

PENGHASILAN DAN PENCIRIAN KITIN DAN KITOSAN
DARIPADA KULIT UDANG

SHARON SANG LI LING

DISERTASI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARI SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGHASILAN DAN PENCIRIAN KITIN DAN KITOSAN
DARIPADA KULIT UDANG

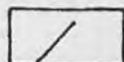
Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2005

Saya SHARON SANG LI LING
 (HURUF BESAR)

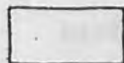
mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)



SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)



TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)



TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 12-C BERTAM

Prof. Madya Dr Marcus Jopany
 Nama Penyelia

ULU, 76450 MELAKA

Tarikh: 23 MAC 2005

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

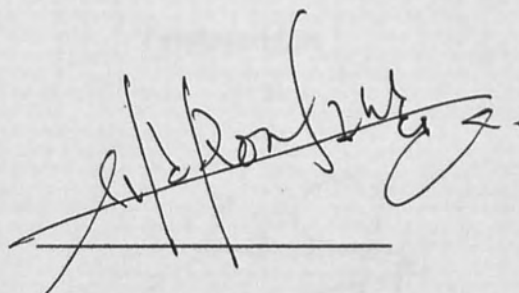
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya mengakui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiapnya telah dijelaskan sumbernya.

23 Mac 2005

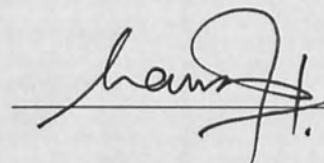
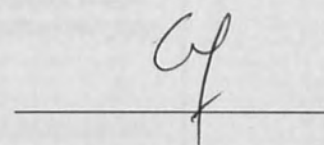
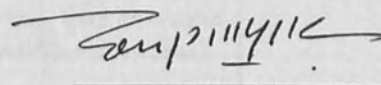
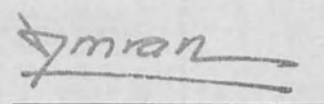


SHARON SANG LI LING

HS 2002-3767



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN**DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan****1. PENYELIA****(Prof. Madya Dr. Marcus Jopony)****2. PEMERIKSA 1****(En. Collin Glen Joseph)****3. PEMERIKSA 2****(En. Moh Pak Yan)****4. DEKAN****(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)**

PENGHARGAAN

Saya berasa bersyukur kerana dapat menyempurnakan projek ini dengan berjaya dengan kerjasama daripada pelbagai pihak.

Terlebih dahulu, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Profesor Madya Dr. Marcus Jopony yang telah banyak mencurahkan tenaga dari segi nasihat, tunjuk ajar, cadangan dan teguran semasa berada dalam usaha menyiapkan projek ini.

Selain itu, saya juga ingin meluahkan ribuan terima kasih kepada para pembantu makmal kimia yang sedia menghulurkan bantuan dalam memberi kemudahan dan pertolongan semasa menjalankan analisis makmal. Tidak lupa juga kepada para pra-siswazah dari Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan yang sedia memberi tunjuk ajar penggunaan instrumen FT-IR.

Malahan, saya juga ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan saya yang sentiasa memberi semangat padu, tunjuk ajar dan sokongan sepanjang projek penyelidikan ini dijalankan.

Akhir kata, sekali lagi saya merakamkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyempurnaan projek ini. Budi baik dan jasa kalian tidak akan saya lupakan.

ABSTRAK

Kitin dan kitosan telah diekstrak daripada kulit udang (*Penaeus Monodon*) berdasarkan kaedah yang diuraikan oleh Bough *et al.*, (1978) dan Alimuniar dan Zainuddin (1992). Kedua-dua ekstrak dianalisis menggunakan spektrometer inframerah Fourier-Transform (FTIR) manakala ciri jerapannya ditentukan menggunakan pewarna anion (*Acid Blue*) dan pewarna kation (*Methylene Blue*) sebagai bahan dijerap. Hasil kajian menunjukkan peratus hasil kitin dan kitosan yang diperolehi ialah masing-masing 43.69 % dan 35.31 %. Spektrum IR bagi ekstrak kitin dan ekstrak kitosan mempunyai corak yang sama seperti yang dijangkakan untuk kitin dan kitosan; iaitu kehadiran jalur resapan yang ketara pada $\lambda = 1640\text{--}1660\text{ cm}^{-1}$ (amida I) dan $\lambda = 1554\text{--}1564\text{ cm}^{-1}$ (amida II), dan $\lambda = 1560\text{--}1640\text{ cm}^{-1}$ (amina). Secara amnya, kitin berkeupayaan rendah untuk menyerap *Acid Blue* berbanding dengan *Methylene Blue*. Sebaliknya, keupayaan jerapan kitosan adalah lebih tinggi terhadap *Acid Blue* daripada *Methylene Blue*. Secara keseluruhannya, kitosan merupakan penyerap yang lebih efisien bagi kedua-dua pewarna anion dan pewarna kation.



PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CHITIN AND CHITOSAN DERIVED FROM PRWAN SHELLS

ABSTRACT

Chitin and chitosan were extracted from prawn shells according to the method of Bough *et al.*, (1978) and Alimuniar and Zainuddin (1992). The respective extracts was subsequently analyzed using IR spectrometer while it's adsorption characteristic was determined using acid dye (*Acid Blue*) and basic dye (*Methylene Blue*) as the adsorbates. The results showed that the yield of chitin and chitosan was 43.69 % and 35.31 %, respectively. The chitin extracts exhibited characteristic IR absorption at 1640–1660 cm^{-1} (amide I) and 1554–1564 cm^{-1} (amide II) while the chitosan extract at 1560–1640 cm^{-1} (amine), which are typical for chitin and chitosan, respectively. Comparatively, chitin has a low affinity for *Acid Blue* compared with *Methylene Blue*. By contrast, the adsorption capability of chitosan was higher for *Acid Blue* than *Methylene Blue*. Overall, chitosan was a more efficient adsorbent for both acid dye and basic dye.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	2
1.3 Skop Kajian	3
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 4
2.1 Kitin	4
2.1.1 Sejarah Penemuan Kitin	4



2.1.2	Sumber Kitin	4
2.1.3	Struktur dan Bentuk Kitin	8
2.1.4	Proses Penghasilan Kitin	12
2.2	Kitosan	12
2.2.1	Sejarah Penemuan Kitosan	12
2.2.2	Proses Penghasilan Kitosan	13
2.2.3	Struktur Kitosan	14
2.3	Ciri-ciri Kitin dan Kitosan	15
2.3.1	Ciri Fizikal	15
2.3.2	Ciri Kelarutan	15
2.3.3	Ciri Kereaktifan	16
2.3.4	Komposisi Unsur	17
2.3.5	Ciri Cas	17
2.3.6	Ciri Kumpulan Berfungsi	18
2.4	Perbezaan Kitin dan Kitosan	19
2.5	Aplikasi Kitin dan Kitosan	19
2.5.1	Perubatan	19
2.5.1.1	Rawatan Barah	20
2.5.1.2	Penyembuhan Luka dan Rawatan Melecur	20
2.5.2	Kosmetik	21
2.5.3	Industri Pemakanan	21
2.5.4	Perawatan Air	22
2.6	Kitin dan Kitosan Sebagai Bahan Penjerap	23
2.6.1	Teori Asas Jerapan	23
2.6.2	Ciri Permukaan Kitin dan Kitosan	24



2.6.3	Jerapan Logam	25
2.6.4	Jerapan Pewarna	27
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	30
3.1	Bahan Kimia dan Alat Radas	30
3.2	Sumber Kitin	31
3.3	Ekstraksi Kitin dari Kulit Udang	32
3.4	Ekstraksi Kitosan	33
3.5	Penentuan Spektrum Inframerah	34
3.5.1	Penyediaan Pelet Kalium Bromida (KBr)	35
3.5.2	Spesifikasi Spektrum FT-IR	36
3.6	Bahan Pewarna	36
3.6.1	Pewarna Anion	36
3.6.2	Pewarna Kation	37
3.7	Kajian Jerapan Pewarna pada Kitin dan Kitosan	37
3.7.1	Jerapan Pewarna Anion pada Kitin dan Kitosan	38
3.7.2	Jerapan Pewarna Kation pada Kitin dan Kitosan	38
3.8	Penentuan Kepekatan Warna	38
3.8.1	Penyediaan Graf Kalibrasi	38
3.8.2	Penentuan kepekatan <i>Acid Blue</i>	39
3.8.3	Penentuan kepekatan <i>Methylene Blue</i>	40
3.8.4	PENGIRAAN	40
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	41
4.1	Hasil Kitin dan Kitosan	



