

PENGGUNAAN KANJI TERUBAHSUAI DALAM
PENGHASILAN KEROPOK LEKOR RUMPAI LAUT

LOW SZE YUEN

LATIHAN ILMIAH YANG DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG
TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
KOTA KINABALU

2005

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UDUL: PENGGUNAAN KANJI TERUBAHSUAI DALAM PENGHASILAN KERDOK LEKOR RUMPAI LAUT

JAZAH: SARJANA MUDA

SESI PENGAJIAN: 2002

Saya LOW SZE YUEN

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik 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)

mat Tetap: 24, Haluan Taek

Timur 5, Anjung Beacham

Megah, 31400 Ipoh, Perak

Tarikh: 28/3/05

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH

Nama Penyelia

Tarikh: 28/3/05

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organsasi 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 akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nurkilan dan ringkasan tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

26 FEBRUARI 2005

liah

(LOW SZE YUEN)

HN 2002 - 4821



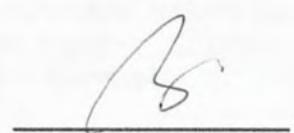
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERAKUAN PEMERIKSA**Tandatangan****1. PENYELIA**

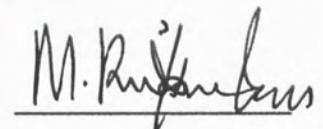
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)

**2. PEMERIKSA - 1**

(DR. LEE JAU SHYA)

**3. PEMERIKSA - 2**

(EN. MOHD. ROSNI SULAIMAN)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)

**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Penulis ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan setinggi – tinggi penghargaan atas kerjasama semua pihak yang sama ada terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam projek penyelidikan ini.

Terlebih dahulu ribuan terima kasih ingin penulis ucapkan kepada Profesor Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah, selaku penyelia projek ini yang telah banyak memberi tunjuk ajar, nasihat, bimbingan dan sokongan moral sewaktu melakukan tinjauan dan semasa penulisan projek ini dijalankan.

Penulis juga sangat berterima kasih kepada En. Othman Hassan dan En. Mohd. Rosni Sulaiman yang pernah memberi tunjuk ajar dan bimbingan bagi menjayakan penulisan projek ini.

Tidak dilupai juga penulis ingin meluahkan sekalung penghargaan kepada En. Lew Sing Ing dan rakan – rakan seperjuangan yang lain telah memberi dorongan, galakan dan bantuan dari pelbagai aspek sepanjang masa projek ini dijalankan.

Akhir sekali, ucapan ribuan terima kasih serta penghargaan yang khas ingin penulis tunjukkan kepada ibu bapa penulis yang telah banyak memberi dorongan, nasihat dan bantuan kewangan sepanjang masa pengajian penulis di sini.



UTILIZATION OF MODIFIED STARCH IN THE PRODUCTION OF SEAWEED (*Eucheuma cottonii*) KEROPOK LEKOR

ABSTRACT

This research was done to produce seaweed (*Eucheuma cottonii*) keropok lekor with the utilization of modified starch. From the preliminary study, 18 formulations were produced with combination of 3 levels of seaweed (10%, 15% and 20%) and modified starch (modified cassava starch, modified corn starch and the combination of both modified starch) at 35% and 45% and adjusted with water. A total of 3 formulations were selected based on lowest score in the ranking sensory test while the final formulation, F3 was selected based on the percentage usage of seaweed is higher than Formulation 13. The proximate analysis and microbiology test were carried out to determine the composition and the quality changes of the product which were stored in 3 different temperatures (25°C, 4°C and -18°C). The total carbohydrate content (64.65%) was the most abundant component in this product. The proximate content of water, ash, fat, fiber and protein for the product were 24.4%, 2.4%, 0.37%, 3.08% and 5.1% respectively. The determination of sorption isotherms showed that the product kept in 97% relative humidity developed growth of microorganisms after 12 days. Growth of microbe in both Plate Count Agar (PCA) and Potato Dextrose Agar (PDA) were shown during storage at 25°C, 4°C and -18°C. For the sample which contains calcium propionate and without calcium propionate that was kept in 25°C, the growth of bacteria, yeast and fungus happened within 5 days. The same condition was appeared on the sample (with calcium propionate and without calcium propionate) which was kept in 4°C happened within 8 days. The growth of microorganisms in the samples that kept at -18°C decreased during the storage duration. The shelf life of the product kept at 25°C was 4 days while the product kept at 4°C was 7 days.

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menghasilkan keropok lekor rumpai laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penggunaan kanji terubahsuai. Dari kajian awal, sebanyak 18 formulasi awal telah dihasilkan daripada gabungan 3 aras rumpai laut (10%, 15% dan 20%), 2 aras kanji terubahsuai yang terdiri daripada kanji ubi terubahsuai, kanji jagung terubahsuai dan campuran kanji ubi, jagung terubahsuai (35% dan 45%) serta air sebagai penyelaras. Sebanyak 3 formulasi dipilih berdasarkan skor terendah penerimaan keseluruhan ujian sensori pemeringkatan manakala ujian hedonik dijalankan untuk mendapat 1 formulasi terbaik iaitu Formulasi 3 (15% rumpai laut, 35% kanji ubi terubahsuai dan 50% air) yang menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p>0.05$) dengan 2 formulasi yang lain dalam atribut aroma dan atribut tekstur. Formulasi 3 dipilih sebagai formulasi terbaik dengan penggunaan rumpai laut yang lebih tinggi berbanding dengan Formulasi 13. Menurut keputusan analisis proksimat, karbohidrat merupakan komponen yang paling banyak dalam produk, iaitu 64.65%. Kandung proksimat bagi air, abu, lemak, serabut kasar dan protein adalah 24.4%, 2.4%, 0.37%, 3.08% dan 5.1% masing-masing. Dalam penentuan isoterma serapan air, sampel yang dalam keadaan berkelembapan relatif 97% berkulat selepas 12 hari penyimpanan. Kajian mutu simpanan keropok lekor rumpai laut ditentukan melalui analisis mikrobiologi. Bagi ujian mikrobiologi, kaedah TPC dan kiraan kulat dan yis untuk sampel yang terletak pada suhu 25°C yang mengandungi kalsium propionat dan tanpa kalsium propionat selama 5 hari mengalami pertumbuhan bakteria, kulat dan yis yang mendadak. Untuk sampel yang disimpan dalam suhu sejuk (4°C), sampel yang mengandungi kalsium propionat dan tanpa kalsium propionat adalah berkulat apabila mencapai hari ke-8. Jangka hayat bagi keropok lekor rumpai laut yang disimpan pada suhu bilik (25°C) adalah 4 hari manakala keropok lekor yang disimpan pada suhu 4°C (penstoran sejuk) mempunyai jangka hayat selama 7 hari.

