan masyarakat tempatan dalam usaha pemuliharaan sungai, sekaligus memupuk rasa tanggungjawab bersama terhadap kelestarian alam sekitar.

Selain itu, usaha pendidikan dan peningkatan kesedaran awam turut diperkukuh melalui kerjasama antara Jabatan Perikanan Malaysia dengan NGO serta rakan strategik seperti Aquaria KLCC. Pelbagai kempen dan program pendidikan dianjurkan bagi menerangkan kesan negatif spesies invasif terhadap biodiversiti sungai dan keseimbangan ekosistem. Inisiatif ini bertujuan membentuk sikap lebih

bertanggungjawab dalam kalangan masyarakat, khususnya untuk mengelakkan amalan melepaskan ikan bandaraya ke perairan umum yang boleh memburukkan lagi masalah sedia ada. Dari sudut penguatkuasaan, beberapa kerajaan negeri seperti Selangor sedang merangka dan menyediakan enakmen serta peraturan baharu bagi mengawal pembiakan dan penyebaran spesies invasif.

Langkah ini merangkumi keperluan mendapatkan permit bagi aktiviti penternakan serta penaan denda dan tindakan undang-undang terhadap individu yang didapati melepaskan spesies asing invasif ke perairan awam. Pendekatan perundangan ini penting bagi memastikan usaha kawalan dapat dilaksanakan secara lebih sistematik dan berkesan.

Bagi menangani isu pencerobohan ikan bandaraya yang semakin serius, kerajaan bersama pelbagai pihak berkepentingan telah melaksanakan Program Menangkap Berskala Besar.

Perbandingan antara Malaysia dengan India dan Amerika Syarikat dalam menangani masalah spesies invasif

Masalah ikan bandaraya sebagai spesies asing invasif di Malaysia boleh dibandingkan secara menyeluruh dengan situasi di Bangladesh dan Amerika Syarikat kerana ketiga-tiga negara mengalami isu yang berpunca daripada pengenalan spesies asing oleh manusia, khususnya melalui perdagangan ikan hiasan dan akuakultur. Usaha Malaysia tertumpu kepada operasi tangkapan besar-besaran, program komuniti dan pertandingan menangkap ikan dengan insentif, kempen kesedaran awam, kerjasama dengan NGO dan institusi akademik, serta kajian untuk memanfaatkan ikan bandaraya sebagai baja atau makanan ternakan. Namun begitu, kawalan undang-undang masih terhad dan tidak menyeluruh di peringkat nasional.

Di Bangladesh, masalah yang sama berlaku apabila ikan bandaraya merebak luas di sungai dan tasik hingga menjejaskan perikanan tradisional dan biodiversiti air tawar. Negara Bangladesh mengambil pendekatan yang lebih tegas dengan mengharamkan sepenuhnya import, pembiakan, pemilikan dan perdagangan spesies ini, sekaligus menumpukan



Gambar 3: Usaha mengurangkan populasi ikan bandaraya dengan menjadikannya makanan
(Sumber: Buletin Utama TV3, 2024)

kepada pencegahan jangka panjang selain kawalan populasi. Sementara itu, di Amerika Syarikat, ikan bandaraya dan beberapa spesies ikan invasif lain juga diperkenalkan melalui pelepasan ikan akuarium, terutamanya di negeri seperti Florida dan Texas, sehingga mengganggu habitat semula jadi dan spesies tempatan.

Pendekatan US lebih bersifat sistematik dan saintifik, iaitu melibatkan larangan pemilikan dan pelepasan di negeri tertentu, pemantauan ekologi, pengurusan berasaskan data serta pendidikan awam yang berterusan. Perbandingan ini menunjukkan bahawa

Malaysia, Bangladesh dan US menghadapi masalah yang sama, tetapi berbeza dari segi strategi, di mana Malaysia lebih menekankan kawalan populasi dan penglibatan komuniti. Bangladesh memberi fokus kepada penguatkuasaan undang-undang yang tegas.

Manakala US menggabungkan kawalan perundangan, pengurusan saintifik serta pendidikan awam bagi mengawal spesies ikan invasif. Hal ini memberi gambaran bahawa pendekatan bersepadu daripada ketiga-tiga model ini boleh menjadi rujukan terbaik untuk Malaysia menangani isu ini secara menyeluruh dan mampan.

Pelaksanaan undang

Undang-

Di Malaysia, isu ikan bandaraya sebagai spesies asing invasif mempunyai asas undang-undang melalui Akta Perikanan 1985. Akta ini mengawal aktiviti pengimportan, pemeliharaan, pembiakan, penjualan dan pelepasan ikan ke perairan awam.

Di bawah Akta ini, Jabatan Perikanan Malaysia berkuasa mengawal atau melarang spesies yang memudaratkan ekosistem dan pelanggaran boleh dikenakan denda serta hukuman penjara. Peruntukan ini diperincikan melalui Peraturan-Peraturan

Perikanan (Larangan Import dan sebagainya bagi Ikan) 1990 (Pindaan 2024) yang membolehkan penyenaraian spesies larangan serta mewajibkan permit khas bagi pemilikan atau perdagangan.

Di peringkat negeri pula, beberapa negeri seperti Sabah dan Selangor mempunyai atau sedang membangunkan enakmen perikanan darat yang melarang pelepasan spesies asing ke perairan awam dengan penetapan hukuman denda yang tinggi. Secara keseluruhan, walaupun tiada akta khusus yang mengawal ikan bandaraya secara spesifik, gabungan undang-undang persekutuan dan negeri telah menyediakan kerangka asas di Malaysia dalam usaha mencegah,

mengawal dan menguatkuasakan tindakan terhadap aktiviti yang mengancam ekosistem sungai.

Kesimpulan dan Cadangan

Kesimpulannya, isu ikan bandaraya sebagai spesies asing invasif bukan sahaja mencabar keseimbangan ekosistem sungai, malah memberi implikasi terhadap keselamatan makanan, ekonomi komuniti setempat dan komitmen Malaysia dalam mencapai SDG 15.8. Walaupun pelbagai usaha telah dilaksanakan melalui operasi tangkapan, kempen kesedaran dan kerangka perundangan sedia ada, pendekatan yang lebih menyeluruh dan bersepadu masih diperlukan.

Justeru, dicadangkan agar Malaysia memperkukuh penguatkuasaan undang-undang dengan penyenaraian jelas spesies invasif berisiko tinggi di peringkat nasional, memperluas pendidikan awam secara berterusan, mempertingkatkan penyelidikan saintifik berasaskan data bagi kawalan populasi, serta mengadaptasi amalan terbaik dari Bangladesh dan Amerika Syarikat dalam aspek pencegahan dan pemantauan. Pendekatan holistik yang menggabungkan elemen perundangan, saintifik dan penglibatan komuniti adalah penting bagi memastikan kelestarian ekosistem sungai dapat dipelihara secara mampan untuk generasi akan datang.