4.2	Spektrum Inframerah Bahan Mentah, Hasil Kitin dan Hasil Kitosan	45
4.3	Sifat Jerapan Kitin dan Kitosan	49
4.3.1	Jerapan Pewarna Anion	49
4.3.2	Jerapan Pewarna Kation	52
BAB 5	KESIMPULAN	55
	RUJUKAN	56
	LAMPIRAN	62



SENARAI JADUAL

No.Jadual	Muka Surat
2.1 Perbezaan peratusan kandungan kitin dalam beberapa jenis organisma	5
2.2 Kandungan kitin mengikut bahagian dalam sumber udang (<i>Penaeus Monodon</i>)	6
2.3 Kuantiti dalam tan metrik pendaratan sumber kitin di Malaysia	6
2.4 Anggaran kuantiti sumber kitin dan potensi penghasilannya (dalam metrik tan) di Malaysia dari tahun 1991-1993	7
2.5 Perbandingan ciri-ciri α - β - dan γ -kitin	11
2.6 Ciri-ciri keterlarutan kitosan	16
2.7 Keberkesanan kitosan dalam pengurangan nilai turbiditi dalam air buangan	23
2.8 Kajian jerapan logam yang melibatkan kitin dan kitosan	25
2.9 Jerapan pewarna anion dan kation terhadap kitin dan kitosan	27
3.1 Senarai bahan kimia	30
3.2 Senarai alat radas yang digunakan dalam kajian	31
3.3 Parameter operasi spektrofotometer FT-IR	36
4.1 Analisis ciri spektrum inframerah bagi bahan mentah, kitin, kitosan dan berbanding dengan spektrum piawai	47



SENARAI RAJAH

No.Rajah	Muka Surat
2.1 Struktur kimia kitin dalam bentuk rantaian	8
2.2 Struktur kimia selulosa dalam bentuk rantaian	9
2.3 Corak susunan rantai polisakarida pada α -kitin	9
2.4 Corak susunan rantai polisakarida pada β -kitin	10
2.5 Corak susunan rantai polisakarida pada γ -kitin	11
2.6 Ringkasan proses penghasilan kitin	12
2.7 Ringkasan proses penghasilan kitosan	13
2.8 Struktur kimia kitosan dalam rantaian	14
2.9 Perbandingan corak spektrum inframerah bagi (A) kitin dan (B) kitosan	18
2.10 Pengaruh pH ke atas jerapan pewarna anionik pada kitin	29
3.1 Carta aliran bagi ekstraksi kitin	33
3.2 Carta aliran bagi ekstraksi kitosan	34
3.3 Struktur kimia bagi <i>Acid Blue</i>	37
3.4 Struktur kimia bagi <i>Methylene Blue</i>	37
4.1 Peratus hasil yang diperolehi daripada kulit udang bagi setiap peringkat pemprosesan	43
4.2 Spektrum inframerah bagi kitin	45
4.3 Spektrum inframerah terhadap kitosan	46
4.4 Spektrum inframerah bagi bahan mentah	46
4.5 Perbandingan corak spektrum inframerah bagi (A) kitin dan (B) kitosan	49
4.6 Peratus jerapan pewarna anion (<i>Acid Blue</i>) pada kitin dan kitosan	50
4.7 Peratus jerapan pewarna kation (<i>Methylene Blue</i>) pada kitin dan kitosan	52



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
3.1	Sampel kulit udang kering	31
3.2	Sampel serbuk kulit udang	32
3.3	Spektrofotometer Inframerah Fourier-Transform (FT-IR)	35
3.4	Spektrofotometer Ultra-lembahyung boleh nampak (UV-Vis)	39
4.1	Hasil kitin dari kulit udang (<i>Penaeus Monodon</i>)	41
4.2	Hasil kitosan dari kulit udang (<i>Penaeus Monodon</i>)	42