SENARAI JADUAL

JADUAL		HALAMAN
Jadual 2.1	Ciri diagnosis <i>Chlorophyta</i> , <i>Phaeophyta</i> dan <i>Rhodophyta</i>	6
Jadual 2.2	Jumlah pengeluaran rumpai laut tahun 2002	7
Jadual 2.3	Pengeluaran spesies rumpai laut yang kormesial di Malaysia	8
Jadual 2.4	Analisis proksimat bagi <i>Eucheuma cottonii</i>	9
Jadual 2.5	Komposisi proksimat <i>G. changgi</i> berbanding dengan beberapa jenis sayuran	10
Jadual 2.6	Tahap protein dalam beberapa spesies rumpai laut digunakan dalam industri makanan	10
Jadual 2.7	Kandungan vitamin C dan elemen mineral (mg/ 100g berat basah) dalam <i>G. changgi</i> dan beberapa jenis sayuran	11
Jadual 2.8	Kandungan amilosa dan amilopektin bagi kanji kormesial	14
Jadual 2.9	Sifat pelbagai kanji jagung	15
Jadual 2.10	Cara pengubahsuaian kanji asli	16
Jadual 2.11	Komposisi kimia bagi kanji terubahsuai	25
Jadual 2.12	Ciri-ciri dan aplikasi kanji terubahsuai	25
Jadual 2.13	Haba yang diperlukan untuk penggelatinan bagi kanji biasa Dan kanji ester	28
Jadual 2.14	Jenis snek yang terdapat di Malaysia	29
Jadual 2.15	Makanan snek berunsur bijirin (<i>Malaysian Standard MS1191:1991</i>)	30
Jadual 2.16	Senarai bahan awet yang dibenarkan	33
Jadual 2.17	Sifat fizikal bagi asd propionik	35
Jadual 3.1	Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam analisis proksimat Dan penentuan isoterm serapan air	40



Jadual 3.2	Formulasi untuk penghasilan keropok lekor ikan	41
Jadual 3.3	Formulasi penghasilan keropok lekor rumpai laut dengan penggunaan kanji terubahsuai	42
Jadual 4.1	Hasil penilaian sensori secara ujian pemeringkatan	56
Jadual 4.2	Nilai min hasil penilaian sensori secara ujian hedonik	57
Jadual 4.3	Min keputusan analisis proksimat bagi produk	61
Jadual 4.4	Kiraan plat jumlah (TPC) serta kulat dan yis pada suhu 25°C bagi sampel tanpa kalsium propionat	67
Jadual 4.5	Kiraan plat jumlah (TPC) serta kulat dan yis pada suhu 25°C bagi sampel yang mengandungi kalsium propionat	68
Jadual 4.6	Kiraan plat jumlah (TPC) serta kulat dan yis pada suhu 4°C bagi sampel tanpa kalsium propionat	69
Jadual 4.7	Kiraan plat jumlah (TPC) serta kulat dan yis pada suhu 4°C bagi sampel yang mengandungi kalsium propionat	69

SENARAI RAJAH

RAJAH		HALAMAN
Rajah 2.1	Kanji rangkai silabg dengan sodium trimetafosfat	20
Rajah 2.2	Carta Aliran bagi peprosesan kanji ikatan silang	21
Rajah 2.3	Persamaan kimia bagi proses pengesteran	23
Rajah 2.4	Persamaan kimia bagi proses pengetaran	23
Rajah 3.1	Keropok lekor rumpai laut mentah dan masak	44
Rajah 4.1	Isoterma serapan air bagi keropok lekor rumpai laut	65

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN		HALAMAN
Lampiran A	Borang Ujian sensori Pemeringkatan	81
Lampiran B	Borang Penilaian Deria Ujian Hedonik	82
Lampiran C	Bahan mentah yang digunakan dalam pemprosesan keropok lekor rumpai laut	83
Lampiran D	Kumpulan aditif makanan dan jumlahnya	84
Lampiran E	Makanan tipikal yang memerlukan penstoran sejuk	85
Lampiran F	Jadual Kramer untuk analisis data ujian sensori pemeringkatan	86
Lampiran G	Ujian Hedonik bagi ANOVA satu hala	88
Lampiran H	Carta aliran bagi penyediaan rumpai laut	91
Lampiran I	Carta Aliran Bagi Pemprosesan Keropok Lekor Rumpai Laut	92



SENARAI SIMBOL

%	Peratus
kg	Kilogram
g	Gram
°C	Darjah Celcius
CFU	Colony Forming Unit
RM	Ringgit Malaysia
CWS	Cold Water Swelling
l	Liter
DSC	Density Scanning Calorimetry
MSG	Monosodium Glutamat
cal	Kalori

BAB 1

PENGENALAN

Keropok merupakan sejenis makanan ringan yang popular di Malaysia maupun di Negara ASEAN. Keropok boleh diproses dengan cara mengadun tepung ubi kayu atau tepung sagu dengan air. Doh yang terbentuk akan dimasak, dikeringkan seterusnya digoreng dengan minyak. Bahan-bahan mentah seperti isi ikan, udang, sotong, sayur-sayuran atau puri buah-buahan boleh dicampur pada adunan membentuk keropok ikan.

Keropok lekor merupakan salah satu jenis makanan ringan yang terkenal di kawasan kampung nelayan. Ia dihasilkan secara kecil-kecilan oleh penduduk kampung pada suatu masa dahulu. Kini, dengan adanya permintaan pasaran, keropok lekor turut dihasilkan secara besar-besaran di Semenanjung Malaysia seperti di negeri Kedah dan negeri Terengganu.

Lazimnya, tepung sagu atau tepung ubi digunakan sebagai ramuan utama dalam pemprosesan keropok lekor. Selain itu, ramuan-ramuan seperti gula, garam, air dan monosodium glutamat (MSG) turut digunakan. Jenis ikan yang biasa digunakan dalam penghasilan keropok lekor ialah tenggiri, cencaru dan parang. Dalam pemprosesan keropok lekor, doh yang telah terbentuk tidak memerlukan pengeringan tetapi digoreng terus dengan minyak. Maka, struktur yang terhasil adalah berbeza dengan keropok yang lain.