BIODIVERSITI DAN PERANANNYA KEPADA MANUSIA MENURUT PERSPEKTIF AL-QURAN

Shafiza Safie

Akademi Pengajian Islam Kontemporari, UiTM Cawangan Kelantan

shafizasafie@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NOR'AISHAH BINTI ABU SHAH

Pendahuluan

Rezeki setiap manusia kepada setiap makhluknya sudah dijanjikan Allah SWT. Ini sebagaimana dalam surah Sabaa ayat 39 bermaksud: *"Katakanlah sesungguhnya Tuhanku melapangkan rezeki bagi sesiapa yang dikehendaki-Nya di kalangan hamba-hamba-Nya dan Dia menyempitkan bagi (sesiapa yang dikehendaki-Nya). Dan barang siapa sahaja yang kamu nafkahkan (belanjakan), maka Allah SWT akan menggantikannya dan Dialah juga sebaik-baik pemberi rezeki"*.

Sebagai khalifah Allah di muka bumi ini, manusia diberikan akal fikiran untuk menguruskan rezeki yang diberikan dengan sebaik mungkin agar apa yang ada di daratan, di lautan dan di angkasa dapat digunakan dengan bijak dan bertanggungjawab. Justeru, dalam konteks ini, biodiversiti merupakan sebahagian daripada rezeki anugerah Ilahi kepada manusia. Biodiversiti memainkan peranan yang

penting dalam mengekalkan keseimbangan alam sekitar dan merupakan nikmat yang sangat besar dalam kehidupan manusia yang diberikan oleh Allah SWT.

Peranan Biodiversiti dalam Keseimbangan Ekologi

Biodiversiti penting dalam proses keseimbangan alam sekitar yang mana ia turut menjamin khidmat ekologi yang bermakna buat manusia. Ia dapat mengekalkan kekompleksan dalam ekosistem kerana biodiversiti merangkumi kombinasi spesies dan kekayaan; interaksi spesies, interaksi antara organisma dan komponen bukan hidup dalam persekitaran; tingkah laku; sejarah hidup dan kepelbagaian fisiologi; kepelbagaian fizikal habitat yang terdiri daripada pelbagai biologi semua habitat atau ekosistem yang berbeza di sesuatu kawasan.

Setiap kejadian yang Allah SWT ciptakan di atas muka bumi ini mempunyai alasan

Sebagai khalifah Allah di muka bumi ini, manusia diberikan akal fikiran untuk menguruskan rezeki yang diberikan dengan sebaik mungkin agar apa yang ada di daratan, di lautan dan di angkasa dapat digunakan dengan bijak dan bertanggungjawab.

tersendiri. Sebagai contoh, kelawar dikelaskan sebagai haiwan karnivor (pemakan serangga/haiwan kecil) atau herbivor/frugivor (pemakan buah/nektar), ia tergantung kepada spesies. Kebanyakan kelawar kecil ialah insektivora (karnivor), manakala kelawar besar (keluang) memakan buah-buahan dan nektar. Tiada jenis kelawar yang dianggap omnivor utama, sebaliknya

mereka terbahagi kepada kategori pemakan serangga (arthropod) atau tumbuhan (fitofagus). Oleh itu, kelawar lebih tepat digambarkan sebagai pemakan khusus (sama ada karnivor serangga atau herbivor tumbuhan) dan bukannya omnivor yang memakan kedua-duanya secara meluas.

Biodiversiti juga penting dalam pendebungaan dan pengeluaran hasil tanaman. Bagi kebanyakan tumbuh-tumbuhan berbunga, pembiakannya bergantung kepada beberapa spesies haiwan seperti lebah, rama-rama, kelawar dan sebagainya dalam membantunya membiak melalui pengangkutan debunga. Malah lebih daripada satu per tiga hasil tanaman makanan manusia sejagat adalah bergantung kepada pendebungaan semulajadi ini.

Selain itu, kebanyakan spesies haiwan yang mendiami hutan kita juga turut memainkan peranan penting menjalankan fungsi tambahan dalam pembiakan tumbuhan melalui penyebaran biji benih. Di sini sangat jelas menggambarkan betapa pentingnya peranan spesies fauna dalam mengekalkan keseimbangan alam sekitar secara semulajadi. Kelawar, yang berfungsi sebagai ejen pendebungaan tanaman (durian, petai) dan pengawal serangga perosak pertanian.

Dalam Al-Quran, Allah SWT telah menceritakan hakikat kerosakan muka bumi ini adalah berpunca daripada diri manusia itu sendiri disebabkan sikap tamak haloba, mengaut keuntungan tanpa mengambil kira dan peduli tentang masa depan alam yang sedang diduduki ini.

Biodiversiti dalam Kestabilan Iklim

Selain itu, ekosistem juga turut mempengaruhi keupayaan langsung ke atas bentuk cuaca persekitaran. Sebagai contoh Allah SWT menjadikan hutan untuk manfaat manusia, lembapan yang dibebaskan ke atmosfera melalui hutan hujan menyebabkan hujan ribut malar dan akan menghadkan kadar kehilangan air daripada sesuatu kawasan dan membantu mengawal suhu permukaan. Sementara itu, dalam iklim sejuk ekosistem hutan bertindak sebagai penebat dan tampan angin bagi membantu mengurangkan kesan suhu dingin. Telah menjadi sunnatullah, bukit-bukau yang tersusun, gunung-gunang yang kukuh, semuanya terbina atas sistemnya yang

baik. Biodiversiti bukan sahaja penting dalam proses menstabilkan iklim, tetapi juga memainkan peranan penting dalam mencegah dan mengurangkan kesan bencana alam. Contohnya hutan dan padang rumput sangat membantu dalam melindungi landskap daripada hakisan, kehilangan nutrien dan tanah runtuh melalui tindakan cengkaman akar. Maka dengan sebab itulah Allah SWT sudah menjelaskan bahawa kerosakan bumi ini ialah berpunca daripada tangan-tangan manusia atau sifat tamak manusia. Kerosakan alam sekitar berpunca daripada kerakusan dan kecuai tangan manusia, menyebabkan

ketidakseimbangan ekosistem dan bencana seperti tanah runtuh, pencemaran udara, banjir, jerebu dan sebagainya.

Pembangunan tidak terkawal, boros dalam penggunaan sumber alam, penebangan hutan, dan pembuangan sampah merata-rata adalah punca utama kerosakan. Aktiviti ini merosakkan ekologi, menunjukkan manusia gagal menggalas amanah sebagai khalifah. Dalam Al-Quran, Allah SWT telah menceritakan hakikat kerosakan muka bumi ini adalah berpunca daripada diri manusia itu sendiri disebabkan sikap tamak haloba, mengaut keuntungan tanpa mengambil kira dan peduli tentang masa depan

alam yang sedang diduduki ini. Firman Allah Azzawajalla dalam Surah Asy-Syura ayat 30 yang bermaksud:

“Dan apa juga yang menimpa kamu daripada sesuatu kesusahan (atau bala bencana), maka ia adalah disebabkan apa yang kamu lakukan (daripada perbuatan salah dan berdosa) dan (dalam pada itu) Allah memaafkan sebahagian besar daripada dosa-dosa kamu.”