SENARAI SIMBOL

%	peratus
α	alfa
β	beta
γ	gamma
°	darjah
°C	darjah Celcius
w/w	jisim per jisim
>	lebih daripada
λ	panjang gelombang
cm ⁻¹	per sentimeter
mg l ⁻¹	miligram per liter
µg ml ⁻¹	mikrogram per mililiter
nm	nanometer
ml	mililiter
M	molar
g	gram
kg	kilogram
ppm	bahagian per juta



SENARAI SINGKATAN

NAG	<i>N</i> -asetilglukosamina
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Units</i>
KBr	Kalium Bromida
IR	inframerah
FT-IR	spektrofotometer Inframerah Fourier-Transform
UV-Vis	Spektrofotometer ultra-lembahyung boleh nampak
RM	Ringgit Malaysia



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	Muka Surat
A	
Data Analisis Berat Sampel Kulit Udang (<i>Penaeus Monodon</i>) Bagi Setiap Peringkat Pemprosesan	62
B	
Data analisis jerapan pewarna anion (<i>Acid Blue</i>) terhadap kepekatan	63
C	
Data analisis jerapan pewarna kation (<i>Methylene Blue</i>) terhadap kepekatan	65



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kitin dan kitosan merupakan biopolimer yang penting dan dapat diperbaharui (Chu, 2001; Hejazi & Amiji, 2003; Brugnerotto *et al.*, 2000). Kitin ialah bahan yang membina struktur rangka luar haiwan-haiwan rendah dan diperolehi secara meluas daripada sumber semulajadi seperti krustasia (ketam dan udang), moluska (sotong) dan antropoda seperti serangga serta di dalam tumbuhan rendah seperti kulat (Hirano, 2003). Bagi sesetengah fungi, kitin merupakan polimer fibril utama bagi dinding sel membran (Roberts, 1992; Tolaimate *et al.*, 2000). Kitin diperolehi daripada sumber-sumber ini setelah membuang komponen-komponen lain yang terkandung dalamnya seperti protein, kalsium karbonat (kapur), enzim, pewarna (seperti astaxantin), sehingga yang tinggal ialah kitin. Kitosan ialah terbitan yang terhasil daripada proses penyahasetilan kitin dengan larutan alkali yang kuat (Bernard *et al.*, 2003).

Kitin dan kitosan mempunyai aplikasi yang luas dan merupakan antara sumber semulajadi yang semakin mendapat tumpuan daripada semua pihak (Mark, 2003; Hirano, 2003). Pada amnya, sumber komersial utama bagi kitin adalah kulit buangan ketam, udang dan sotong (Hejazi & Amiji, 2003). Walau bagaimanapun masing-

masing mempunyai kandungan kitin yang berbeza. Secara relatifnya, tulang rawan sotong mempunyai kandungan kitin yang paling tinggi iaitu hampir 100 peratus. Sebanyak 30–40 peratus kitin boleh didapati dalam kulit udang dan 20–30 peratus dalam kulit ketam (Alimuniar *et al.*, 1995). Sebahagian besar sumber industri bagi kitin dan kitosan ialah kulit buangan ketam dan udang (Hirano, 2003; Abdullah, 1995). Ini adalah kerana kemudahan mendapatkan sumber-sumber udang dan ketam. Selain itu, sumber udang merupakan komoditi eksport yang penting dalam industri perikanan.

Kitin dan kitosan digunakan secara meluas dalam pelbagai industri seperti industri makanan, pertanian, bioteknologi, bioperubatan, dan perawatan air. Aplikasi-aplikasi ini adalah berkait rapat dengan ciri-ciri fizikal dan kimia kitin serta kitosan. Dalam perawatan air, kitin dan kitosan berupaya memainkan peranan sebagai bahan penjerap. Sifat jerapan kitin dan kitosan adalah berkait dengan ciri fizikokimia dan sifat permukaan masing-masing.

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah:

- a) Untuk mengekstrak kitin daripada kulit udang.
- b) Untuk menghasilkan kitosan daripada hasil ekstrak kitin.
- c) Untuk menentukan ciri spektrum IR kitin dan kitosan.
- d) Untuk menentukan dan membandingkan sifat penjerapan pewarna oleh kitin dan kitosan.