Kesegaran bahan dan ramuan memainkan peranan yang penting dalam penentuan kualiti keropok. Selain itu, penentuan kualiti keropok turut dinilai dari segi penilaian sensori seperti rasa, aroma, tekstur, kerangupan dan lain-lain.

Kanji tergolong dalam kumpulan polisakarida, iaitu rantai yang terdiri daripada banyak molekul glukosa. Ia merupakan karbohidrat utama yang disimpan dalam akar atau biji benih. Terdapat dua jenis rantai glukosa dalam kanji, iaitu amilosa dan amilopektin. Dalam industri pemprosesan makanan, kanji berfungsi sebagai agen pemekat iaitu '*stabilizer binder*', '*filler edible film*', yang mengubah tekstur makanan dan lain-lain.

Kanji boleh diubahsuai dengan pelbagai kaedah, iaitu pengubahsuaian secara kimia, pengubahsuaian secara fizik, pengubahsuaian secara genetik atau pengubahsuaian dengan menggunakan enzim. Namun, kanji yang terubahsuai secara kimia adalah lebih mudah dan banyak digunakan. Pasaran bagi kanji terubahsuai di Malaysia adalah kurang menggalakkan kerana harganya yang mahal, kebanyakan kanji terubahsuai yang terdapat di Malaysia adalah diimport dari luar negeri.

Terdapat beberapa ciri-ciri kanji yang memainkan peranan yang penting dalam industri pemprosesan makanan turut diperbaiki oleh kanji terubahsuai. Di antaranya ialah kepekaan terhadap suhu tinggi, kestabilan dalam tindakan asid, kelikatan, tempoh jangka hayat, konsistensi pengaliran, kelincinan, sifat penggelatinan serta ciri-ciri tekstur dalam produk akhir.

Rumpai laut merupakan sejenis tumbuhan laut yang mudah didapati di persekitaran kawasan air Sabah terutamanya yang berwarna perang iaitu *Euchema cottonii* daripada divisi *Rhodophyta* (Ismail, 1995). Ia dimakan secara mentah pada masa dahulu kerana dipercayai mempunyai keupayaan untuk mengubati penyakit atau sebagai hidangan sampingan penduduk sekitaran pantai. Pada masa kini, rumpai laut daripada pelbagai species telah digunakan dalam penghasilan makanan dan bukan makanan. Dengan kegunaan rumpai laut yang meluas ini, maka penanaman rumpai laut telah dijalankan untuk kegunaan tempatan mahupun untuk tujuan dieksport. Penumpuan yang telah diberi oleh kerajaan menunjukkan potensi perkembangan rumpai laut di Malaysia. Pemilihan kanji terubahsuai sebagai ramuan utama dalam keropok lekor ini adalah bertujuan untuk meningkatkan penggunaan rumpai laut dalam produk keropok. Ini kerana penggunaan rumpai laut yang tinggi dalam produk yang diproses dengan kanji biasa menghasilkan keropok yang bertekstur keras.

Kajian ini dijalankan untuk menghasilkan keropok lekor rumpai laut dengan menggunakan kanji terubahsuai sebagai ramuan utama. Objektif kajian ini adalah seperti berikut:-

- a. Meningkatkan peratus penggunaan rumpai laut dalam keropok lekor yang diproses daripada kanji terubahsuai.
- b. Menentukan formulasi penghasilan keropok lekor rumpai laut dengan penggunaan kanji terubahsuai.
- c. Menjalani kajian penyimpanan ke atas produk akhir bagi menentukan jangka hayat simpanan terhadap produk.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Rumpai laut

Sejak dahulu lagi, rumpai laut merupakan makanan ruji di Jepun dan China untuk suatu tempoh yang panjang. Di kawasan India dan Tasmania pula, penduduk tempatan menggunakannya sebagai sebahagian daripada diet harian mereka (Hodgkiss & Lee, 1983).

Rumpai laut merupakan sejenis makrofitik alga, iaitu sejenis tumbuhan primitif yang tidak mempunyai daun, batang serta akar yang sebenar (Khan & Satam, 2003). Alga boleh dibahagikan kepada 5 kumpulan yang utama, iaitu *Cyanophyta* (alga biru-hijau), *Chrysphyta* (alga kuning hijau-keemasan), *Phaeophyta* (alga perang), *Chlorophyta* (alga hijau) dan *Rhodophyta* (alga merah) (Bold & wynne, 1978). Namun, alga yang biasa dijumpai dan digunakan secara komersial adalah *Phaeophyta* (alga perang), *Chlorophyta* (alga hijau) dan *Rhodophyta* (alga merah). Terdapat kira-kira 900 spesies alga hijau, 4000 spesies alga merah dan 1500 spesies alga perang telah ditemui pada masa terkini. Alga merah dengan kepelbagaiannya yang terbaik boleh didapati di kawasan perairan tropika atau subtropika manakala alga perang pula hidup di kawasan perairan dengan suhu sederhana tanpa kepanasan atau kesejukan yang keterlaluan (Khan & Satam, 2003).

Antara spesies rumput laut *Rhodophyta* ialah *Palmaria*, *Gracilaria*, *Gelidium* dan *Eucheuma* (McLahan et al. 1972). Spesies *Caulerpa*, *Enteromorpha*, *Ulva*, *Boergesenia*, *Valonia* dan lain-lain tergolong dalam *Chlorophyta* manakala *Phaeophyta* pula terdiri daripada spesies *Feldmannia*, *Dictyopteris*, *Dictyota* dan *Padina* (Ismail, 1995).

2.2 Pengelasan dan ciri-ciri kumpulan utama rumput laut

Pada masa lampau, rumput laut dikelaskan mengikut warna, iaitu alga hijau, perang dan merah. Untuk memperolehi pengelasan yang lebih terperinci dan bermaklumat, ahli taksonomi telah membahagikan rumput laut berdasarkan ciri-ciri seperti perpigmenan, kemotilan, komposisi dinding sel, struktur dan jenis talus serta bahan simpanan fotosintesis. Walau bagaimanapun, masyarakat tempatan mengelaskan rumput laut berdasarkan warna, iaitu *Chlorophyta* (alga hijau), *Phaeophyta* (alga perang) dan *Rhodophyta* (alga merah) (Armisen & Galatas, 1987). Jadual 2.1 menunjukkan ciri diagnosis bagi spesies *Chlorophyta*, *Phaeophyta* dan *Rhodophyta*.