Hutan juga memainkan peranan yang penting dalam mengekalkan kualiti udara. Spesies tumbuhan bertindak membersihkan udara dan mengawal kandungan atmosfera, mengitar semula keperluan oksigen dan menapis partikel-partikel berbahaya yang terhasil daripada aktiviti-aktiviti industri.

Begitu juga biodiversiti penting dalam mengekalkan kualiti air. Ekosistem tanah lembap (kawasan paya) misalnya membantu menyerap dan mengitar semula nutrien-nutrien penting, merawat kumbahan dan membersihkan sisa tanah. Pokok-pokok dan tanah hutan pula bertindak membersihkan air yang mengalir melalui ekosistem hutan. Ia melibatkan proses menghalang tanah daripada dihanyutkan. Ekosistem hutan juga berperanan membantu menghalang pemendapan kelodak berbahaya ke sungai dan empangan yang wujud daripada hakisan dan tanah runtuh. Kesannya, ia baik untuk kelestarian hidup dan kesihatan manusia.

Begitulah besarnya peranan biodiversiti dalam

mengekalkan keseimbangan alam sekitar kita. Justeru itu, kewujudan biodiversiti jangka panjang adalah sangat perlu bagi memastikan keseimbangan dan kelestarian alam sekitar kita terus terpelihara. Justeru masyarakat perlu memainkan peranan penting dalam keselamatan biodiversiti agar penambahbaikan ke atas pengurusan biodiversiti secara lestari dapat dilaksanakan. Setiap individu perlu memainkan peranan masing-masing dalam pengurusan biodiversiti bagi menjamin pengekalan khazanah terpelihara untuk turut dinikmati oleh generasi akan datang.

Peranan Biodiversiti dalam Keseimbangan Ekologi

Biodiversiti merujuk kepada kepelbagaian hidupan di pelbagai peringkat genetik, spesies, dan ekosistem. Ia menyokong perkhidmatan ekologi seperti kitaran nutrien, kawalan iklim mikro, dan pendebungaan.

Ketidakseimbangan biodiversiti akan mengganggu rantai makanan dan mengurangkan daya tahan ekosistem terhadap ancaman luar. Ekosistem hutan hujan tropika memainkan peranan penting dalam mengawal atur iklim setempat. Proses transpirasi membebaskan lembapan ke atmosfera, menyumbang kepada pembentukan hujan



Gambar 1: Keseimbangan gunung-ganang dan tumbuhan sebagai paru-paru dunia (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

dan penstabilan suhu. Sistem akar tumbuhan pula bertindak mencengkam tanah, mengurangkan risiko hakisan dan tanah runtuh.

Dalam konteks iklim sederhana, hutan berfungsi sebagai penambat haba dan penahan angin. Fenomena ini tidak berlaku secara rawak; ia adalah sunnatullah yang termaktub dalam sistem ciptaan Ilahi. Bukit-bukau dan gunung-ganang bukan sekadar landskap, tetapi agen geomorfologi yang aktif. Hutan berfungsi sebagai “paru-paru dunia.” Proses fotosintesis oleh pokok-pokok hutan menjana oksigen dan menyerap karbon dioksida, seterusnya

menstabilkan komposisi atmosfera. Di samping itu, dedaunan dan kanopi hutan bertindak sebagai penapis biologi, memerangkap partikel zarah daripada aktiviti industri dan kenderaan bermotor.

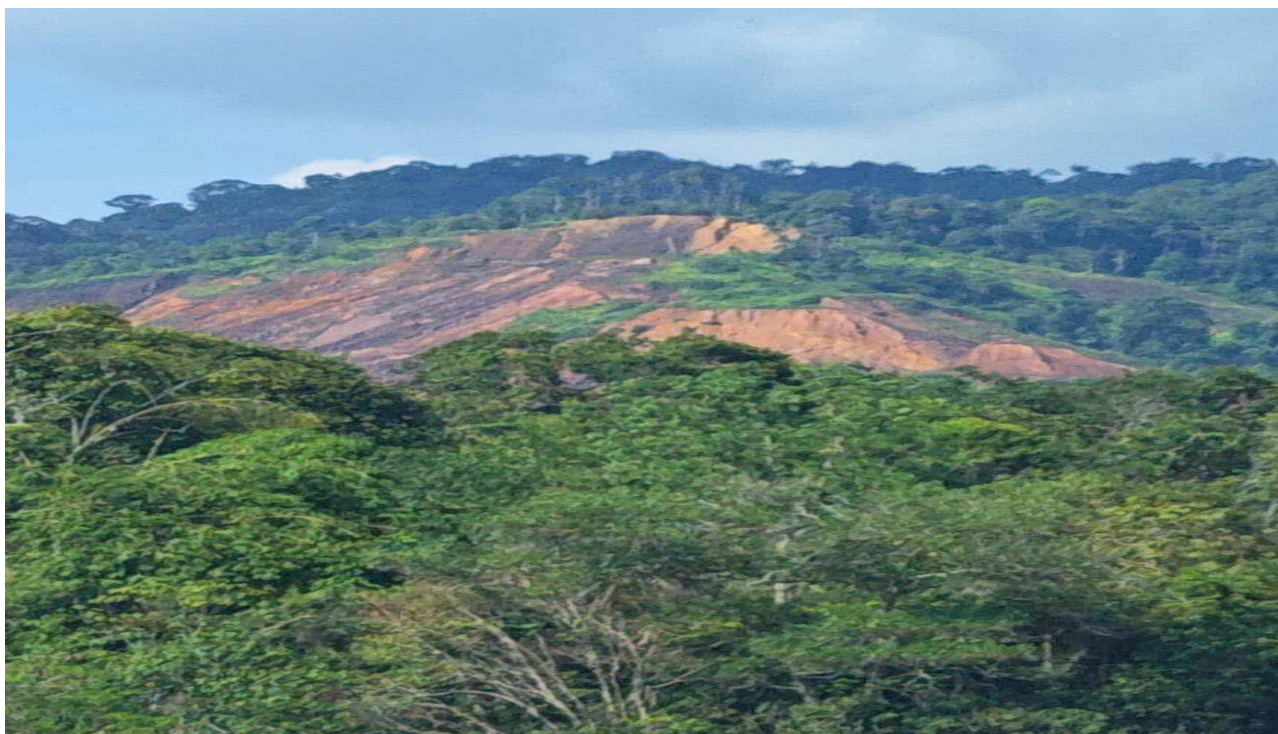
Dalam konteks hidrologi, ekosistem tanah lembap seperti paya bakau dan gambut berperanan menyerap lebihan nutrien, merawat sisa toksik, dan memerangkap kelodak. Proses ini penting dalam memastikan sumber air bersih terpelihara untuk kegunaan domestik dan pertanian. Justeru, pemuliharaan hutan adalah sinonim dengan pemuliharaan kesihatan awam.

Kerosakan Alam sebagai Akibat Pelanggaran Amanah

Al-Quran dengan jelas mengaitkan bencana alam dengan perbuatan manusia. Firman Allah SWT dalam Surah Asy-Syura (42):30:

“Dan apa jua musibah yang menimpa kamu, ia adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebahagian besar daripada dosa-dosamu.”

