

OKT 2025 / BIL. 14 / 2025

EON

Epitome of Nature

MENJULANG INOVASI, MEMPERKASA EKONOMI



MAJALAH PP BIOLOGI
UITM CNS

ISSN 2773-5869



9 772773 586005

INOVASI LESTARI: PENGGUNAAN KITOSAN UNTUK PENYELESAIAN ALAM SEKITAR

Rashidah Iberahim

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

rashidah@uitm.edu.my

EDITOR: MUHAMMAD AIDIL IBRAHIM

Apakah itu Kitosan?

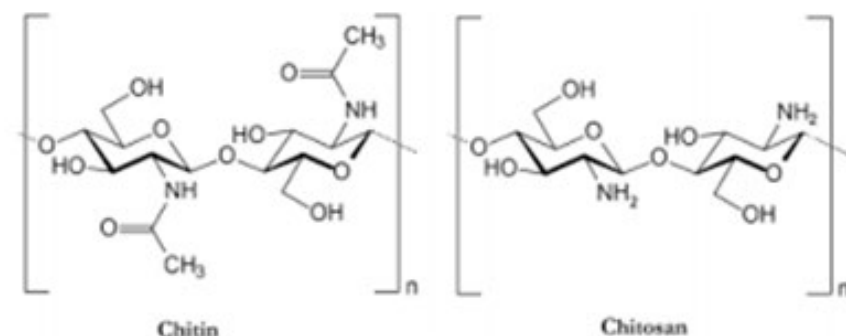
Kitosan ialah sebatian semula jadi yang diperolehi daripada kitin, iaitu bahan utama yang membentuk cangkerang haiwan laut seperti udang, ketam, dan sotong. Ia juga merupakan biopolimer kedua terbanyak di dunia selepas selulosa.

Dalam beberapa dekad kebelakangan ini, kitosan telah menarik perhatian ramai penyelidik dan usahawan kerana ciri-ciri uniknya yang mesra alam, antibakteria, biokompatibel dan boleh diperbaharui. Inovasi berasaskan kitosan kini semakin meluas dalam pelbagai sektor termasuk pertanian, perubatan, industri makanan, dan rawatan air.

Hala tuju inovasi berasaskan Kitosan

1. Bahan Biodegradasi dan Bioplastik

Impak bahan plastik terhadap dunia semakin serius. Terdapat banyak inovasi kearah



Gambar 1: Struktur kimia kitin dan kitosan
(Sumber: Kumari & Rath, 2014)

penggantian plastik namun kefungsiannya masih terbatas. Kitosan juga merupakan salah satu bahan pilihan yang diinovasikan menggantikan plastik konvensional. Penghasilan inovasi dalam bentuk filem kitosan dilihat mempunyai sifat biodegradasi yang baik.

Antara inovasinya adalah filem antibakteria/antioksidan dimana kitosan ditambah dengan nanopartikel, minyak pati, dan ekstrak botani, filem “pintar” yang berubah warna mengikut pH makanan bagi alat indikator kesegaran makanan serta filem kitosan-kulit oren yang boleh dimakan

dihasilkan sebagai pembungkus makanan.

2. Rawatan Air dan Bioremediasi

Air dari alam semulajadi merupakan sumber utama bekalan air mentah bagi kegunaan domestik, pertanian, perindustrian dan ekosistem. Namun, ia terdedah dengan pencemaran dari pembuangan sisa industri dan domestik, aktiviti pertanian serta pembalakan, yang kotor dan bertoksik. Aplikasi kitosan dilihat dapat mengurangkan pencemaran air dan tanah sebagai bahan penyerap semula jadi.

Struktur kimia kitosan diubahsuai agar mempunyai daya serapan lebih tinggi terhadap logam berat, pewarna dan pencemar mikro. Sistem berasaskan nanokitosan digunakan dalam penapis, hidrogel dan membran bioaktif bagi menyaring bahan radiasi dan toksin. Terdapat juga hasil inovasi kitosan yang digabungkan dengan teknologi lain seperti fotokatalisis atau biosensor.

3. Pertanian Lestari & Biopestisid

Pertanian lestari merujuk kepada sistem pengeluaran makanan dan hasil tani yang menekankan keperluan untuk memenuhi permintaan semasa. Pada masa yang sama, tidak menjejaskan keupayaan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka. Seiring dengan perkembangan industri pertanian yang pesat berkembang, pengusaha pertanian berhadapan kekangan bagi mengurangkan penggunaan bahan kimia dalam pertanian. Oleh demikian, penyelidikan ke arah penghasilan inovasi berfokus kepada mempercepatkan pertumbuhan dan peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit dengan menjadikan kitosan sebagai ejen elisitasi, biopestisid, pelapis benih dan baja terkawal, melalui penggabungan kitosan bersama mikroorganisma yang bermanfaat.

