



SARANG LABAH-LABAH Polimer Berprestasi Tinggi

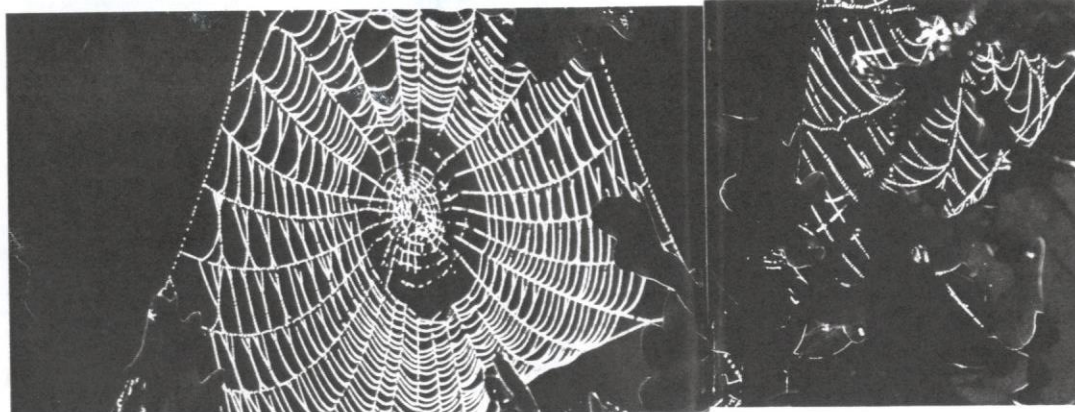
Pada zaman ini, teknologi biobahan menjadi tumpuan dunia dan makin berevolusi sejak berjuta-juta tahun dahulu. Bahan yang berasaskan biologi atau bahan daripada benda hidup yang paling popular ialah kulit haiwan. Pada suatu tahap, kulit haiwan diharamkan untuk dijual beli kerana menyebabkan haiwan diancam kepupusan disebabkan oleh aktiviti pemburuan yang tidak terkawal.

Tulang haiwan tertentu juga sering dijadikan sebagai sumber bahan mentah dalam pembangunan sesuatu produk. Walau bagaimanapun, tulang haiwan tidak cukup kuat dalam pembinaan sesuatu struktur kerana kandungan bahan kimia di dalam tulang tidak stabil. Hal ini menyebabkan struktur tulang menghakis dan mereput dalam tempoh tertentu.

Pada awal tahun 2015, ahli sains menemukan bahan biologi yang sangat kukuh strukturnya. Bahan ini mempunyai struktur serat yang sangat tinggi kandungan protein dan susunan serat yang sangat padat. Hal ini menjadikan bahan ini sangat kukuh berbanding dengan struktur polimer yang ada pada masa ini.

Yang menariknya, bahan ini ditemukan di dalam bebenang sarang labah-labah. Bebenang labah-labah ini mempunyai daya keanjalan yang sangat tinggi, iaitu antara tiga kali hingga lima kali gentian sintetik, seperti nilon dan kevlar. Bebenang labah-labah juga tidak dijangkiti oleh mikroba dan kompos secara sepenuhnya.

Sifat permukaan bebenang labah-labah yang melekit menyebabkannya membentuk satu bebenang yang dapat



Bebenang labah-labah mempunyai daya keanjalan yang sangat tinggi.

Jadual 1 Jenis kelenjar dan struktur sarang labah-labah yang dihasilkan.

Kelenjar	Struktur Sarang
Acnifom	Bebenang balutan
Silindrifom	Bebenang kantung
Ampulat	Bebenang tidak melekit
Pirifom	Bebenang bersambung
Flagellifom	Bebenang gentian
Agregat	Bebenang melekit

meregang beberapa kali ganda lebih panjang, tetapi masih mengekalkan ketegangannya. Permukaan bebenang labah-labah yang melekit ini digunakan oleh labah-labah untuk memerangkap mangsanya, seterusnya dijadikan sebagai makanan.

Kini, ada 34 ribu spesies labah-labah yang dikenal pasti. Sebanyak 50 peratus daripadanya menggunakan jaring labah-labah untuk menangkap mangsa. Daripada peratusan ini, 130 bentuk jaring labah-labah dikenal pasti. Setiap bentuk jaring labah-labah ini mempunyai struktur bebenang yang berlainan. Kerangka dan panjang jejari sarang labah-labah juga berperanan penting untuk mengukuhkan seluruh jaring labah-labah.

Ada tujuh jenis kelenjar yang berfungsi untuk menghasilkan sarang yang berlainan struktur dan fungsi. Walau



Struktur bebenang labah-labah sangat kukuh.

melumpuhkan kekuatan serangga dalam tempoh yang singkat, seterusnya menghilangkan kemampuan serangga untuk melepaskan diri daripada menjadi mangsa labah-labah.

Saiz bebenang gentian yang berukuran antara satu mikrometer hingga lima mikrometer yang dihasilkan oleh kelenjar flagellifom mampu memerangkap lebah yang mempunyai berat purata 120 miligram yang terbang dengan kelajuan 3 meter per saat. Kekuatan benang ini sangat penting untuk menangkap dan menahan mangsa, terutamanya mangsa yang saiznya lebih besar berbanding dengan saiz labah-labah.

Kelenjar ampulat pula menghasilkan gentian bebenang daripada protein dalam kuantiti yang sedikit dan berfungsi untuk menstabilkan seluruh kerangka jaring. Gentian bebenang yang dihasilkan oleh kelenjar ampulat adalah dalam bentuk berpintal untuk menghubungkan antara kerangka utama dengan struktur luar.