Ayat ini merakamkan hubungan kausal antara tamak haloba (kerakusan) dan kerosakan ekologi. Aktiviti seperti pembalakan haram, pembangunan pesat tanpa penilaian impak alam sekitar,



Gambar 2: Kerakusan manusia mengganggu keseimbangan ekosistem
(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

dan pencemaran sungai adalah manifestasi kegagalan manusia menjunjung amanah. Bencana seperti jerebu, banjir kilat, dan hakisan pantai bukan lagi perkara pelik berlaku pada masa kini.

Kesimpulan

Biodiversiti bukan sekadar himpunan spesies, tetapi adalah amanah Ilahi yang memerlukan tadbir urus beretika. Artikel ini telah menunjukkan bahawa Al-Quran merangka biodiversiti sebagai rezeki, manakala manusia diangkat sebagai khalifah yang bertanggungjawab memeliharanya. Spesialisasi fungsi fauna seperti kelawar membuktikan ketepatan sistem alam, manakala kerosakan ekologi adalah akibat langsung daripada pelanggaran amanah. Begitulah besarnya peranan biodiversiti dalam

mengekalkan keseimbangan alam sekitar kita. Justeru itu, kewujudan biodiversiti jangka panjang adalah sangat perlu bagi memastikan keseimbangan dan kelestarian alam sekitar kita terus terpelihara.

Justeru masyarakat perlu memainkan peranan penting dalam keselamatan biodiversiti agar penambahbaikan ke atas pengurusan biodiversiti secara lestari dapat dilaksanakan. Setiap individu perlu memainkan peranan masing-masing dalam pengurusan biodiversiti bagi menjamin pengekalan khazanah terpelihara untuk turut dinikmati oleh generasi akan datang.

Konvergensi antara sains konservasi moden dan etika Islam menawarkan peluang besar untuk membangunkan model pemuliharaan berteraskan nilai tauhid.

Pendekatan ini bukan sahaja lebih holistik, malah lebih berkesan dalam konteks masyarakat muslim. Kajian lanjut diperlukan untuk merangka kerangka fiqh al-bi'ah (fiqh alam sekitar) yang boleh dioperasikan dalam dasar-dasar awam.

Pada akhirnya, memelihara biodiversiti adalah ujian keimanan. Generasi akan datang berhak mewarisi khazanah ini, bukan sisa-sisa kemusnahan yang ditinggalkan oleh generasi kini.

Rujukan



MENELUSURI BIODIVERSITI SUNGAI MERBOK MENERUSI GALERI PRODUK JERAI GEOPARK

Muhammad Nasrul Ahmad¹, Muhammad Aiman Syafiq Zamri¹, Ahmad Suhail Khazali¹, Sharir Aizat Kamaruddin²,

¹Universiti Teknologi MARA Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600 Arau, Perlis, Malaysia

²Stesen Penyelidikan Marin, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600 Arau, Perlis, Malaysia

muhammadnasrulahmad@gmail.com

EDITOR: PROF. MADYA DR. IDA MURYANY MD YASIN

Biodiversiti merupakan aset semula jadi yang memainkan peranan penting dalam menjamin keseimbangan ekosistem, kesejahteraan manusia dan kelangsungan pembangunan negara. Di Malaysia, kawasan geopark menjadi antara platform terbaik untuk mempamerkan hubungan erat antara alam semula jadi, sejarah dan kehidupan manusia. Galeri Produk Jerai Geopark merupakan contoh signifikan bagaimana biodiversiti dimartabatkan bukan sahaja sebagai warisan semula jadi, malah sebagai sumber ilmu, ekonomi dan kelestarian masa depan negara. Galeri Produk Jerai Geopark terletak di Sungai Merbok, Kedah Darul Aman, Malaysia. Galeri Produk Jerai Geopark merangkumi beberapa lokasi utama yang menjadi tumpuan para pengunjung, antaranya Galeri Biodiversiti Merbok, Galeri Geopark Jerai dan Galeri Kedah Tua. Setiap galeri membawa naratif tersendiri yang saling melengkapi dalam

memahami peranan biodiversiti dalam membentuk persekitaran, tamadun dan sosioekonomi masyarakat sejak ribuan tahun lalu. Penemuan artifak seperti kraf tembikar dan manik membuktikan bahawa biodiversiti bukan sahaja menyokong kehidupan harian masyarakat Kedah Tua, malah menjadi asas kepada perkembangan budaya dan ekonomi. Sumber biologi yang kaya telah menarik

penempatan manusia, sekaligus mewujudkan satu ekosistem sosial yang berkembang seiring dengan pemanfaatan alam secara berperingkat.

Sementara itu, Galeri Geopark Jerai pula menekankan hubungan erat antara geologi dan biodiversiti. Di sini, para pelawat didedahkan kepada sumbangan formasi batuan Gunung Jerai terhadap pembentukan habitat biologi,



Gambar 1: Pelawat meneliti pameran biodiversiti di Galeri Produk Jerai Geopark sebagai medium pendidikan dan kesedaran pemuliharaan alam.

(Sumber: Koleksi peribadi penulis)

budaya dan ketamadunan Kedah Tua. Formasi batuan purba ini mempengaruhi corak saluran air, jenis tanah serta kewujudan flora dan fauna tertentu yang unik di kawasan tersebut. Maklumat berkaitan sumbangan geologi kepada biologi dan budaya ini penting dalam memahami bahawa biodiversiti tidak wujud secara terasing, sebaliknya terbentuk melalui proses geologi yang mengambil masa jutaan tahun. Warisan biologi di sekitar Gunung Jerai, termasuk tumbuhan hutan, spesies endemik dan sumber asli, telah memberi manfaat besar dari sudut sosioekonomi kepada komuniti setempat sejak dahulu hingga kini.

Fokus biodiversiti yang lebih mendalam dapat dilihat di Galeri Biodiversiti Merbok, yang menjadi tumpuan utama para pelawat untuk memahami kepelbagaian spesies flora dan fauna di ekosistem Sungai Merbok dan hutan paya bakau sekitarnya. Paparan infografik yang informatif mengenai taburan, manfaat dan kepelbagaian spesies bakau, udang, ikan, burung dan mamalia membantu meningkatkan kefahaman tentang peranan ekosistem ini dalam mengekalkan keseimbangan alam.

Hutan paya bakau di Merbok berfungsi sebagai benteng semula jadi, kawasan pembiakan hidupan akuatik



Gambar 2: Panel informatif membuka mata pelawat tentang kepentingan memelihara biodiversiti demi keseimbangan ekosistem dan masa depan lestari (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

serta menyimpan karbon yang penting dalam mitigasi perubahan iklim. Pengalaman berada di pelantar kayu dan dek Galeri Produk Jerai Geopark membolehkan para pelawat melihat dengan dekat struktur daun, batang dan warna pokok bakau, sedimen persisiran pantai serta ikan-ikan yang berenang di gigi air. Pemerhatian langsung terhadap biawak dan burung bangau yang mencari makanan di celah akar bakau memberi gambaran jelas tentang interaksi kompleks dalam rantai ekologi. Pondok-pondok kecil yang disediakan pula bukan sekadar ruang rehat, malah menjadi lokasi pembelajaran tidak formal dan dokumentasi visual berlatarbelakangkan panorama hutan paya bakau yang memukau. Pengalaman ini

secara tidak langsung menyemai kesedaran bahawa biodiversiti bukan sekadar data saintifik, tetapi satu sistem hidup yang perlu dihargai dan dipelihara.