1.3 Skop Kajian

Dalam kajian ini, kitin adalah diekstrak daripada kulit udang. Proses ini melibatkan langkah nyahprotein (untuk menyingkirkan kandungan protein) dan nyahkapur (untuk menyingkirkan kalsium karbonat). Kitosan selanjutnya diperolehi menerusi proses penyahasetilan kitin yang diperolehi ini. Ciri-ciri kumpulan berfungsi dalam hasil kitin dan kitosan ditentukan secara spektroskopi spektrum inframerah Fourier-Transform (FTIR). Kebolehan sampel kitin dan kitosan ini sebagai penjerap seterusnya dikaji dengan menggunakan pewarna *Acid Blue (Indigo Carmine)* dan pewarna *Methylene Blue* sebagai bahan dijerap. Kepekatan akhir pewarna ini ditentukan menggunakan spektrofotometer Ultra-lembahyung-boleh nampak (UV-Vis).



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Kitin

2.1.1 Sejarah Penemuan Kitin

Kitin pertama kali ditemui oleh seorang ahli botani dari Perancis yang bernama Braconnot pada tahun 1811. Beliau telah menjalankan kajian ke atas cendawan, *Agaricus volvaceus* dan cendawan lain dengan larutan alkali panas dan didapati kitin boleh diasingkan (Muzzarelli, 1977). Braconnot menamakan sebatian tersebut sebagai 'fungine' (Hirano, 2003). Pada tahun 1823, Odier telah mengasingkan residu yang tidak melarut daripada sejenis kumbang, *May Bug* dengan larutan natrium hidroksida yang panas. Odier telah menamakan *Chitin* yang bermaksud sampul surat dalam perkataan Greek (Roberts, 1992; Hirano, 2003).

2.1.2 Sumber Kitin

Kitin banyak terdapat pada sumber semulajadi seperti krustasia, serangga, moluska dan mikroorganisma (Hirano, 2003). Kandungan kitin adalah berbeza mengikut jenis

sumbernya (Tolaimate *et al.*, 2000; Brzeski, 1988; Austin *et al.*, 1998). Kandungan kitin dalam beberapa jenis organisma ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Perbezaan peratusan kandungan kitin dalam beberapa jenis organisma.

Organisma	kandunga kitin, %
Krustasia	
<i>Carcinus</i> (ketam)	0.4 – 3.3 ^a
<i>Callinectes</i> (ketam biru)	14 ^a
<i>Paralithodes</i> (raja ketam)	10.4 ^a , 35 ^b
<i>Pleuroncodes</i> (ketam merah)	1.3 – 1.8 ^b
<i>Crangon</i> (udang)	5.8 ^b
Serangga	
<i>Blatella</i> (lipas)	10 ^b
<i>Coleoptera</i> (kumbang)	5 – 15 ^b
Belalang	2 – 4 ^a
May beetle	16 ^b
Moluska	
Kulit kepah	6.1 ^b
Krill	40.2 ^b
Kulit tiram	3.6 ^b
Sotong	41 ^b
Microorganisms	
<i>Aspergillus Niger</i>	42 ^c
<i>Lactarius vellereus</i> (cendawan)	19.0 ^c
<i>Mucor rouxii</i>	44.5 ^c
<i>Penicillium notatum</i>	18.5 ^c
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (baker's yeast)	2.9 ^c

^a berat badan basah. ^b berat badan kering. ^c berat organik kutikel.

(Sumber: Hirano, 2003)

Organisma-organisma ini mengandungi 30 – 40 % protein, 30 – 50 % kalsium karbonat (CaCO_3), 20 – 30 % kitin, lipid dan kurang daripada 1 % karotenoid (Hirano, 2003). Peratusan kitin adalah berbeza mengikut jenis sumber kitin yang dikaji.



Sebanyak 30 – 40 % kitin boleh didapati dalam kulit udang (*Penaeus Monodon*). Di samping itu, peratusan kitin juga boleh dibezakan mengikut bahagian dalam sumber udang seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.2.

Jadual 2.2 Kandungan kitin mengikut bahagian dalam sumber udang.