Struktur bebenang sangat kukuh dan mampu meregang dengan panjangnya. Bebenang ini juga sangat tahan terhadap rintangan angin, hujan dan suhu yang tinggi. Jika dibandingkan dengan bahan

sintetik, seperti plastik, struktur bahan sintetik makin kurang ampuh jika terdedah pada suhu yang sejuk dan tinggi secara silih berganti.

Bebenang gentian yang dihasilkan oleh kelenjar labah-labah tidak melekit. Namun begitu, apabila serangga terperangkap pada bebenang labah-labah, bebenang gentian ini mengeluarkan cecair seperti gam untuk mengekalkan serangga padanya. Bebenang serangga ini mempunyai tiub bersaiz nano untuk menyimpan cecair gam ini.

Cecair ini bertambah dengan sendirinya jika ada cecair dirembes keluar. Cecair ini mengandungi peptida yang berfungsi untuk melindungi bebenang sarang daripada ditumbuhi oleh mikroba, seperti fungus.

Peptida juga berfungsi untuk menjaga telur labah-labah yang berada dalam proses pengeraman. Selain itu, peptida yang dirembes daripada bebenang sarang ini bertindak seperti pengawet dan berupaya untuk mengekalkan kesegaran serangga yang terperangkap.

Selain itu, secara umumnya, bebenang labah-labah mengandungi protein yang terdiri daripada asid amino,

bagaimanapun, seekor labah-labah tidak mempunyai semua tujuh kelenjar ini.

Kelenjar flagellifom ialah bebenang yang paling kuat dan sangat elastik, serta bersesuaian dengan fungsi utamanya, iaitu untuk memerangkap serangga. Kekuatan bebenang yang dihasilkan oleh kelenjar ini mampu

Dewan Kosmik,
Bil 11 (Nov 2018).

Animal - general -
Pg. 8-10

Jadual 2 Komposisi asid amino di dalam bebenang labah-labah dan bebenang lain.

Asid Amino	Serisin	Fibroin	Kapas	Bebenang Labah-labah
Glisina	13.9	43.7	8.4	37.1
Alanina	5.9	28.8	5.5	21.1
Valina	2.7	2.2	5.6	6.7
Leusina	2.3	4.5	8.7	9.2
Triptofan	0.2	0.3	0.5	2.9

seperti glisina atau alanina dan sedikit triptofan. Keistimewaan yang wujud secara semula jadi ini menyebabkan bebenang sarang labah-labah mempunyai teknologi bahan yang harus diterokai.

Bebenang labah-labah juga dipercayai mengandungi sejenis bahan kimia yang wujud secara semula jadi. Bahan ini hampir menyamai poliparafenilena tereftalamida atau lebih dikenali sebagai kevlar. Hal ini bermakna bebenang labah-labah dapat dijadikan sebagai bahan utama dalam industri pembuatan baju kalis peluru.

Proses penghasilan kevlar sangat rumit dan berkos tinggi. Jika penggunaan bebenang labah-labah dalam industri tekstil dapat menjadi realiti, kos pertahanan sesebuah negara berkemungkinan dapat dikurangkan. Penyelidikan dan pembangunan harus dilakukan terhadap penggunaan bebenang labah-labah supaya bahan semula jadi ini dapat digunakan dengan sebaik-baik mungkin.

Bebenang labah-labah juga dapat menghasilkan gentian nano yang berkualiti tinggi. Dengan purata diameter tujuh mikro meter, bebenang labah-labah dilihat sangat stabil apabila diregang.

Selain itu, apabila diregang, bebenang mengeluarkan glisina dan membentuk kristal pada dinding bebenang. Hal ini menyebabkan struktur bebenang menjadi kuat. Keupayaan bebenang untuk membentuk satu lapisan kristal juga menyebabkan bebenang mempunyai rintangan terhadap perubahan suhu yang mendadak. Jika digunakan dengan baik, bebenang labah-labah ini mampu menghasilkan bahan yang lebih kuat dan stabil berbanding dengan polimer yang ada pada ketika ini.

Jika kajian yang terperinci dilakukan, tidak mustahil bahawa bebenang labah-labah dapat digunakan sebagai konduktor elektrik pada masa hadapan. Hal ini menyebabkan kos pengeluaran tenaga elektrik dapat diturunkan, seterusnya mampu memberikan



Bebenang labah-labah dapat digunakan sebagai konduktor elektrik.

keeselesaian kepada penduduk dunia. Malah, pencemaran daripada penggunaan wayar dan kabel elektrik juga dapat dikurangkan.

Selain itu, bebenang labah-labah juga berpotensi untuk digunakan dalam industri gentian optik. Struktur gentian di dalam bebenang labah-labah mampu mencapai saiz diameter hingga 0.5 mikrometer. Hal ini menjadikannya sangat sesuai dijadikan sebagai bahan bagi gentian optik dalam industri telekomunikasi dan sistem maklumat pada masa hadapan.

Ada dua kaedah untuk menghasilkan bebenang labah-labah, iaitu secara semula jadi atau secara sintetik. Kaedah semula jadi adalah dengan memetam labah-labah dan membiarkan labah-labah menghasilkan bebenang secara semula jadi.

Kaedah sintetik pula adalah dengan menggunakan bahan tertentu untuk menghasilkan produk yang hampir menyamai struktur dan komposisi sarang labah-labah asli. Menerusi kaedah sintetik, kekuatan struktur bebenang mampu ditingkatkan semaksimal mungkin, seterusnya menjadikannya suatu polimer semula jadi yang paling kuat.



Contoh penghasilan bebenang labah-labah.