

MEI 2026 / BIL. 15 / 2026

EON

Epitome of Nature

BIODIVERSITI LESTARI, MASA DEPAN GENERASI



MAJALAH PP BIOLOGI
UITM CNS

ISSN 2773-5869



eDNA SEBAGAI PENDEKATAN BAHARU PEMANTAUAN BIODIVERSITI ALAM SEKITAR

Syarifah Faezah Syed Mohamad, Wan Siti Atikah Wan Omar, Ahmad Faris

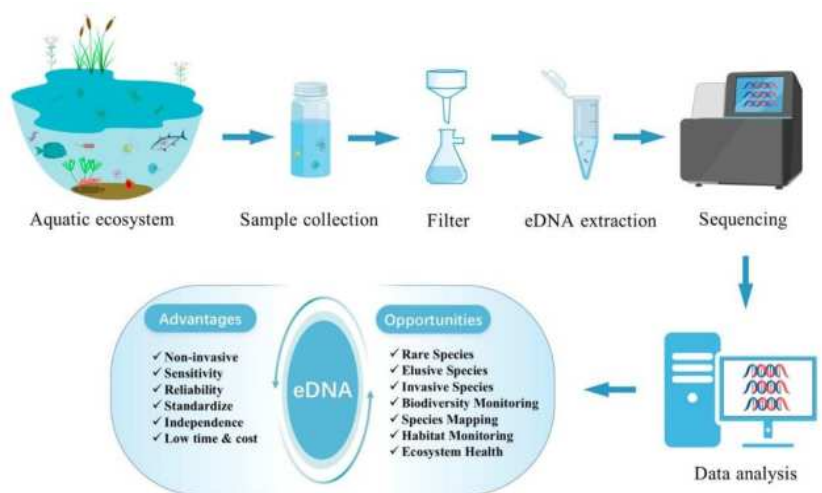
Seman@Kamarulzaman dan Nurun Nadhirah Md Isa

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

