

LAPORAN ANUGERAH INOVASI NEGERI SELANGOR TAHUN 2025

Tajuk Inovasi:

Nanopartikel Madu Kelulut Untuk Penyembuhan Luka

Nama Jabatan/Agensi/Institusi:

Jabatan Kejuruteraan Biologi dan Pertanian, Fakulti Kejuruteraan, Universiti Putra Malaysia

1. Pengenalan

Landskap penjagaan kesihatan global semakin dicabar oleh peningkatan prevalens luka kronik, yang dicirikan oleh proses penyembuhan yang berpanjangan dan kompleks. Luka-luka ini, yang sering berpunca daripada keadaan seperti diabetes, penyakit vaskular, dan ulser tekanan, bukan sahaja menjejaskan kualiti hidup pesakit, tetapi turut memberikan beban kewangan yang besar kepada sistem penjagaan kesihatan. Pada tahun 2024, pasaran penjagaan luka kronik dianggarkan bernilai USD14.24 bilion dan dijangka meningkat kepada USD25.22 bilion menjelang 2032, mencerminkan permintaan yang semakin meningkat terhadap terapi penyembuhan luka yang berkesan (Global Industry Trends, 2025). Kaedah rawatan luka konvensional sering gagal dalam menyelesaikan masalah jangkitan dan keradangan, serta tidak dapat mempercepatkan proses penyembuhan secara menyeluruh. Di samping itu, peningkatan rintangan antimikrob menjadikan keperluan terhadap pendekatan alternatif yang lebih berkesan, selamat, dan mampan menjadi lebih mendesak (Bull et al., 2022).

pembalut luka tersedia di pasaran. Hasil kajian ini juga menunjukkan luka sembuh sepenuhnya dalam masa 20 hari dengan re-epitelisasi lengkap dan tiada tanda edema atau jangkitan.

2.2 Tarikh Inovasi Dihasilkan:

Inovasi ini telah dipatenkan pada 11 Oktober 2024 dengan judul “Article Comprising Stingless Bee Honey-Based Nanoparticle And Stingless Bee Honey Extract For Improving Wound Healing Rate And Method Therof”.

2.3 Tujuan Projek Inovasi:

Membangunkan produk penyembuhan luka bioaktif berasaskan sumber semula jadi tempatan (madu kelulut) dan teknologi nano untuk mempercepat penyembuhan luka dan mengurangkan kebergantungan terhadap antibiotik kimia.

2.4 Proses Pelaksanaan Inovasi:

- Dijalankan sepenuhnya secara **in-house** di makmal penyelidikan UPM, melibatkan:
- Sintesis nanopartikel melalui kaedah mesra alam menggunakan SBH.
- Karakterisasi menggunakan:
 - Spektroskopi Ultraviolet-Tampak (UV-Vis)
 - Mikroskopi Elektron Imbasan Pancaran Medan dengan Spektroskopi Sinar-X Serakan Tenaga (FESEM-EDX)
 - Mikroskopi Elektron Transmisi (TEM)
 - Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)
 - Pembelauan Sinar-X (XRD)
- Pengujian keberkesanan secara makmal dan haiwan (tikus Sprague Dawley).

2.5 Proses Sebelum dan Selepas:

Sebelum:

- i. Rawatan luka bergantung kepada salap kimia yang mungkin toksik atau tidak berkesan terhadap bakteria tahan ubat.
- ii. Proses penyembuhan lambat

c) Elemen Signifikan

- Menjimatkan masa rawatan luka.
- Mengurangkan kebergantungan terhadap antibiotik dan ubat-ubatan berasaskan kimia.
- Menggunakan sumber semula jadi tempatan (madu kelulut) yang berpotensi besar.

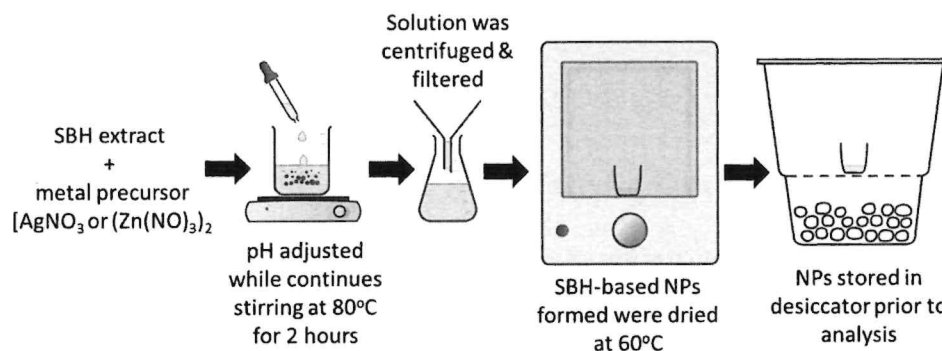
d) Elemen Relevan

- Menyokong Matlamat SDG 3 (Kesihatan & Kesejahteraan) dan SDG 9 (Industri & Inovasi).
- Menyumbang kepada kemajuan industri kesihatan berasaskan biodiversiti tempatan.
- Sejajar dengan Dasar Bioteknologi Negara.

e) Pengiktirafan Diterima:

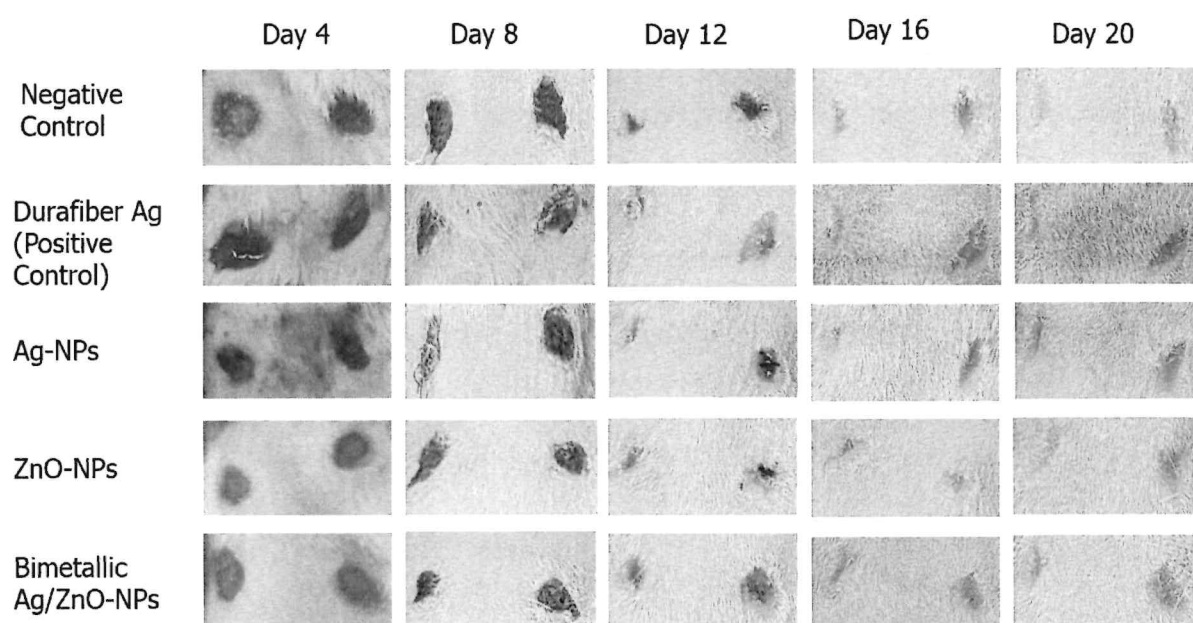
- Berjaya membuktikan keselamatan dan keberkesanan melalui data saintifik yang kukuh (TRL 7).
- Pingat perak bagi pembentangan poster bagi National Agricultural and Food Engineering Convention (NAFEC2023)
- Pingat perak bagi pembentangan poster bagi 6th International Conference on Agricultural and Food Engineering (CAFEi2023)

f) Gambar-gambar Berkaitan:



Rajah 1: Proses penghasilan nanopartikel

Semua nanopartikel ini berbentuk hampir bulat dan bersaiz nano (sangat kecil kira-kira 15–50 nanometer). Saiz yang kecil ini membolehkan ia menyerap dengan lebih baik ke dalam luka dan bertindak dengan lebih berkesan terhadap bakteria. Gambar ini membuktikan bahawa bahan berasaskan madu kelulut berjaya membentuk struktur nanopartikel yang stabil dan sesuai untuk digunakan dalam pembalut luka moden.



Rajah 4: Perkembangan penyembuhan luka dalam kumpulan kawalan negatif (air suling), kawalan positif (Durafibre Ag), dan nanopartikel berasaskan madu kelulut (Ag-NPs, ZnO-NPs, dan Ag/ZnO-NPs bimetalik) pada hari ke-4, 8, 12, 16 dan 20 selepas pencederaan

Hasil kajian kami yang lebih mendalam menunjukkan, Menjelang hari keempat, luka yang dirawat dengan Madu kelulut nanotek menunjukkan penyembuhan yang ketara, termasuk pengurangan keradangan, penghidratan yang lebih baik, dan epithelialisasi yang dipertingkatkan. Analisis histopatologi mendedahkan lapisan dermal yang tersusun rapi tanpa tanda-tanda keradangan, manakala ujian darah mengesahkan keselamatan nanopartikel tanpa bukti ketoksikan sistemik.

Rujukan

- Global Industry Trends [2027]*. (2025). [Www.fortunebusinessinsights.com. https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/chronic-wound-care-market-100222](https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/chronic-wound-care-market-100222)
- Bull, R. H., Staines, K. L., Collarte, A. J., Bain, D. S., Ivins, N. M., & Harding, K. G. (2022). Measuring progress to healing: A challenge and an opportunity. *International Wound Journal*, 19(4), 734–740. <https://doi.org/10.1111/iwj.13669>
- Sumarlin, L. O., Ernita, N., Afandi, F. R., & Fathoni, A. (2021). Identification of Active Chemical Compounds of Honey from Some Regions in Indonesia. *Science and Technology Indonesia*, 6(2), 74–84. <https://doi.org/10.26554/STI.2021.6.2.74-84>
- Zi Yun, C., Mohd Nor, N. H., Berahim, Z., & Thirumulu Ponnuraj, K. (2021). Cytotoxic evaluation of Malaysian Kelulut honey on human gingival fibroblast cell line using MTT assay. *Journal of Dentistry Indonesia*, 28(2), 88-93.