Jadual 2.1: Ciri Diagnosis *Chlorophyta*, *Phaeophyta* dan *Rhodophyta*

Divisi	Pigmen	Plastid	Makanan simpanan	Dinding sel	Flagelum (bilangan, jenis dan selitan)
<i>Chlorophyta</i>	Klorofil a, b; xantofil	2-6; tilakoid	Kanji	Selulosa	1, 2-8; <i>whiplash</i> ; secara apikal; sama panjang
<i>Phaeophyta</i>	Klorofil a, c; β karoten; xantofil termasuk fukoxantin	3; tilakoid	Laminarin; manitol	Selulosa; asid arginik	2 Tidak sama panjang; lateral
<i>Rhodophyta</i>	Klorofil a, d, c; fikosianin dan fikoeritrin; α dan β karoten	Tilakoid terasing	Kanji <i>Floridean</i>	Selulosa, xilan dan pektin	Tiada

(Sumber: Ismail, 1995)

Chlorphyta dikenali dengan warna hijau rumput kerana kehadiran klorofil a dan b yang lebih banyak daripada pigmen lain. Antara alga hijau yang paling banyak ditemui di persekitaran pantai ialah *Enterromorpha*. Alga hijau sangat tahan terhadap cahaya yang terik, maka ia senang didapati di air cetek berhampiran daratan. Penghasilan pigmen perang yang dominan, iaitu fukoxantin terdapat pada *Phaeophyta*. Spesies *Padina* dan *Dictyota* merupakan alga perang yang biasa ditemui di perairan Malaysia. Bagi *Rhodophyta*, warna merah terhasil daripada kedominan pigmen merah iaitu, fikoeritrin daripada pigmen lain (Ismail, 1995). Alga ini sangat peka terhadap cahaya, maka kebanyakannya hanya ditemui di kawasan air yang dalam.

2.3 Pengeluaran rumpai laut

Sejumlah 221 spesies rumpai laut digunakan secara komersial, kira-kira 145 spesies terlibat dalam industri makanan manakala 110 spesies lagi digunakan dalam penghasilan fikokoloid seperti agar. Kini, terdapat 42 buah negara dari merata dunia dilapor terlibat dalam aktiviti komersial rumpai laut. China menduduki tempat pertama dalam senarai jumlah pengeluaran rumpai laut di dunia, dikuti oleh Korea Selatan, Korea Utara, Jepun, Filipina, Chile, Norway, Indonesia, USA dan India. Jadual 2.2 di bawah menunjukkan jumlah pengeluaran rumpai laut di dunia pada tahun 2002.

Jadual 2.2: Jumlah Pengeluaran Rumpai Laut Tahun 2002

Kedudukan	Negara	Jumlah tan metrik / tahun	Jumlah peratus (%)
1	China	698,529	32
2	Perancis	616,762	28
3	Negara Britain	205,500	9
4	Jepun	123,074	6
5	Chile	109,308	5
6	Filipina	95,912	4
7	Korea Selatan	71,435	3
8	Korea Utara	67,050	3
9	Indonesia	46,894	2
10	Norway	40,632	2

(Sumber: Anon, 2003a)

Di Malaysia, negeri Sabah memainkan peranan yang penting bukan sahaja dalam pengeluaran rumpai laut, bahkan dalam bidang penternakan rumpai laut. Pulau Banggi, Sabah merupakan kawasan penanaman rumpai laut yang terkenal di Malaysia. Pulau Banggi terletak di sebelah Pulau Borneo antara Laut India dan Laut Pasifik. Jadual 2.3 menunjukkan pengeluaran spesies rumpai laut yang komersial di Malaysia. Pada tahun 1999, satu strategi pelaksaan projek rumpai laut yang pertama telah dijalankan oleh Universiti Malaysia Sabah yang bertujuan untuk mengenalpasti kaedah-kaedah pengkulturan rumpai laut yang sesuai digunakan di kawasan Pulau Omadal, Semporna dan di kawasan Teluk Lung, Pulau Balambang, Kudat (MARDI, 1999).

Jadual 2.3: Pengeluaran Spesies Rumpai Laut yang Komersial di Malaysia

Genus	Spesies	Jenis
<i>Caulerpa</i>	<i>spp.</i>	Hijau
<i>Eucheuma</i>	<i>Denticulatum</i>	Merah
<i>Gelidilla</i>	<i>Acerosa</i>	Merah
<i>Gracilaria</i>	<i>spp.</i>	Merah
<i>Kappaphycus</i>	<i>Alvarezii</i>	Merah
<i>Sargassum</i>	<i>spp.</i>	Merah
<i>Ulva</i>	<i>spp.</i>	Hijau

(Sumber: Anon, 2003b)

Sejak kebelakangan ini, Pulau Redang turut menjadi tumpuan sebagai kawasan pengeluaran rumpai laut di Malaysia. Sebanyak 51 spesies rumpai laut telah dikumpul dan dicam, 33 spesies rumpai laut merupakan rekod baru untuk Malaysia (Anon, 2003a).

2.4 Fikokoloid dalam rumpai laut

Fikokoloid merupakan bahan pengekstrakan yang penting daripada rumpai laut. Terdapat beberapa ekstraksi rumpai laut yang penting untuk kegunaan industri makanan dan industri bukan makanan. Kebanyakan ekstraksi ini diperoleh daripada rumpai laut merah (*Rhodophyta*) dan rumpai laut perang (*Phaeophyta*). Daripada lebih kurang 400 spesies rumpai laut yang dijumpai, hanya 60 spesies mempunyai kegunaan komersil

kerana qualiti rumpai laut ditentukan oleh kandungan ekstraksi di dalamnya (Bergschmidt, 1997).

Antara fikokoloid yang penting dalam industri merupakan karageenan, alginat dan agar (Bemiller dan Whistler , 1996). Ketiga-tiga fikokoloid ini merupakan sejenis polisakarida rumpai laut, ia turut dikelaskan sebagai gam kerana ia adalah polimer hidrofilik di mana ia kaya dengan galaktosa serta boleh membentuk larutan yang kental (Vaclavik, 1999).