Flora dan fauna merupakan komponen biologi utama yang menjadi daya tarikan ekopelancongan di Jerai Geopark. Keunikan landskap semula jadi yang digabungkan dengan kepelbagaian formasi geologi mewujudkan pelbagai habitat yang menyokong biodiversiti tinggi. Ekosistem di kawasan ini bermula daripada hutan paya bakau di persisiran pantai sehingga ke hutan montane di puncak Gunung Jerai, membentuk satu gradien ekologi yang kompleks dan saling berkait.

Kawasan cerun bawah khususnya di sekitar Sungai



Gambar 3: Paya bakau Sungai Merbok membolehkan pelawat melihat secara dekat kepelbagaian spesies bakau dan fungsinya. (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

Merbok didominasi oleh hutan dipterokarpa dan sistem paya bakau. Spesies bakau seperti *Rhizophora* dan *Avicennia* memainkan peranan penting dalam menstabilkan garis pantai, mengurangkan hakisan serta menyediakan kawasan asuhan bagi ikan, krustasea dan burung air.

Ekosistem ini menyumbang secara signifikan kepada keseimbangan ekologi dan produktiviti biologi kawasan pesisir. Dengan peningkatan altitud, komposisi komuniti tumbuhan berubah selari dengan keadaan mikroiklim yang lebih sejuk dan lembap. Vegetasi herba, epifit, orkid dan lumut menjadi lebih dominan di kawasan tinggi, mencerminkan adaptasi biologi terhadap persekitaran montane. Kepelbagaian flora ini turut menyokong kehadiran fauna seperti mamalia kecil, reptilia, amfibia dan pelbagai spesies burung.

Secara keseluruhan, Galeri Produk Jerai Geopark mempunyai potensi besar sebagai destinasi ekopelancongan dan pusat pembelajaran biodiversiti. Pendekatan pelancongan lestari yang digabungkan dengan pendidikan alam sekitar mampu menyokong usaha pemuliharaan sambil memacu pembangunan pelancongan secara mampan.



Gambar 4: Panorama Sungai Merbok melambangkan kepentingan ekosistem paya bakau terhadap keseimbangan biodiversiti (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

CIRI MORFOLOGI DAUN ULAM TEMPATAN SEBAGAI ASAS PENGETAHUAN BIODIVERSITI LESTARI

Zainab Razali¹, Roejhan Md Kawi²

¹Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Perlis, Kampus Arau, 02600 Arau, Perlis

²Fakulti Kejuruteraan dan Teknologi Elektrik, Universiti Malaysia Perlis
02600 Arau, Perlis

zainab215@uitm.edu.my

EDITOR: DR. NURLIYANA MOHAMAD

Ulam Tempatan dan Kepelbagaian Biodiversiti

Ulam merupakan sebahagian daripada biodiversiti tumbuhan yang rapat dengan kehidupan masyarakat Malaysia, khususnya dalam amalan pemakanan tradisional dan pengetahuan etnobotani. Ulam bukan sahaja berfungsi sebagai sumber makanan, malah mencerminkan hubungan jangka panjang antara manusia dan alam semula jadi. Namun begitu, seiring dengan perubahan gaya hidup dan pemodenan, penggunaan serta pengetahuan berkaitan ulam tempatan semakin berkurangan dan berisiko untuk dilupakan oleh generasi akan datang (Jamal et al., 2015). Oleh sebab itu, pendokumentasian biodiversiti tumbuhan tempatan adalah penting bagi memastikan pengetahuan asas ini dapat dipelihara dan diwarisi. Dalam konteks biodiversiti lestari, usaha merekod ciri tumbuhan

tempatan dilihat sebagai langkah awal yang signifikan dalam menyokong pemeliharaan sumber biologi negara.

Peranan Ciri Morfologi dalam Dokumentasi Tumbuhan

Kajian morfologi tumbuhan merupakan asas kepada bidang taksonomi dan biodiversiti kerana ciri-ciri fizikal tumbuhan digunakan untuk tujuan pengenpastian dan pengelasan spesies. Daun sering dijadikan fokus pemerhatian kerana strukturnya yang mudah dikenal pasti, stabil dan mempunyai nilai diagnostik yang tinggi (Mabberley, 2017). Ciri morfologi daun seperti

bentuk, tepi, hujung, pangkal dan corak venasi lazim digunakan sebagai rujukan dalam kajian biodiversiti asas. Dokumentasi ciri-ciri ini menyediakan data awal yang penting sebelum kajian lanjutan seperti kajian etnobotani atau analisis fungsi tumbuhan dijalankan.

Pemilihan Ulam Tempatan sebagai Wakil Kajian

Dalam kajian ini, dua spesies ulam tempatan dipilih sebagai wakil biodiversiti tumbuhan berdaun, iaitu Peria Pantai (*Colubrina asiatica*) dan ulam Ajinomoto (*Cnidioscolus aconitifolius*). Pemilihan kedua-dua spesies ini adalah berdasarkan penggunaannya dalam amalan pemakanan Masyarakat tempatan serta ketersediaannya di persekitaran setempat. Walaupun tergolong dalam kategori ulam, perbezaan ciri morfologi daun yang ketara menunjukkan kepelbagaian struktur yang wujud dalam kumpulan tumbuhan ini sama

Dalam konteks biodiversiti lestari, usaha merekod ciri tumbuhan tempatan dilihat sebagai langkah awal yang signifikan dalam menyokong pemeliharaan sumber biologi negara.

seperti kepelbagaian kehidupan yang lain.

Pendekatan ini membolehkan pemerhatian morfologi dijalankan secara terfokus dan selari dengan objektif kajian untuk mendokumentasikan ciri asas biodiversiti tumbuhan tempatan.

Pemerhatian terhadap Ciri Morfologi Daun

Pemerhatian morfologi daun memberi tumpuan kepada beberapa parameter utama, termasuk bentuk daun, tepi daun, hujung dan pangkal daun, corak venasi, tekstur permukaan serta warna daun. Parameter ini dipilih kerana ia lazim digunakan dalam kajian morfologi asas dan sesuai untuk tujuan dokumentasi biodiversiti (Mabberley, 2017).

Variasi morfologi yang diperhatikan antara Peria pantai dan ulam Ajinomoto seperti di Gambar 1 mencerminkan kepelbagaian struktur daun serta adaptasi tumbuhan terhadap persekitaran masing-masing.