Sumber Udang	Kandungan kitin (%)
Udang-kepala	11
Udang-rangka luar	27
Udang-kupas	54
Udang (B. Tiger)-karapas	35
Udang(B.Tiger)-rangka luar	37
Sisa buangan udang - secara komersial	12-18

(Sumber: Subasinghe, 1995)

Malaysia adalah kaya dengan sumber kitin (Alimuniar *et al*, 1993). Anggaran kuantiti sumber-sumber kitin seperti udang, ketam dan sotong di Malaysia adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.3 dan Jadual 2.4. Purata pemerolehan tahunan bagi sumber-sumber kitin adalah tidak kurang daripada 135 000 metrik tan, di mana sebahagian besar adalah udang (Abdullah, 1995).

Jadual 2.3 Kuantiti dalam tan metrik pendaratan sumber kitin di Malaysia.

Sumber Kitin	Tahun	Kuantiti (Metrik Tan)
Udang	1989	112 510
	1990	105 326
	1991	102 322
Ketam	1989	5 142
	1990	5 191
	1991	6 517
Sotong	1989	30 980
	1990	34 967
	1991	33 297

(Sumber: Abdullah, 1995)



Berdasarkan kepada pengeluaran 34 buah kilang pengupasan udang yang ada di Pulau Pinang, Perak, Sarawak dan Sabah. Malaysia berpotensi untuk menghasilkan kitin (Jadual 2.4).

Jadual 2.4 Anggaran kuantiti sumber kitin dan potensi penghasilannya (dalam metrik tan) di Malaysia dari tahun 1991-1993.

Lokasi industri pemprosesan	Tahun		
	1991	1992	1993*
Pulau Pinang	1175 (30)	1165 (29)	420 (11)
Seberang Prai (Pulau Pinang)	1270 (32)	1137 (28)	537 (14)
Bagan Serai (Perak)	2495 (62)	2310 (58)	605 (15)
K. Sepetang (Perak)	27 (0.7)	21 (0.5)	23 (0.6)
Ipoh (Perak)	6 (0.1)	6 (0.1)	4 (0.1)
Kuching (Sarawak)	649 (16)	649 (16)	362 (9)
Sarikei (Sarawak)	760 (19)	815 (20)	400 (10)
Sibu (Sarawak)	1070 (27)	590 (15)	128 (3)
Kota Kinabalu (Sabah)	43 (1.0)	26 (0.7)	8 (0.2)
Sandakan (Sabah)	1403 (35)	1554 (39)	708 (18)
Tawau (Sabah)	653 (16)	813 (20)	297 (7)
Jumlah sumber kitin	9551 (238.8)	9086 (226.3)	3492 (87.3)

*sehingga Mei, 1993.

(Sumber: Abdullah, 1995)

RUJUKAN

- Abdullah, M. P., 1995. The production of chitin and chitosan in Malaysia and the potential use of chitosan in the treatment of oily water discharge. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (penyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 313-327.
- Alimuniar, A. dan Zainuddin, R., 1992. An economical technique for producing chitosan. Dlm: Brine, I. dan Charles, J. (pnyt.), *Advances in Chitin and Chitosan*. Elsevier Science, New York, 627-631.
- Alimuniar, A., Abdullah, M. P. dan Zakaria, M., 1993. Pengeksploitasian sumber berkitin di Malaysia dan persekitarannya. Dlm: *Penyelidikan dan Pembangunan Sains dan Teknologi Jilid 2*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 519-522.
- Alimuniar, A., Abdullah, M. P. dan Zakaria, M., 1994. Pengeksploitasian sisa industri pemprosesan udang di Malaysia. Dlm: *Laporan Teknik FSFG Jilid 4*. Universiti Kebangsaan Malaysia, 152-160.
- Bernard, M. P., Kao, D., Myers, R.V. dan Moyle, W. R., 2003. Tight attachment of chitin-binding-domain-tagged proteins to surfaces coated with acetylated chitosan. *Analytical Biochemistry* **327**, 278-283.
- Bough, W.A., Salter W. L., Wu, A.C.M. dan Perkins B. E., 1978. Influence of manufacturing variable on the characteristics and effectiveness of chitosan products, I. Chemical composition, Vviscosity and molecular weight distribution of chitosan products. *Biotechnology Engineering* **20**, 1931-1943.
- Brzeski, M. M., 1988. Production and application of chitin and chitosan in Poland. Dlm: Braek, G. S., Anthonsen, T. dan Sandford, P (pnyt.) *Chitin and Chitosan*. Elsevier Science Published Ltd., 161-169.

