

MEI 2026 / BIL. 15 / 2026

EON

Epitome of Nature

BIODIVERSITI LESTARI, MASA DEPAN GENERASI



MAJALAH PP BIOLOGI
UITMCS

ISSN 2773-5869



9 772773 586005

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

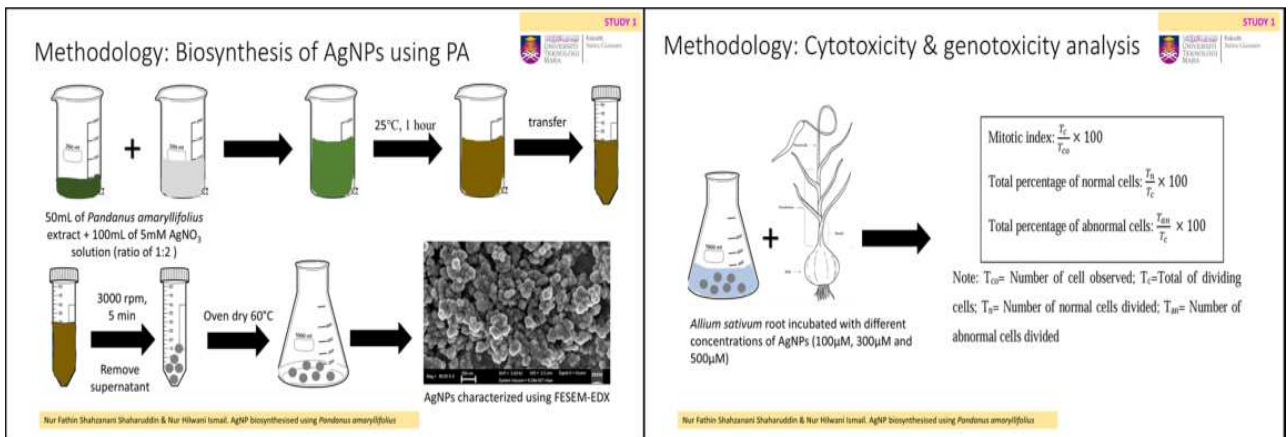
Malaysia merupakan salah satu negara megadiversiti dunia. Hutan hujan tropika, tanah lembap dan ekosistem pantai negara ini menempatkan ribuan spesies tumbuhan yang bukan sahaja penting untuk keseimbangan ekologi, malah berpotensi besar dalam bidang penyelidikan dan inovasi.

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 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

