

**PENGHASILAN AGAR DARIPADA RUMPAI LAUT TEMPATAN (*GRACILARIA  
CHANGII*) – KAJIAN CIRI-CIRI EKSTRAK, FIZIKAL DAN KIMIA**

**OON TEE WEY**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA  
SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG  
SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN**

**PROGRAM SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2006



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENGHASILAN AGAR DARIPADA RUMPAI LALIT TEMPATAN (GRACILARIA CHANGII) -  
KAJIAN Ciri-ciri Ekstrak, Fizikal dan Kimia

AZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN (MAKANAN DAN PEMAKANAN)

SESI PENGAJIAN: 2005 / 2006

aya OON TEE WEY

(HURUF BESAR)

Perengku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah) ini di simpan 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

*[Signature]*

(TANDATANGAN PENULIS)

*[Signature]*

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 1-2-11, JALAN BUKOM,

10150 GEORGETOWN,

PULAU PINANG.

PROF. MARYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH

Nama Penyelia

Tarikh: 8/5/06

Tarikh: 8/5/06

PETATAN: \* 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).



## PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

13 April 2006



---

OON TEE WEY

HN2003 – 2455




## DIPERAKUI OLEH

## Tandatangan

1. PENYELIA

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



---

2. PEMERIKSA 1

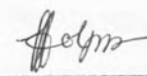
(DR. CHYE FOOK YEE)



---

3. PEMERIKSA 2

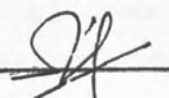
(CIK WOLYNA BINTI PINDI)



---

4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



---



## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu penghargaan yang tidak ternilai harganya saya rakamkan kepada Prof. Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah selaku penyelia saya dan Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP), sepanjang projek penyelidikan ini beliau telah banyak membimbing, meluangkan masa dan bersusah payah memberi tunjuk ajar serta nasihat yang tidak ternilai kepada saya. Terima kasih juga kepada beliau yang sudi memberi idea, pandangan dan peringatan beliau mengenai kaedah penyelidikan serta cara penulisan dalam laporan projek penyelidikan. Jasa beliau akan saya sentiasa kenangi.

Ribuan terima kasih saya ucapkan kepada semua pensyarah SSMP yang telah memberi didikan dan ajaran yang amat berguna sepanjang pengajian saya di UMS. Tidak lupa juga kepada pembantu makmal, Encik Taipin, Encik Othman, Encik Awang dan juga pembantu makmal lain yang banyak membantu saya dalam penyediaan bahan serta peralatan di makmal.

Penghargaan juga ditunjukkan kepada ketua unit rumpai laut, Dr. Ahemad Sade dari Jabatan Perikanan Likas kerana beliau sudi meluangkan masa untuk membantu saya dalam mendapatkan sampel rumpai laut kajian saya dari Sandakan.

Sekalung penghargaan kepada rakan seperjuangan yang banyak memberi sumbangan terutamanya tunjuk ajar, memberi pendapat yang membina, membantu mencari maklumat untuk projek penyelidikan ini dan juga memberi dorongan kepada saya sepanjang projek penyelidikan dijalankan.

Akhir kata, segala rakaman tulus ikhlas kepada keluarga saya yang banyak kata perangsang, sokongan, bantuan, kasih sayang dan dorongan kepada saya dalam menyempurnakan projek penyelidikan ini. Jasa baik mereka akan saya abadikan.