2.5 Komposisi kimia dalam rumpai laut

Sebelum spesies lain ditemui untuk pengekstrakan fikokoloid, *Gracilaria* daripada famili *Rhodophyceae* telah digunakan sebagai bahan mentah utama dalam pengekstrakan karageenan dan agar. Maka ia digunakan secara meluas dalam industri makanan dan penghasilan media kultur (Jahara & Phang, 1990). Menurut Jensen (1993), beberapa jenis rumpai laut mengandungi jumlah protein, vitamin dan mineral yang diperlukan dalam diet manusia. Jadual 2.9 menunjukkan analisis proksimat bagi *E. cottonii*.

Jadual 2.4: Analisis Proksimat Bagi *Eucheuma cottonii*

Kandungan	% daripada berat kering	% daripada berat basah
Air	-	85.3 ± 0.24
Abu	36.10 ± 0.59	5.30 ± 0
Lemak kasar	0.26 ± 0.01	0.03 ± 0
Serabut kasar	5.49 ± 0.01	0.80 ± 0.01
Protein	11.20 ± 0.04	1.64 ± 0.03
Karbohidrat	46.9 ± 0.55	6.89 ± 0.19

(Sumber: Audrey, 2000)

Menurut kajian komposisi nutrien rumpai laut *Gracilaria changgi* (Norziah & Chio, 2000), beberapa analisis telah dilakukan untuk menentukan komposisi proksimat kimia, elemen mineral, vitamin, beta-karotenoid, asid lemak bebas dan kandungan asid amino.

Berbanding dengan sayuran yang lain *G. changgi* mempunyai kandungan fiber yang paling tinggi dengan sayur-sayuran yang lain di mana hampir 5 kali ganda lebih tinggi, tetapi ia juga mengandungi protein 6.9% lebih tinggi daripada sayuran lain kecuali kacang soya yang mempunyai kandungan protein tertinggi iaitu 33.8%.

Menurut Briggs dan Smith (1993), kebanyakan spesies *Gracilaria* mempunyai kandungan protein dalam julat 7% hingga 13% sahaja. Manakala untuk spesies yang lain mempunyai julat protein yang lebih tinggi atau rendah, seperti *Porphyra tenera* mengandungi protein dalam julat 33% hingga 47%. Jadual 2.10 menunjukkan komposisi proksimat *G. changgi* berbanding dengan beberapa jenis sayuran.

Jadual 2.5: Komposisi Proksimat *G. changgi* Berbanding Dengan Beberapa Jenis Sayuran

Jenis makanan	Protein (%)	Jumlah lipid (%)	Fiber (%)	Abu (%)
<i>G. changgi</i>	6.9	3.3	24.7	22.7
Tau-geh	2.6	0.2	0.7	0.3
Kacang soya	33.8	18.9	5.5	4.8
Kacang pea	3.4	0.4	2.7	1.3
Lobak merah	1.0	0.1	1.1	0.8
Brokoli	4.1	0.1	1.0	0.8
Daun salad	1.2	0..1	0.5	0.7
Tomato	1.4	0.1	0.5	0.6
Labu merah	0.9	0.1	0.3	0.4
Kubis	1.6	0.2	0.9	0.8

(Sumber: Tee et. al. 1988)

Jadual 2.6: Tahap Protein Dalam Beberapa Spesies Rumpai Laut Digunakan Dalam Industri Makanan

Spesies rumpai laut atau genus	<i>Palmaria palmata</i>	<i>Porphyra tenera</i>	<i>Ulva laactuta</i>	<i>Ulva pentusa</i>	<i>Laminaria digitata</i>	<i>Fucus spesies</i>
Protein (% berat kering)	8 – 35	33 – 47	10 – 21	20 – 26	8 – 15	3 – 11

(Sumber: Fleurence, 1999)



Kebanyakan rumpai laut mengandungi kandungan lipid sebanyak 1% hingga 3% (berat kering) termasuk *G. changgi* (Tee et al. 1988). Disebabkan rumpai laut tersebut dikenakan perlakuan pengeringan yang sama, maka kandungan kelembapan adalah hampir sama. Untuk kandungan beta-karotenoid yang diperoleh melalui kaedah HPLC, didapati spesies *G. changgi* mempunyai $5.2 \pm 0.4\text{mg}/100\text{g}$ sampel (berat kering), jika dibandingkan dengan sayuran yang lain. Ia mempunyai kandungan yang lebih rendah dari apda lobak merah (0.58 mg), cili merah (0.47 mg), tomato (1.37 mg) serta daun salad (0.10 mg) (Tee & Lim, 1991). Jadual 2.11 menunjukkan kandungan protein dalam beberapa spesies rumpai laut digunakan dalam industri makanan.

Didapati *G. changgi* mempunyai kandungan kalsium dan ferum yang lebih tinggi dari apda sayur-sayuran tersebut manakala kandungan vitamin C, ia adalah setanding dengan daun salad dan tomato dengan nilai $28.5\text{mg}/100\text{g}$. Jadual 2.12 menunjukkan kandungan vitamin C, kalsium dan ferum dalam *G. changgi* dan beberapa jenis sayuran.

**Jadual 2.7: Kandungan Vitamin C dan Elemen Mineral (mg/ 100g berat basah)
Dalam *G. changgi* dan Beberapa Jenis Sayuran**

Jenis makanan	Kalsium (mg/100g)	Fe (mg/100g)	Vitamin C (mg/100g)
<i>G. changgi</i>	651	95.6	28.5
Kacang soya	200	6.0	7.5
Lobak merah	140	0.8	9.5
Daun salad	40.0	0.7	85.0

(Sumber: Tee et. al. 1998)

2.6 Kebaikan rumpai laut

Rumpai laut mempunyai banyak nutrien yang diperlukan, terutamanya unsur surih dan bahan bioaktif yang lain. Pada masa kini, rumpai laut digelar sebagai makanan tambahan untuk abad ke-21 yang mengandungi protein, lipid, polisakarida, mineral, unsur surih, vitamin dan enzim (Leyman, 2002).

Secara umumnya, rumpai laut mempunyai kandungan protein di antara 6 % hingga 36% dalam berat kering (Anon, 2000). Asid amino yang didapati itu menyerupai kandungan asid amino yang terdapat dalam sayuran, tetapi berbanding dengan telur, kandungan asid amino yang dijumpai dalam rumpai laut adalah lebih lengkap (Hodgkiss & Lee, 1983) .