4. Bioperubatan & Farmasi

Dalam era moden masa kini, kelestarian dalam industri perubatan sangat menekankan konsep rawatan berasaskan bahan hijau atau "*green therapeutics*". Pendekatan inovatif dalam bidang perubatan kini mula menggunakan bahan seperti polisakarida semula jadi (contohnya kitosan, alginat, selulosa), ekstrak tumbuhan, dan komponen bioaktif mikrob atau marin kerana ia menunjukkan potensi terapeutik yang tinggi.

Ciri-ciri seperti biokompatibiliti, biodegradasi, serta sifat antioksidan, antimikrob dan anti-radang menjadikan bahan hijau sebagai alternatif yang lebih selamat. Inovasi kitosan dapat membantu dalam pembangunan sistem penghantaran ubat pintar dan rawatan luka yang bioaktif.

Antara penghasilan yang bernilai adalah hidrogel kitosan sebagai sistem pelepasan ubat terkawal. Nanopartikel kitosan pula berkesan sebagai anti-kanser, anti-diabetik, antimikrob, dan antioksidan. Penyembuhan luka dipercepatkan tanpa risiko iritasi kimia dengan penghasilan balutan luka hemostatik (HemCon) dan tisu tiruan. Implan kitosan juga dihasilkan kerana sifatnya yang mudah biodegradasi dan tidak memerlukan pembedahan susulan.

5. Elektronik Hijau & Tenaga

Kemajuan teknologi digital dan elektronik telah memberi impak besar kepada kehidupan manusia, namun ia turut membawa cabaran serius terhadap alam sekitar. Industri elektronik moden bergantung kepada bahan bukan boleh diperbaharui, logam nadir, dan proses pembuatan yang mencemarkan, serta menghasilkan e-sisa yang semakin meningkat setiap tahun.

Salah satu aplikasi kitosan ternyata dapat bertindak sebagai bahan mesra alam untuk menggantikan polimer elektronik sintetik. Antara hasil inovasinya adalah kepenggunaan kitosan sebagai bahan dielektrik dalam transistor dan sensor fleksibel, sebagai bahan piezoelektrik untuk IoT hijau dan peranti tenaga boleh pulih serta kefungsiannya dalam fuel cells, bateri polimer dan sensor bio-elektrik.

Ciri-ciri seperti biokompatibiliti, biodegradasi, serta sifat antioksidan, antimikrob dan anti-radang menjadikan bahan hijau sebagai alternatif yang lebih selamat.

6. Ekonomi Bulatan & Industri 4.0

Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat, dua konsep utama telah menjadi pemacu transformasi industri moden: Ekonomi Bulatan dan Industri 4.0. Kedua-duanya bukan sahaja mencerminkan perubahan paradigma dalam pengurusan sumber dan pengeluaran, tetapi juga menawarkan hala tuju ke arah pembangunan yang lebih mampan, cekap, dan berdaya saing. Kitosan dapat membantu menukar sisa menjadi nilai dalam ekosistem digital hijau. Hasil inovasi dalam modifikasi kaedah pengekstrakan kitosan bagi menambah baik kualiti aplikasinya dengan menggunakan proses pengekstrakan mesra alam seperti *deep eutectic solvents* (DES). Inovasi dalam penghasilan platform digital untuk pemantauan rantai nilai kitosan dari sumber sisa hingga produk akhir. Terkini, kitosan diinovatif sebagai bahan asas dalam teknologi pintar (AI) untuk pengesanan kualiti air atau makanan melalui sensor berasaskan kitosan.

Kesimpulan

Kitosan telah membuktikan dirinya sebagai salah satu bahan semula jadi yang paling serba guna dan berpotensi tinggi dalam pelbagai bidang inovasi. Ciri-cirinya yang



Gambar 2: Tulang Sotong Katak
(Sumber: Facebook Tulang Sotong Asli, 2024)



Gambar 3: Cengkerang Etak
(Sumber: Laman sesawang Aqua Snails, 2019)

biokompatibel, biodegradasi, tidak toksik, serta memiliki keupayaan antimikrob dan antioksidan menjadikannya bahan pilihan utama dalam pembangunan penyelesaian yang mesra alam dan mampan.

Secara keseluruhannya, inovasi berasaskan kitosan tidak hanya memanfaatkan sumber semula jadi secara cekap, malah turut menyumbang kepada pengurangan pencemaran, peningkatan kesihatan awam, dan pembangunan industri yang lebih mampan.

Justeru, aplikasi kitosan dalam pelbagai inovasi nyata sejajar dengan matlamat kelestarian global, menjadikannya komponen penting dalam peralihan ke arah teknologi hijau dan ekonomi masa depan.

Rujukan