- Bugnerotto, J., Lizardi, J., Goycoolea, F.M., Arguelles-Monal, W., Desbrieres dan Rinaudo, M., 2001. An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. *Journal of Polymer* **42** (8), 3569-3580.
- Chao, A. C., Shyu, S. S., Lim, C. Y. dan Mi, F. L., 2004. Enzymatic grating of carboxyl on to chitosan – to confer on chitosan the property of a cationic dye adsorbent. *Bioresource Technology* **91**, 157-162.
- Chiou, M. S., Ho, P. Y. dan Li, H. Y., 2003. Adsorption of anionic dyes in acid solutions using chemically cross-linked chitosan beads. *Dyes and Pigments* **60**, 69-84.
- Chui, V. W. D., Mok, K. W., Ng, C. Y., Luong, B. P. dan Ma, K. K., 1996. Removal and recovery of copper (II), chromium (II), and nickel (II) from solutions using crude shrimp chitin packed in small columns. *Environment International* **22** (4), 463-468.
- Chu, K. H., 2001. Removal of sopper from aqueous solution by chitosan in prawn shell: adsorption equilibrium and kinetics. *Journal of Hazardous Materials B* **90**, 77-95.
- Evans, J. R., Davids, W. G., MacRae, J. D. dan Amirbahman, A., 2002. Kinetics of cadmium uptake by chitosan-based crab shells. *Journal of Water Research* **36**, 3219-3226.
- FTIR-8300/8700 *Instruction Manual: Mini Hand Press*. 1997. Shidmazu Cooperation, Japan.
- FTIR-8300/8700 *Instruction Manual: Operation Guide*. 1997. Shidmazu Cooperation, Japan.
- Garg, V. K., Amita, M., Kumar, R. dan Gupta. R., 2004. Basic dye (methylene blue) removal from simulated wastewater by adsorption using Indian Rosewood sawdust: a timber industry waste. *Dyes and Pigments* **63**, 243-250.



- Gunter Lang., 1995. Chitosan derivatives – preparation and potential uses. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda W. M. , dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 100–112.
- Hejazi, R. dan Amiji, M., 2003. Chitosan-based gastrointestinal delivery systems. *Journal of Controlled Release* **89**, 151–165.
- Hirano, S., 1988. Production and application of chitin and chitosan in Japan. Dlm: Anthonsen, T., Skjak-Braek, G dan Sandford, P. A. (pnyt.), *Chitin and Chitosan*. Elsevier Applied Science, Norway, 37–43.
- Hirano, S., 2003. Chitin and chitosan. Dlm: Elvers, B. dan Hawkins, S. (pnyt.), *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* **6**. Wiley-Vch Valley GmbH Co. Ltd., Weinheim, 679–687.
- Jain, A. K., Gupta, V. K., Suhas dan Bhatnagar, A., 2003. Utilization of industrial waste products as adsorbents for the removal of dyes. *Journal of Hazardous Material B* **101**, 31–42.
- Kartal, S. N. dan Imamura, Y., 2004. Removal of copper, chromium, and arsenic from CCA-treated wood onto chitin and chitosan. *Journal of Bioresource Technology* **13**, 654–666.
- Kawamura, S., 1995. The effectiveness of chitosan for water treatment. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 265–273.
- Kumar, M. N. V. R., 2000. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive & Functional Polymers* **46**, 1–7.
- Kurita, K., 1997. Chemistry and application of chitin and chitosan. *Polymer Degradation and Stability* **59**, 117–120.