Berdasarkan analisis morfologi, Peria Pantai dan ulam Ajinomoto menunjukkan perbezaan ketara walaupun kedua-duanya merupakan tumbuhan renek berkayu. Dari segi saiz daun, daun matang Peria Pantai lebih pendek dan kurang lebar berbanding ulam Ajinomoto, manakala ciri morfologi yang jelas oleh ulam Ajinomoto yang mempunyai



Gambar 1: Perbandingan ciri morfologi daun Peria Pantai (*Colubrina asiatica*) dan ulam Ajinomoto (*Cnidococcus aconitifolius*) yang menunjukkan bentuk daun dan corak venasi (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

daun yang lebih tebal, berkait dengan strategi adaptasi terhadap tekanan persekitaran seperti pengurangan kadar transpirasi atau peningkatan ketahanan tisu daun.

Pemerhatian morfologi daun memberi tumpuan kepada beberapa parameter utama, termasuk bentuk daun, tepi daun, hujung dan pangkal daun, corak venasi, tekstur permukaan serta warna daun. Parameter ini dipilih kerana ia lazim digunakan dalam kajian morfologi asas dan sesuai untuk tujuan dokumentasi biodiversiti.

Perbezaan turut jelas pada bentuk dan sistem venation daun. Peria pantai mempunyai daun berbentuk oval dengan reticulate venation jenis pinnate, manakala ulam Ajinomoto menunjukkan bentuk palmately lobed dengan reticulate venation jenis palmate. Hubungan antara bentuk daun dan pola venation ini boleh dijadikan ciri diagnostik penting untuk pengesanan spesies serta mencerminkan perbezaan dalam susunan tisu vaskular.

Selain itu, variasi warna permukaan daun pula berkait dengan kandungan klorofil dan struktur anatomi daun. Secara keseluruhan, perbezaan morfologi yang direkodkan bukan sahaja relevan dari aspek taksonomi, tetapi juga memberi implikasi terhadap fungsi fisiologi dan keupayaan adaptasi kedua-dua spesies dalam habitat masing-masing.

Implikasi terhadap Pengetahuan dan Kelestarian Biodiversiti

Pendokumentasian ciri morfologi daun ulam tempatan menyediakan maklumat asas yang penting sebagai rujukan biodiversiti. Data ini boleh dimanfaatkan dalam bidang pendidikan, kajian etnobotani serta usaha pemuliharaan tumbuhan tempatan. Dokumentasi biodiversiti merupakan elemen penting dalam memastikan pengetahuan biologi dapat dipelihara dan disampaikan kepada generasi akan datang. Kajian berasaskan pemerhatian morfologi

menyokong pembangunan biodiversiti lestari dengan menyediakan asas pengetahuan yang mampan dan boleh dirujuk pada masa hadapan.

Ilmu Asas untuk Generasi Akan Datang

Secara keseluruhannya, kajian terhadap ciri morfologi daun ulam tempatan menekankan kepentingan pendekatan asas dalam pemeliharaan biodiversiti. Walaupun bersifat deskriptif, dokumentasi morfologi merupakan langkah awal yang signifikan dalam membina pangkalan pengetahuan biodiversiti yang

mampan. Usaha merekod dan memahami kepelbagaian tumbuhan tempatan seperti ulam bukan sahaja menyumbang kepada perkembangan ilmu, malah membantu mengekalkan hubungan antara manusia dan alam semula jadi demi kesejahteraan generasi akan datang.

Rujukan



Shade The Future dan Gotong-royong Perdana

Anjuran: Microbiology Students Association (MiSA)

Tarikh: 3 Oktober 2025

Penasihat Program: Dr. Siti Norazura Binti Jamal

Pengarah Program: Muhammad Adib Wafiq bin Azrul Faizal

Tempat: Sekitar kawasan UiTM Kampus Kuala Pilah

Peserta: Warga UiTM CNS

Penglibatan: 250 orang pelajar UiTM Kampus Kuala Pilah, termasuk 30 orang staf Jabatan Perhutanan Negeri serta 20 orang pensyarah UiTM Kampus Kuala Pilah sebagai fasilitator program. Jumlah keseluruhan mencecah 300 orang.

Hasil/Impak:

- Kemahiran Komunikasi: Peserta berinteraksi dan berkomunikasi dengan fasilitator, rakan sekumpulan, serta pegawai jabatan luar.
- Kerja Berpasukan: Aktiviti penanaman secara berkumpulan memupuk nilai kerjasama, kepimpinan, dan saling membantu.
- Tanggungjawab Sosial: Melibatkan mahasiswa secara langsung dalam agenda penghijauan negara.
- Pemikiran Kritis & Penyelesaian Masalah: Peserta belajar menyesuaikan diri dengan cabaran lapangan seperti keadaan cuaca, jenis tanah, dan kaedah penanaman.
- Etika & Nilai Profesional: Membudayakan rasa hormat terhadap alam sekitar serta meningkatkan kesedaran tentang tanggungjawab menjaga kelestarian bumi.



U2Skill Siri 4 Anjuran bersama Unit Pembangunan Komuniti Lestari dan KRT Fatimah Permai

Anjuran: Unit Komuniti Lestari
Pengarah: Dr. Noor Azrimi Umor
Tarikh: 28 Januari 2026
Tempat: Flat Gentam, Kuala Pilah

Peserta: 30 orang penduduk Flet Gentam dan sekitar, 30 orang staf UiTM

Hasil/Impak: Bengkel ini membantu dalam visibility UiTM kepada jaringan masyarakat seterusnya mengoptimumkan kepakaran staf sokongan pentadbiran (makmal) dan akademik UiTM Cawangan Negeri Sembilan dalam pembangunan masyarakat di sekitar UiTM Kampus Kuala Pilah.



Bengkel Perkongsian Kepakaran Sains dan Akademik UiTM Cawangan Negeri Sembilan bersama Kolej Matrikulasi Negeri Sembilan

Anjuran: SIG ECONATREA

Pengarah: Dr Nur Hasyimah Ramli

Tarikh: 15 Januari 2026

Tempat: Bilik Mesyuarat Utama dan Makmal Sains

Peserta: 35 orang pensyarah biologi KMNS beserta pembantu makmal

Hasil/Impak: Program ini menonjolkan kepakaran pensyarah dan staf makmal UiTM dalam analisis pigmen tumbuhan serta memberi penghargaan melalui sijil fasilitator. Ia juga mengukuhkan hubungan strategik dengan Kolej Matrikulasi Negeri Sembilan, meningkatkan reputasi UiTM dalam PdP dan pengurusan kurikulum, serta memperluas kolaborasi akademik.