## ABSTRAK

Projek penyelidikan ini dijalankan untuk menghasilkan agar daripada rumpai laut tempatan (*Gracilaria changii*) melalui kaedah pengekstrakan dengan tanpa olahan alkali dan juga dengan olahan alkali. Kaedah pengekstrakan agar ini dibezakan dari segi kaedah pemanasan serta suhu penyejukbekuan. Dua parameter yang dikaji dalam kaedah pemanasan dan suhu penyejukbekuan, iaitu pemanasan dalam *autoclave* pada suhu 121°C serta pemanasan di atas *hot plate* pada suhu 95°C dan penyejukbekuan pada suhu -8°C serta -18°C masing-masing. Ketika pra-perlakuan, natrium hidroksida telah digunakan dan keadaan telah divariasikan dari aspek kepekatan natrium hidroksida iaitu 0 M, 0.75 M, 1.25 M dan 1.75 M dikajikan ke atas kesannya terhadap ciri-ciri fizikal dan kimia hasil ekstrak agar. Dalam penyelidikan ini, keadaan pengekstrakan agar optimum daripada *Gracilaria changii* telah ditentukan iaitu olahan pada kepekatan 1.25 M natrium hidroksida, pemanasan di atas *hot plate* pada suhu 95°C dan penyejukbekuan pada suhu -8°C. Melalui kaedah pengekstrakan ini, peratus hasil ekstrak agar tertinggi didapati iaitu  $47.3 \pm 2.17\%$ . Kewujudan interaksi secara signifikan antara ketiga-tiga faktor ini dalam mempengaruhi peratus hasil ekstrak agar. Tambahan lagi, kajian penyelidikan ini juga menunjukkan kepekatan olahan alkali melebihi 1.25 M akan menyebabkan kemerosotan dalam perolehan agar manakala kaedah pemanasan di atas *hot plate* pada suhu 95°C dan penyejukbekuan pada suhu -8°C akan meningkatkan perolehan agar secara ketara. Setelah itu, ciri-ciri fizikal (kekuatan gel, suhu pengegelan, masa 'set', sinerisis) dan kimia (kandungan metoksil, peratus bahan tak terlarut, kandungan air, kandungan protein, kandungan abu) ke atas hasil ekstrak agar telah dikaji. Kekuatan gel paling tinggi iaitu  $273.7 \pm 2.08$  g/cm<sup>2</sup> diperolehi dengan olahan alkali pada kepekatan 1.75 M. Suhu pengegelan bagi agar yang diperolehi berada dalam julat 30.0°C – 38.7°C dan masa 'set' adalah lambat manakala kandungan metoksil adalah tinggi secara relatif. Menurut JAS, agar yang diekstrak melalui olahan alkali pada kepekatan 1.75 M dapat digredkan sebagai Agar Gred 2 manakala agar yang diekstrak melalui olahan alkali pada kepekatan 1.25 M pula dapat digredkan sebagai Agar Gred 3. Secara keseluruhan, kepekatan olahan alkali, kaedah pemanasan dan suhu penyejukbekuan didapati amat mempengaruhi dari segi kuantiti serta kualiti hasil ekstrak agar.



**STUDIES ON THE EXTRACTION, PHYSICAL AND CHEMICAL  
CHARACTERISTICS OF AGAR FROM LOCAL SEAWEED  
(GRACILARIA CHANGII)**

**ABSTRACT**

*This study was carried out to yield agar from local seaweed (Gracilaria changii) by using extraction with and also without alkali treatment. The methods for extraction of agar from seaweed differed either in heating method and freezing temperature. This two parameters studied in heating method were heating with 121°C in autoclave and 95°C with hot plate and the two freezing temperature were either at -8°C or -18°C. During pre-treatment, sodium hydroxide had been used and the conditions were varied in terms of sodium hydroxide concentrations, which were 0 M, 0.75 M, 1.25 M and 1.75 M. The effect of these different concentrations to physical and chemical characteristics agar were also carried out. In this research, the optimum extraction conditions of agar from Gracilaria changii were determined. Optimum extraction condition by using 1.25 M sodium hydroxide as treatment, heat using hot plate at 95°C and freezing at -8°C gave the highest agar yield ( $47.3 \pm 2.17\%$ ). There were significant interactions between the three factors in influencing the percentages of agar yield. The result also showed that the concentration treatment of larger than 1.25 M may cause decrease in agar yield whereas heating using hot plate at 95°C and freezing at -8°C showed a significant increase in agar yield. The physical (gel strength, gelling temperature, setting time, syneresis) and chemical (methoxyl content, percentage insoluble, water content, protein content, ash content) characteristics were then studied. The highest gel strength ( $273.7 \pm 2.08 \text{ g/cm}^2$ ) was obtained from extraction which utilized sodium hydroxide concentration of 1.75 M. The yielded agar showed gelling temperature between 30.0°C – 38.7°C and had a relatively slow setting time with relatively high methoxyl content. According to JAS, the yielded agar from extraction which utilized sodium hydroxide concentration of 1.75 M for treatment can be graded as 2<sup>nd</sup> Grade Agar. Meanwhile yielded agar from extraction which utilized sodium hydroxide concentration of 1.25 M for treatment can be graded as 3<sup>rd</sup> Grade Agar. On the whole, concentration of treatment, heating method and freezing temperature were responsible for influencing the quantity and quality of the yielded agar.*



## KANDUNGAN

	Halaman
PENAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FORMULA	xiii
SENARAI GAMBARFOTO	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
SENARAI UNIT	xvi
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xviii
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	
1.1    Pengenalan	1
1.2    Objektif	5
<b>BAB 2        ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1    Skop Industri Rumpai Laut	6
2.2    Morforlogi, Biologi Dan Ekologi Rumpai Laut	8
2.3    Pengelasan Rumpai Laut	9
2.3.1    Alga merah	9