- Kurita, K., Nishimura, S., Ishii, S., Tomita, K., Tada, T. dan Shimoda, K., 1991. Characteristic properties of squid chitin. Dlm: Brine, C. J. dan Sandford, P. A. (pnyt.), *Advances In Chitin And Chitosan*. Elsevier Applied Science, London, 188–194.
- Longhinotti, E., Pozza, F., Furlan, L., Sanchez, Maria de Nazare de M., Klug, M., Laranjeira, C. M dan Favere, T., 1997. Adsorption of anionic dyes on the biopolymer chitin. *Journal of Brazil Chemistry* 9 (5), 435–440.
- Mark, H. F., 2003. Carbohydrate polymers. Dlm: Elvers, B. dan Hawkins, S. (pnyt.), *Encyclopedia Of Polymer Science and Technology*. Volume 3. John Wiley and Sons Publication, New Jersey, 569–578.
- Moret, A. dan Rubio, J., 2003. Sulphate and molybdate ions uptake by chitin-based shrimp shells. *Journal of Minerals Engineering* 16, 715–722.
- Muzzarelli, R. A. A., 1977. *Chitin*. New York: Pergamon Press.
- Ng, J. C. Y., Cheung, W. H. dan McKay, G., 2002. Equilibrium studies of the sorption of Cu (II) ions onto chitosan. *Journal of Colloid and Interface Science* 255, 64–74.
- Peiselt da silva, K. M. dan Pais da silva, M. I., 2003. Copper sorption from diesel oil on chitin and chitosan polymers. *Colloid and Surfaces* 237, 15–21.
- Roberts, G. A. F., 1992. *Chitin Chemistry*. The Macmillan Press Ltd, London, 1–244.
- Roberts, G. A. F., 1995. Structure – property relationships in chitin and chitosan. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 95–107.



- Ruiz-Herrera, J. dan Martinez-Espinoza, A. D., 1999. Chitin biosynthesis and structural organization in vivo. Dlm: Jolles, P. dan Muzzarelli, R. A. A. (pnyt.), *Chitin and Chitinases*, Switzerland, 40–50.
- Sandford, P. A., 1989. Chitosan: Commercial uses and potential applications. Dlm: Anthonsen, T., Skjak-Braek, G. dan Sandford, P. A. (pnyt.), *Chitin and Chitosan*, Elsevier Science Published Ltd., 51–69.
- Sandford, P., 1992. High purity chitosan and alginate: preparation, analysis and applications. Dlm: Chandrasekaran, R. (pnyt.), *Frontiers in Carbohydrate Research* 2. Elsevier Applied Science, New York, 250–259.
- Shahidi, F. dan Richard, J., 1994. *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Chapman and Hall, London, 79–93.
- Shirai, A., Takahashi, K., Rujivanit, R., Nishi, N. dan Tokura, S., 1995. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 53–60.
- Subasinghe, S., 1995. The development of chitosan and mollusc industries for chitin and chitosan resource. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 27–34.
- Takai, M., Shidmazu, Y., Hayashi, J., Uraki, Y., Tokura, S., Kohriyama, T., Satake, M. dan Fujita, T., 1989. Physical properties of chitin sheet from *Loligo pen*. Dlm: Anthonsen, T., Skjak-Brae, G. dan Sandford, P. A. (pnyt.), *Chitin and Chitosan*. Elsevier Applied Science, Norway, 475–477.



- Tokura, S. dan Nishi, N., 1995. Specification and characterization of chitin and chitosan. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 67–86.
- Tolaimate, A., Desbrieres, J., Rhazi, M., Alagui, A., Vincendon, M. dan Vottero, P., 2000. On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. *Journal of Polymer* **41** (7), 2463–2469.
- Wang, S., Zhu, Z. H., Coomes, A., Haghseresht, F. dan Lu, G. Q., 2004. The physical and surface chemical characteristics of activated carbons and the adsorption of methylene blue from wastewater. *Journal of Colloid and Interfaces Science*, *In Press*.
- Wong, Y. C., Szeto, Y. S., Cheung, W. H. dan McKay, G., 2003. Adsorption of acid dyes on chitosan–equilibrium isotherm analyses. *Journal of Process Biochemistry* **39** (6), 695–704.
- Zakaria, M. B., Jais, M. J., Harahap, Z. A. dan Wan Ngah, W. S., 1995. Chitosan as a chemical agent in the treatment of water and waste waters. Dlm: Zakaria, M. B., Wan Muda, W. M. dan Abdullah, M. P. (pnyt.), *The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 275–281.
- Zhang, X., Zhao, F. dan Liu, K., 2001. Fluorometric method for the microdetermination of protein using indigo carmine. *Microchemical Journal* **68**, 53–59.
- Zhou, D., Zhang, L., Zhou, J. dan Guo, S., 2004. Cellulose/chitin beads for adsorption of heavy metals in aqueous solution. *Water research* **38**, 2643–2650.