Kandungan lipid yang ditemui dalam rumpai laut adalah sangat kurang, di mana ia wujud dalam bentuk tak tepu yang berupaya untuk melindungi daripada menghidapi penyakit kardiovaskular. Polisakarida dalam rumpai laut adalah tidak terserap ke dalam badan selepas penghadaman, ciri-ciri yang khas ini memberi peluang kepada pesakit diabetes yang ingin mengambil rumpai laut sebagai makanan (Leyman, 2002).

Rumpai laut mempunyai kandungan mineral dan unsur surih yang sangat tinggi. Ia merupakan sumber kalsium, fosforus, besi, sodium, potassium, magnesium, sulfur, kuprum, zink, kobalt dan iodin yang baik. Kandungan kalsium dalam rumpai laut bukan sahaja 10 kali lebih tinggi daripada susu lembu, malah ia adalah mudah diserap oleh badan. Wanita hamil dan kanak-kanak yang kekurangan nutrien harus mengambil rumpai laut sebagai diet harian mereka agar memastikan badan mereka mendapat unsur yang secukupnya (Leyman, 2002).

Terdapat lebih daripada 1 juta manusia di dunia ini menghidapi penyakit goiter dan penyakit yang berkaitan. Kebanyakan alga dan rumpai laut mengandungi iodin yang lebih daripada air laut serta merupakan alternatif yang lebih baik daripada garam iodin (Anon, 2000). Di samping itu, rumpai laut menguatkan sistem keimunan dan menstabilkan ekuilibrium psiko-emosi yang disebabkan oleh tekanan fizikal (Khan & Satam, 2003).

Rumpai laut merupakan sumber yang baik bagi vitamin, termasuk beta karotenoid (prekursor untuk vitamin A), B12, vitamin C, D, E dan K. Tahap aktiviti enzim

Rujukan

- Adinan Husin, Ramli Man, Abu Othman Abd. Rahman, Yeoh Quee Lan & Zaidah Idris . 1995. Perusahaan memproses keropok lekor. *Panduan Perusahaan Memproses Makanan yang Berpotensi di Sabah*. Kota Kinabalu: Pusat Penyelidikan Teknologi Makanan, MARDI.
- Agri-food business development centre (BDC). 2002. Kajian Pasaran Keropok Ikan. <http://www.agribdc.com/index>
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan. 2001. Kuala Lumpur: International Law Book Services.
- Anon. 2000. Fisheries Information Newsletter 95. Seaweed nutritional value. http://www.spc.int/coastfish/News/Fish_News/95/NIAR_9.htm
- Anon. 2003a. Volume of seaweed production ranked by country. http://www.surialink.com/GIS/stats_prod.asp
- Anon. 2003b. G.I.S. Malaysia (XMY) daripada http://www.surialink.com/GIS/countries/XMY_Malaysia/XMY.ASP
- Anon. 2003c. Kajian baru dalam rumpai laut. Berita Harian, 23 Oktober.
- AOAC. 1992. *Official Methods of Analysis 15th Edition*. New York. Vol.1 & 2.
- Armisen, R. 1999. Agar. Alan Imeson (ed). *Thickening and Gelling Agents for Food* 2nd ed. New York: Aspen Publisher, Inc. 1-21.
- Armisen R. & Galatas, F. 1987. Production, Properties and Uses of Agar. McHugh D.J. (ed). *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Caracalla: FAO Fisheries Technical Paper.
- Audrey Melissa Masudal. 2000. *Analisis Proksimat Rumpai Laut Daripada Spesies Caulerpa leuтиlifera dan Eucheuma cottonii*. Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah.
- Bechtel, W.G. 1950. Measurements of properties of corn starch gels. *J. Colloid Sci.* 5: 260-270.
- Bemiller, J.N. dan Whistler, R.L. 1996. Carbohydrate. Fennema, O.R. (ed.) *Food Chemistry* 3rd ed. New York: Marker Dekker.
- Bennion, M. 1990. *Introductory Foods* 9th ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- Bergschmidt, H.S. 1997. *Seaweed Production in Kiribati: A New Cash Crop*. Bulletin Pacific. Vol 10. Belgium: European Comission, Directorate General For Department.
- Bold, H.C. & Wynne, M.J. 1978. *Introduction to the Algae* 2nd Edition. New Jersey: Prentice Hall. Inc.



- Briggs, M.R.P. & Smith, S.J.F. 1993. Macroalgal in aquaculture: An overview and their possible roles in shrimp culture. *Proceedings Conference on Marine Biotechnology in Asia Pacific.* Pp 137-143.
- Collado, L.S. & Corke, H. 2003. Starch Properties and Functionalities. Gonul Kaletunc Kenneth J. Breslauer (ed.). *Characterization of Cereals and Flours – Properties, Analysis and Applications.*
- Coultate, T.P. 1996. food: *The Chemistry of Its Components 3rd Edition.* Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- DeMan, John M. 1999. *Principles of Food Chemistry 3rd Edition.* New York: Aspen Publishers, Inc.
- Deshpande, K., Deshpande, N.Y. & Salunkhe, M. 1994. Food Acidulants. Maga, J.A. & Tn., A.T. (ed). *Food Additive Toxicology.* New York: Marcel Dekker, Inc.
- DeVelde, F & De Ruiter, G. 2002. Carrageenan. S. De Baets et al. (ed). *Biopolymers: Polysaccharides II – Polysaccharides from Eukaryotes.* Weinheim: Wiley_VCH Ver lag GmbH.
- Duxbury, D. 1988. R&D Directions in cooking technology. *Food Industries of South Africa.* 38(2): 27-33.
- Eliasson, A.C. & Gudmundsson, M. 1996. Starch: physicochemical and functional Aspects. Eliasson, A.C. (ed.). *Carbohydrate in Food.* New York: Marcel Dekker.
- Elizabeth Lamond. 1982. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food.* Ottawa: Agriculture Canada.
- Fellows, P.J. 1997. *Food Processing Technology: Principles and Practice.* London: Woodhead Publishing Ltd.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed Proteins:Biochemical Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trend inFood Science and Technology.* Elsevier.10: 25-28.
- Glicksman, M. 1983. *Food Hydrocolloids.* Boca Raton: CRC Press.
- Greig, J.B. 1998. Safety Evaluation of Certain Food Additives. 51st Meeting of the Joint FAO/WHO. Expert Committees of Food Additives (JECFA)
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/v042je08.html>
- Hari, P.K. & Bhalla, S. 1986. Some Studies on Modified Starch for Low Humidity Application. *Starch.* 9: 301-305.
- Hari, P.K., Garg, S. & Garg, S.K. 1989. Gelatinization of Starch and Modified Starch. *Starch.* 3: 88-91.
- Harris, P. 1990. *Physical Chemistry and Industrial Application of Gels, Polysaccharides And Proteins.*London:Elsevier Applied Science.