International Program BioBridge: Tied by Cultures, United by Science 2025

Anjuran: BIOSMARTEAM

Penasihat Program: Puan Sarah Shazwani binti Zakaria

Pengarah: Nur Ezzaty binti Robani

Tarikh: 21 September - 26 September 2025

Tempat: UiTM Cawangan Negeri Sembilan Kampus Kuala Pilah

Peserta: 15 orang ahli BIOSMARTEAM ; 9 orang sukarelawan pelajar UiTM ; 24 orang pelajar antarabangsa Universitas Andalas, Indonesia

Hasil/Impak: Pelajar: Program ini membuka ruang luas kepada mahasiswa untuk mengasah bakat kepimpinan, meningkatkan keyakinan diri, serta memperkukuh kemahiran komunikasi rentas budaya. Melalui penglibatan dalam aktiviti akademik, forum, amali, serta pertukaran budaya, pelajar berpeluang membina jaringan antarabangsa, menimba pengalaman global, dan mengasah daya saing sebagai generasi muda berwawasan. Universiti: Penganjuran ini menyerlahkan peranan UiTM sebagai universiti berprestij yang bukan sahaja menekankan kecemerlangan akademik, tetapi juga komited dalam memacu agenda Sustainable Development Goals (SDG). Program ini mengukuhkan kedudukan UiTM di persada antarabangsa melalui jalinan kerjasama strategik dengan universiti luar negara, sekali gus meningkatkan reputasi dan kebolehpasaran graduannya. Masyarakat: BioBridge menjadi jambatan menghubungkan mahasiswa dengan masyarakat melalui aktiviti kesukarelawanan seperti pembersihan pantai di Telok Kemang bersama MPPD dan SWCorp. Usaha ini bukan sahaja meningkatkan kesedaran tentang kelestarian alam sekitar, tetapi juga menanam semangat kebersamaan, empati, dan khidmat bakti. Forum bersama pelajar sekolah pula menyuntik inspirasi dan motivasi untuk mereka menyambung pengajian dalam bidang sains, sekaligus memberi nilai tambah kepada pembangunan pendidikan negara.



External Collaboration

World AIDS Day: Race to Zero

Anjuran: BIOSMARTEAM

Penasihat Program: Dr Nurhamimah binti Zainal Abidin

Pengarah: Muhammad Akmal Fitri bin Rozaidin

Tarikh: 13 Disember 2025

Tempat: Padang Ragbi Uitm Kuala Pilah

Peserta: 245 daripada golongan pelajar UiTM, staf dan orang awam

Hasil/Impak: Pelajar: Program ini berperanan sebagai platform pendidikan luar bilik kuliah yang meningkatkan kesedaran tentang isu kesihatan awam khususnya HIV/AIDS serta menggalakkan pengamalan budaya hidup sihat. Pelajar turut berpeluang mengasah kemahiran kepimpinan, komunikasi, dan pengurusan program, selaras dengan aspirasi Dasar Belia Malaysia, Dasar Sukan Negara, dan KPI IPTA di bawah komponen Student Development and Community Engagement. Universiti: Program ini memperkukuh imej universiti sebagai institusi yang aktif menyokong pembangunan komuniti dan kesedaran kesihatan sejajar dengan Matlamat Pembangunan Lestari (SDG 3, 4, 10 dan 17). Ia turut memperluas jaringan kolaborasi strategik antara UiTM, agensi kerajaan, NGO dan komuniti setempat, di samping menunjukkan komitmen universiti dalam mendukung aspirasi Malaysia MADANI yang menekankan kesejahteraan, empati dan kemanusiaan. Masyarakat: Program ini berperanan penting dalam meningkatkan tahap kesedaran terhadap pencegahan HIV/AIDS serta menghapuskan stigma terhadap penghidapnya. Melalui penglibatan aktif masyarakat dalam aktiviti berbentuk sukan dan kesedaran sosial, program ini berjaya memupuk semangat perpaduan, kesukarelawanan dan tanggungjawab sosial. Secara keseluruhannya, impak program ini bukan sahaja memperkukuh hubungan antara universiti dan komuniti, tetapi juga menyumbang secara langsung kepada agenda nasional Malaysia Bebas AIDS 2030 dan pembangunan masyarakat yang sihat, prihatin serta lestari.



BioFam Day: One Spirit, One Family!

Anjuran: BIOSMARTEAM

Penasihat Program: Dr Nurhamimah binti Zainal Abidin

Pengarah: Nurnatasya Binti Nazihan

Tarikh: 8 November 2025

**Tempat: Ruang Legar Dk200 UiTM Cawangan Negeri Sembilan Kampus
Kuala Pilah**

Peserta: 68 Pelajar Ijazah Sarjana Muda Sains (Kepujian) Biologi

Hasil/Impak: Pelajar: Mengeratkan hubungan silaturahim antara pelajar baharu dan lama dalam suasana santai dan mesra. Meningkatkan kemahiran insaniah seperti komunikasi, kepimpinan, dan kerja berpasukan. Menggalakkan penyertaan aktif dalam aktiviti kokurikulum yang membentuk sahsiah dan jati diri. Memberi peluang kepada pelajar untuk mengurangkan tekanan akademik melalui aktiviti riadah dan rekreasi. Memupuk semangat kekeluargaan dan rasa tanggungjawab sesama pelajar dalam jurusan Biologi. Universiti: Meningkatkan imej UiTM sebagai universiti yang menyokong pembangunan holistik pelajar. Mengukuhkan hubungan antara pelajar dan pihak pentadbiran serta pensyarah penasihat. Menunjukkan komitmen universiti dalam memperkasakan aktiviti pelajar berimpak tinggi. Meningkatkan semangat kesetiaan dan rasa kebersamaan pelajar terhadap universiti. Masyarakat: Melahirkan pelajar yang berakhlak mulia, bertanggungjawab, dan prihatin terhadap orang sekeliling. Menerapkan nilai murni seperti kerjasama, hormat-menghormati, dan tolong-menolong dalam kehidupan seharian. Membentuk generasi mahasiswa yang membawa imej positif UiTM apabila berinteraksi dengan komuniti luar. Menggalakkan budaya kekeluargaan dan perpaduan yang boleh diaplikasikan dalam masyarakat umum.



Neuron Breaks 2.0: Reset and Recharge the Mind

Anjuran: BIOSMARTEAM

Penasihat Program: Dr. Nadia Aqilla Shamsusah

Pengarah: Nurhazirah Eminajihah Binti Haridan

Tarikh: 12-13 Disember 2025

Tempat: Bilik Seminar 1 & Bilik Seminar 2

Peserta: 135 orang

Hasil/Impak: Pelajar: Program ini menawarkan suasana santai dan menyeronokkan untuk bersosial bersama rakan-rakan. Ianya juga memberi peluang kepada pelajar untuk berehat dan melepaskan tekanan daripada beban akademik. Pelajar juga boleh memperoleh ilmu baharu dengan meningkatkan kemahiran komunikasi dan kerjasama dalam pengendalian program. Universiti: Program ini memperlihatkan komitmen UiTM dalam mewujudkan kampus yang lebih menarik dan meriah untuk para pelajar, seterusnya meningkatkan reputasi universiti sebagai sebuah institusi yang prihatin terhadap kesejahteraan pelajar. Program ini juga memberi impak dalam penglibatan pelajar untuk aktiviti-aktiviti universiti dan mengukuhkan lagi hubungan dan semangat persaudaraan dalam kalangan pelajar. Masyarakat: Melalui tayangan filem, ia dapat meningkatkan kesedaran awam dengan menonton filem yang membangkitkan isu-isu sosial atau budaya yang relevan kepada masyarakat dan mendorong perbincangan dan tindakan terhadap isu-isu tersebut. Selain itu, tayangan filem yang mempunyai unsur pendidikan juga dapat memberi pembelajaran kepada masyarakat yang turut serta. Program ini juga dapat memperkukuhkan hubungan komuniti dengan mewujudkan ruang untuk interaksi dan pertukaran idea antara pelajar dan anggota masyarakat.