- Harsveldt, A. 1962. Starch requirements for paper coating. *TAPPI*. **45**: 85-89.
- Hegenbart. 1996. Bind for Glory. *Food Product Design*.
<http://www.foodproductiondesign.com.html>
- Heldman, D.R. & Hartel, R.W., 1997. *Principles of Food Processing*. New York: Chapman & Hall.
- Hodgkiss, I.J. & Lee, K.Y. 1983. *Hong Kong Seaweed*. Hong Kong: The Urban Council.
- Howling, D. 1978. *The General Science and Technology of Glucose Syrups*. Birch, G.G., Parker, K.J. *Sugar: Science and Technology*. London: Applied Science Publisher LTD.
- Hussein, A.R. & Chia, J.S. 1991. Food Preservatives. *Maklumat Teknologi Makanan*. **29**: 1-7.
- Ismail, Ahmad. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka..
- ITC (International Trade Centre). 1981. Pilot survey of the world seaweed industry and trade. Geneva, UNCTAD/ GATT.
- Ito, K. & Hori, K. 1989. Seaweed: Chemical Composition and Potential Uses. *Food Review International*. **5**: 101-144.
- Jahara, J. & Phang, S.M. 1990. Seaweed marketing and agar industries in Malaysia. *BOBP: Gracilaria production and utilization in Bay of Bengal Programme*. Bobp/ Rep. **45**: 75-86.
- Jamal K.H. & Noraini Dato' Mohd. Othman. 1997. *Bahan Kimia Dalam Makanan Kita*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Jay, J.M. 2000. *Modern Food Microbiology* 6th ed. Singapore: APAC Publishers.
- Jensen, A. 1993. Present and future needs for alga and algal products. *Hydrobiologia*. 260-261, 15-21.
- Katz, Frances R. 1991. Natural and Modified Starches. Israel Goldberg & Richard Williams (ed). *Biotechnology and Food Ingredients*. New York: Nau Nostrand Reinhold.
- Kazutosi, N. 1987. Preparation and Marketing o Seaweeds as Foods. McHugh D.J. (ed). *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Caracalla: FAO Fisheries Technical Paper.
- Kazutosi, N., K., Noda, H. Kikuchi, R. and Watanabe, T. 1987. *The Main Seaweed Foods in Japan*. *Hydrobiologia*, 151-152, 5-29.

- Keir, R.A. & Cleveland, F.C., Jr. 1970. Distarch phosphate, US. Pat. 2, 938, 901 Division of U.S. 2, 801, 242 August 25; *Chem Abst.* **51**: 18 666h.
- Khan, S.I. & Satam, S. B. 2003. Seaweed Mariculture: Scope And Potential In India. *Aquaculture Asia*. 8(4): 26 – 28.
- Khatijah, I. 1987. Kanji asli dalam penyediaan makanan. *Teknologi Makanan, MARDI*. 6: 19-22.
- Khatijah, I. 1989. Kanji terubahsuai – apa keistimewaananya? *Teknologi Makanan, MARDI*. 8: 13-16.
- Khatijah Idris & Hamdzah Abd, Rahman. 1987. *Food Thickeners*. Kuala Lumpur: Bahagian Teknologi Makanan, MARDI.
- Khatijah, I. & Patimah, H. 1997. Physico-chemical properties of cross-linked tuber Starches. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* **25**(2): 179 – 185.
- Kokini, J.L., Chang, C.N. & Lai, L.S. 1992. The role of rheological properties on extrudate Expansion. *Food Extrusion Science and Technology*. Kokini, J.L., Ho, C.T. & Karwe, M.V. (ed.) New York: Marcel Dekker.
- Lansky, S., Kooi, M. & Schoch T.S. 1949. Properties of the fractions and linear subfractions from various starches. *J Amer. Chem. Soc.* **71**: 4066-4075.
- Lawal, O.S., Adebawale, K.O. & Oderinde, R.A. 2004. Functional properties of Amylopectin and amylase fractions isolated from bambara groundnut starch. *African Journal of Biotechnology*. 3(8): 399-404.
- Leach, H.W., & Schoch, T.J. 1962. Structure of the dtarch granule.III. Solubilities Of granular starches in dimethyl sulfoxide. *Cereal Chem.* **39**: 318-327.
- Lee, S.Y., Khatijah, I. & Chia, J.S. 1997. *An Overview of Industrially Produced Extruded Snack in Malaysia*. Kuala Lumpur: MARDI.
- Lindsay, R.C, 1993. Bahan Tambah Makanan.. *Kimia Makanan. Jilid 1*. terj. oleh Soleha Ishak, et al. Fennema, O.J. (ed)Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Leyman, J. 2002. Seaweed power. *Samudra March 2002*. 19-20.
- Lintner, C.J. 1886. Studien über diastase. *J. Prakt. Chem.* **34**: 378-394.
- Luallen, T.E. 1985. Starch as a functional ingredient. *Food Technology*. **39**: 59-63.
- Mahindrin, S.N. 2000. *Food Additives: Characteristics, Detection and Estimation*. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- MARDI. 1999. *Laporan Pelaksanaan Projek Rumpai Laut Strategi R&D, Unit Penyelidikan Marin Borneo Universiti Malaysia Sabah*. Kota Kinabalu: MARDI.

- Mat Isa b. Awang. 1985. Production of high fructose glucose syrup and its uses in food Industry. *Majalah Teknologi Makanan*. 4(1): 51-55.
- Mchugh D.J. 1987. Production, Properties and Uses of Alginates. Mchugh D.J. (ed). *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Caracalla: FAO Fisheries Technical Paper.
- McLahan, J., Caraigie, J.S., Chen, L.C.M. & Ogetze, E. 1972. *Porphyra linearis Grev: An Edible species of Nori from Nova Scotia*. *Proceedings of the International of Seaweed Symposium*. 7: 473-476.
- Merican, Z. 1991. Penerimaan aditif makanan oleh peraturan makanan. *Teknologi Makanan*. 10: 43-46.
- Midson, K. 1999. *Effect of Processing on Nutritive Value of Food: Meat and Meat Products*. Florida: CRC Press.
- Modliszewski, J. 1990. *Food Uses of Gelidium Extracted Agars*. Santander: International Workshop On *Gelidium*,
- Moore, C.O., Tuschhoff, J.V., Hastings, C.W., Schanefelt, R.V. 1984. Applications of Starches in Foods. Mentzer, M.J. (ed). *Starch 2nd Edition*. Illinois: Academic Press, Inc.
- Mohd. Khan Ayob, Aminah Abdullah & Zawiah Hashim. 1992. *Pengenalan Sains Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterj. dari " Elementary Food Science 2nd ed.". Nickerson, J.T.R. & Ronsivalli, L.J. 1980.
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Noor Ain, A. 1985. *The study of Some Physio-chemical Properties of Starches in Four Local Roots and Tubers*. Food Science & Nutrition Department, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Norziah, Mohd. Hani & Chio, Y.C. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*. 68: 69-76.
- Noryah Ismail & Noor Aziah Abdul Aziz. 1994. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterj. dari "Food Microbiology, 3rd edition.
- Frazier, W.C. & Westhoff, D.C. 1978.
- Onsøyen E. 1999. Alginates. Alan Imeson (ed). *Thickening and Gelling Agents for Food* 2nd ed. New York: Aspen Publisher, Inc.
- Osnabrugge, W.V. 1989. How to flavor baked goods and snacks effectively. *Journal of Food Technology*. 1: 74-82.
- Potter, N.M. & Hotchkiss, J.H. 1995. *Food Science* 5th ed. New York: Chapman and Hall.

- Radley, J.A. 1974. *Industrial Uses of Starch and Its Derivatives*. London: Applied Science Publishers.
- Radley, J.A. 1976. *Starch Production Technology*. London: Applied Science Publishers.
- Rahman, S.A. 1993. *Memahami Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Richard Frank Tester & John Karkalas, 2002. Starch. S. De Bactset al. (ed). *Biopolymers: Polysaccharides II – Polysaccharides from Eukaryotes*. Weinheim: Wiley_VCH Verlag GmbH.
- Rick Parker, 2003. *Introduction to Food Science*. New York: Thomson Learning, Inc.
- Rutenberg, M.W. & Solarek, D. 1984. Starch Derivatives: Production and Uses. Mentzer, M.J. (ed). *Starch 2nd Edition*. Illinois: Academic Press, Inc.
- Saipin, M. 1999. Thai Cassava Flour and starch industries for food uses: research and Development. *Modification of Cassava Starch*. <http://www.cassavaflourseccction.html>
- Siaw, C.L. & Idrus, A.Z. 1979. Application of intermediate technology in the processing of fish cracker in *Peninsular Malaysia Seminar Paper*. Symposium in protein rich food in ASEAN countries, Kuala Lumpur.
- Silva, M.W.R. & Rahman R.A. 2000. *The Cultivation of the Seaweed Eucheuma: A Manual of Farming of the Seaweed Eucheuma*. Borneo Marine Research Institute. Universiti Malaysia Sabah.
- Schoch, T.J. & Maywald, E.C. 1956. Microscopic examination of modified starches. *Anal. Chem.* 28: 382-387.
- Schulman, A.H. 1999. Chemistry, Biosynthesis, and Engineering of Starches and Other Carbohydrates. Octavio Paredes-López (ed.). *Molecular Biotechnology For Plant Food Production*. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc.
- Soleha Ishak, 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Soleha Ishak, Osman Hassan, Md. Ali A. Rahim, Poedijono Nitisewojo, Ab. Salam Babji, Mohd. Khan Ayob. 1993. *Kimia Makanan Jilid 1*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterj. dari "FoodChemistry". Fennema, O.R. 1993.
- Southgate, D.A.T. 1991. *Determination of Food Carbohydrate 2nd Edition*. New York: Elsevier Science Publishing Co, INC.
- Stanley N. 1987. Production, Properties and Uses of Carrageenan. Dennis J. McHugh (ed). *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Caracalla: FAO Fisheries Technical Paper.

- Suriah Abdul Rahman. 1993. *Memahami Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Tan, B.E. 2003. *Aktiviti Antimikrobal Ekstraksi Rumpai Laut (Eucheuma cottoni)*. Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah.
- Tee, E.S., Mohd Ismail, N., Mohd. Hasir, A. & Khatijah, I. 1998. *Nutrient Composition of Malaysian Foods*. Kuala Lumpur: ASEAN sub-committee on protein, food habits research development.
- Tee, E.S. & Lim, C.C. 1991. Carotenoid composition and content of Malaysia Vegetables and fruits by AOAC and HPLC methods. *Food Chemistry*. **41**: 303-339.
- Terweiler, P. 1991. Snack foods worldwide. *Journal of Food Technology*. **2**: 58-64.
- Thomas, D.J., Atwell, W.A. 1999. *Starches*. St Paul: AACC.
- Vaclavik, V.A. 1999. *Essential of Food Science*. New York: Aspen Publisher, Inc.
- Thomas, W.R. 1999. Carageenan. Alan Imeson (ed). *Thickening and Gelling Agents for Food 2nd ed.* New York: Aspen Publisher, Inc. 45-59.
- Wooton, M. & Bamunuarachchi, . 1980. Effect of sucrose and sodium chloride. *Application of Differential Scanning Calorimetry to Starch Gelatinization*. **32**:126.
- Wurzburg, O.B. Modified food starches. 1994. Maga, J.A. & Tn., A.T. (ed). *Food Additive Toxicology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Wurzburg, O.B. 1995. Modified starches. Stephen, A.M. (ed). *Food Polysaccharides and Their Applications*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Wurzburg, O.B. & Szymanski, C.D. 1970. Modified Straches for the food industries. *J. Agric. Food Chem.* **18(6)**: 997-1001.
- Yuguchi, Y., Thanh, T.T., Urukawqa, H., Kajiwara, K. 2000. Structural Characteristics Of Carageenan Gels: Temperature and Concentration Dependence. *Food Hidrocolloid*. **2**: 45-51.