BioNite: A Night to Remember

Anjuran: BIOSMARTEAM

Penasihat Program: Mohd Syahril Bin Mohd Zan; Dr. Nadia Aqilla Shamsusah

Pengarah: Muhammad Harith Danial Bin Rosdi

Tarikh: 4 Januari 2026

Tempat: Dewan Anjung Sri Perpatih

Peserta: 100 orang pelajar Sarjana Muda Sains Kepujian Biologi (AS201) & (AS211).

Hasil/Impak: Pelajar: Program ini menawarkan sifat bekerjasama antara pelajar terutama sekali ahli jawatankuasa program. Universiti: Program ini memperlihatkan komitmen UiTM dalam menghargai usaha pelajar yang mendapat anugerah Dekan. Masyarakat: Program yang melibatkan komuniti luar apabila alumni turut serta mewujudkan suasana harmoni.



PENGIKTIRAFAN & PENGHARGAAN

ANUGERAH

Pertandingan Anugerah Kualiti Rektor Antara Bahagian (Akrab) 2025

Anugerah Juara Keseluruhan

Kriteria Kepimpinan

Kriteria Hasil

Pusat Pengajian Biologi (PPBIO) Kampus Kuala Pilah

Anugerah Penceramah Terbaik 2025

Dr. Noor Azrimi Umor

Year 2025 Science Education Award Runner-up Prize – Malaysia Toray Science Foundation

Profesor Madya Ts. Dr. Nor'aishah Hasan

Perolehan Geran Kebangsaan Tertinggi 2024- Energy & Environment (EE)

Profesor Madya Ts. Dr. Nor'aishah Hasan

KENAIKAN PANGKAT

Dr Ida Muryany Md Yasin – Profesor Madya (DS14)

PENGURNIAAN IJAZAH

Dr Syazuani Mohd Shariff – Ph.D (Ecology)

PENGIKTIRAFAN & PENGHARGAAN

GERAN PENYELIDIKAN

Kajian Rancangan Struktur Negeri Sembilan 2040 – Rm 50,000

Profesor Madya Ts. Dr. Nor'aishah Hasan

PENERBITAN JURNAL BERINDEKS WOS/SCOPUS DENGAN KOLABORASI KERAJAAN/ANTARABANGSA

PM Dr. Nor'aishah Hasan (Penulis Bersama)

Shukri, A. I. A., Abdullah, S., Abdullah, N. S., Hussein, S., Aziz, N. A., Ab Razak, M. S. F., ... & Hasan, N. A. (2025). Global and Malaysian Aromatic Rice: A Comparative Review on The Quality, Production, and Breeding Spectra. *Malaysian Applied Biology*, 54(2), 1-18.

Dr Siti Norazura Jamal (Penulis Utama dan Penulis Koresponden)

Jamal, S. N., Lamasudin, D. U., Muhialdin, B. J., Saidi, N. B., Lai, K. S., & Yusof, M. T. (2025). Peptide Profiling and Antimicrobial Activity Correlation in *Bactronophorus thoracites* Fermented Protein using LC-MS/MS ANALYSIS. *Malaysian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 28(1), 36-43.

Puan Faikah Awang Ismail (Penulis Utama)

Ismail, F. A., Karim, M. K. A., Zaidon, S. I. A., & Noor, K. A. (2025). Application of Tuning-ensemble N-Best in Auto-Sklearn for Mammographic Radiomic Analysis for Breast Cancer Prediction. *Current Medical Imaging*, 21, e15734056400080.

Dr Nurliyana Mohamad (Penulis Bersama)

Natrah, I., Muthukrishnan, S., Mohd-Padil, H., Mohamad, N., Alipiah, N. M., Shariff, M., Yusoff, F. M., Yasin, I. S. M., Devadas, S., Omar, W. H. W., Wan Ibrahim, W. N., & Defoirdt, T. (2025). Antimicrobial Resistance in Malaysian Shrimp Aquaculture and Strategies to Reduce Its Occurrence. *Reviews in Aquaculture*, 17(3).

PENGIKTIRAFAN & PENGHARGAAN

PENERBITAN JURNAL BERINDEKS WOS/SCOPUS DENGAN KOLABORASI KERAJAAN/ANTARABANGSA

Dr Nur Azimah Osman (Penulis Utama)

Osman, N. A., Mohd-Ridwan, A. R., Gani, M., Karupppannan, K. V., Abdul-Latiff, M. A. B., Aifat, N. R., & Md-Zain, B. M. (2025). Comparative Metabarcoding Analysis of Gut Microbiome in Wild and Captive Stump-Tailed Macaques (*Macaca arctoides*). *Journal of Medical Primatology*, 54(6), e70043.

PENERBITAN JURNAL BERINDEKS WOS

Dr 'Ammar Akram Kamarudin (Penulis Utama)

Kamarudin, A. A., Sayuti, N. H., Cheng, M. Z. S. Z., Saad, N., Azmi, N. H., & Mohd Esa, N. (2025). Optimized *Eleutherine bulbosa* Urb. bulb extract on the inhibition of 3D retinoblastoma spheroids cultured in type I murine collagen. *International Journal of Ophthalmology*, 18(5), 802–812.

Dr Syazuani Mohd Shariff (Penulis Utama)

Mohd Shariff, S., Sathiamurthy, E., & Sulaiman, M. S. (2025). Coastal Bris Wetland Hydrodynamics in Non-monsoon and Monsoon Seasons at Mengabang Telipot Terengganu, Peninsular Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 33(3).

PENGIKTIRAFAN & PENGHARGAAN

PENERBITAN JURNAL BERINDEKS SCOPUS

Dr Ilyanie Hj Yaacob (Penulis Koresponden), Dr Ida Muryany Md Yasin, Dr Nurliyana Mohamad, & Dr Nur Hasyimah Ramli (Penulis Bersama)

Haqem, M.H.Z., Ilyanie, H.Y., Ida Muryany, M.Y., Nurliyana, M., Nur Hasyimah, R. and Izzati, A.A. (2025). Effects of dietary probiotic supplementation, *Lactiplantibacillus plantarum* strain be7 on growth and survival of *Oreochromis niloticus*. Food Research, 9(4), 10–16. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.9\(4\).127](https://doi.org/10.26656/fr.2017.9(4).127)

Dr Noor Azrimi Umor (Penulis Bersama)

Ghani, N., Umor, N. A., Huzaifah, M., & M Yahya, M. H. (2025). Development and Characterisation of Mycelium Bio-Composites Produced from *Pleurotus ostreatus* by Using Paddy Straw and Cotton Wastes. ASM Science Journal, 20(2), 1–9.

Dr Muadz Ahmad Mazian (Penulis Bersama)

Lisfar, S. F., Amir Hamzah, A. S., Ahmad Mazian, M., Ahmad Zawawi, N., Hashim, S. E., & Jamaludin, M. I. (2025). Effect of Tualang Honey Concentration on the Morphology of Electrospun PVA Nanofibers for Wound Healing Application. Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences, 21(s2), 1–7.