2.3.2	Alga perang	10
2.3.3	Alga hijau	11
2.4	<i>Gracilaria changii</i>	12
2.5	Kepentingan Rumpai Laut	14
2.6	Kegunaan Rumpai Laut	16
2.6.1	Sumber makanan	16
2.6.2	Makanan haiwan dan baja	17
2.6.3	Bidang perubatan	18
2.6.4	Sumber fikokoloid	18
2.7	Agar	19
2.7.1	Struktur kimia agar	20
2.7.1.1	Agarose	22
2.7.1.2	Agaropektin	23
2.7.2	Ciri-ciri agar	24
2.7.2.1	Kekuatan gel	24
2.7.2.2	Mekanisme pembentukan gel dan suhu pengegelan	26
2.7.2.3	Sinerisis	28
2.7.3	Kegunaan dan aplikasi agar	28
2.7.3.1	Agar dalam industri makanan	29
2.7.3.2	Agar dalam pengetinan makanan	31
2.7.3.3	Agar sebagai media mengkultur bakteria dan fungi	31
2.7.3.4	Agar dalam industri lain	33
2.7.4	Kualiti agar	33
2.8	Agen Pengegelan Lain	34
2.8.1	Karaginan	36
2.8.2	Gelatin	37
2.8.3	Kanji	38
2.8.4	Gam arabik	38



### **BAB 3            BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN**

3.1	Bahan-bahan Keperluan Penghasilan Agar	39
3.1.1	Bahan mentah	39
3.1.2	Senarai bahan kimia	40
3.1.3	Senarai peralatan dan radas	41
3.2	Proses Penyediaan Rumpai Laut	42
3.3	Kaedah Pengekstrakan Agar	42
3.3.1	Proses pralakuan tanpa olahan alkali	43
3.3.2	Proses pengekstrakan agar tanpa olahan alkali	43
3.3.3	Proses pralakuan dengan olahan alkali	46
3.3.4	Proses pengekstrakan agar dengan olahan alkali	47
3.4	Penentuan Kekuatan Gel	47
3.5	Ujian Masa 'Set' Dan Suhu Pengegelan	49
3.6	Penentuan Kandungan Metoksil	49
3.7	Ujian Sinerisis	50
3.8	Analisis Kimia	50
3.8.1	Penentuan bahan tak terlarut	51
3.8.2	Penentuan kandungan air	51
3.8.3	Penentuan kandungan protein	52
3.8.4	Penentuan kandungan abu	53
3.9	Analisis Statistik	54

### **BAB 4            HASIL DAN PERBINCANGAN**

4.1	Peratus Perolehan Hasil Ekstrak Agar	55
4.1.1	Kesan interaksi antara suhu dengan kaedah terhadap perolehan hasil ekstrak agar	61
4.1.2	Kesan interaksi antara kepekatan dengan kaedah terhadap perolehan hasil ekstrak agar	62



4.1.3	Kesan interaksi antara kepekatan dengan suhu terhadap perolehan hasil ekstrak agar	64
4.2	Keadaan Optimum Untuk Pengekstrakan	66
4.3	Analisis Ciri-ciri Fizikal Agar	67
4.3.1	Kekuatan gel	67
4.3.2	Suhu pengegelan dan masa 'set'	69
4.3.3	Sinerisis	71
4.4	Analisis Ciri-ciri Kimia Agar	73
4.4.1	Peratusan kandungan metoksil	74
4.4.2	Peratusan bahan tak terlarut	76
4.4.3	Peratusan kandungan air	77
4.4.4	Peratusan kandungan protein	79
4.4.5	Peratusan kandungan abu	81
4.5	Perbandingan Kualiti Agar	83
 <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Cadangan	85
 <b>RUJUKAN</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		
		87
		92



## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Penghasilan rumpai laut di Sabah (1989 – 2003)	7
2.2	Komposisi proksimat dan kandungan vitamin C bagi <i>G. Changii</i> serta beberapa sayur-sayuran	13
2.3	Perbandingan asid amino perlu dalam <i>G. Changii</i> dengan telur ayam	13
2.4	Kepekatan bagi unsur kalsium dan zat besi (mg/100g berat basah) dalam <i>G. Changii</i> dan beberapa sayur-sayuran	14
2.5	Aplikasi dan had maksimum bagi kegunaan agar dalam makanan	30
2.6	Spesifikasi agar untuk kegunaan bidang mikrobiologi	32
2.7	Kualiti agar yang ditetapkan oleh JAS	34
2.8	Sumber bagi hidrokoloid komersial	35
2.9	Polimer pembentukan gel yang biasa digunakan dalam makanan	36
3.1	Senarai bahan kimia yang digunakan	40
4.1	Suhu pengegelan dan masa 'set berdasarkan jenis agar	70
4.2	Peraturan sinerisis berdasarkan jenis agar selama 30 hari	71



## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
2.1	Struktur kimia agar	21
2.2	Struktur kimia agarose	23
2.3	Mekanisme tindak balas berlaku apabila agar diolah alkali	26
2.4	Mekanisme pengegelan pada agar	27
3.1	Carta aliran bagi kaedah ekstraksi agar tanpa olahan alkali	45
3.2	Carta aliran bagi kaedah ekstraksi agar melibatkan olahan alkali	48
4.1	Graf bagi peratus perolehan hasil ekstrak agar melawan keadaan pengekstrakan	56
4.2	Graf bagi kesan interaksi antara suhu dengan kaedah	61
4.3	Graf bagi kesan interaksi antara kepekatan dengan kaedah	62
4.4	Graf bagi kesan interaksi antara kepekatan dengan suhu	64
4.5	Graf bagi min kekuatan gel melawan jenis agar	68
4.6	Graf bagi peratusan sinerisis melawan masa penyimpanan	73
4.7	Graf bagi min peratusan kandungan metoksil melawan jenis agar	74
4.8	Graf bagi min peratusan bahan tak terlarut melawan agar	76
4.9	Graf bagi min peratusan kandungan air melawan jenis agar	78
4.10	Graf bagi min peratusan kandungan protein melawan jenis agar	80
4.11	Graf bagi min peratusan kandungan abu melawan jenis agar	82



## SENARAI FORMULA

No. Formula	Halaman
3.1 Peratus perolehan hasil ekstrak agar	44
3.2 Peratusan kandungan metoksil	49
3.3 Peratusan sinerisis	50
3.4 Peratusan bahan tak terlarut	51
3.5 Peratusan kandungan air	52
3.6 Peratusan kandungan protein	53
3.7 Peratusan kandungan abu	54



## SENARAI GAMBARFOTO

No. Gambarfoto	Halaman
3.1 Sampel rumpai laut – <i>Gracilaria changii</i> .	40
LT.1 Serbuk agar yang diekstrak dari <i>Gracilaria changii</i>	127
LT.2 Agar gel yang diolah pada kepekatan berbeza	127
LT.3 Contoh agar gel yang digunakan untuk analisis	128
LT.4 Analisis kekuatan gel dengan Teksturometer <i>Hounsfield</i> (Model H10K-S)	128



## SENARAI SIMBOL

$&$	dan
$\%$	peratus
$\$$	ringgit
$\pm$	lebih atau kurang
$>$	lebih besar daripada
$\geq$	lebih atau sama daripada
$\leq$	kurang atau sama daripada
$<$	lebih kurang daripada
$\alpha$	alfa
$\beta$	beta





## SENARAI UNIT

°C	darjah Celcius
M	molar
N	Newton
m	meter
cm	sentimeter
mg	miligram
mm	milimeter
ml	mililiter
kg	kilogram
g	gram
w/v	berat per isipadu
g/cm <sup>2</sup>	gram per sentimeter kuasa dua
ppm	bahagian per juta



## SENARAI SINGKATAN

SSMP	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
JAS	<i>Japan Agricultural Standards</i>
AOAC	<i>The Association of Official Analytical Chemists</i>
GRAS	<i>Generally Recommended As Safe</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
ANOVA	<i>Analysis of variance</i>
USFDA	<i>United States Food and Drug Administration</i>
US	Amerika Syarikat
NaOH	Natrium hidroksida
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Asid sulfurik
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Asid borik
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kalium sulfat
CuSO <sub>4</sub>	Kuprum sulfat
NaCl	Natrium klorida
HCl	Asid hidroklorik
Ca	Kalsium
Fe	Zat besi



## SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Halaman	
A	Data mentah peratus perolehan hasil ekstrak agar	92
B	Output peratus perolehan hasil ekstrak agar	95
C	Data mentah ciri-ciri fizikal – Kekuatan gel	99
D	Output bagi kekuatan gel	100
E	Data mentah ciri-ciri fizikal – Suhu pengegelan dan masa 'set'	102
F	Output bagi suhu pengegelan	103
G	Output bagi masa 'set'	105
H	Data mentah ciri-ciri fizikal – Sinerisis	107
I	Output bagi sinerisis	108
J	Data mentah ciri-ciri kimia – Kandungan metoksil	112
K	Output bagi kandungan metoksil	113
L	Data mentah ciri-ciri kimia – Peratusan bahan tak terlarut	115
M	Output bagi bahan tak terlarut	116
N	Data mentah ciri-ciri kimia – Kandungan air	118
O	Output bagi kandungan air	119
P	Data mentah ciri-ciri kimia – Kandungan protein	121
Q	Output bagi kandungan protein	122
R	Data mentah ciri-ciri kimia – Kandungan abu	124
S	Output bagi kandungan abu	125
T	Gambarfoto	127



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pengenalan

Rumpai laut adalah kurang tepat jika digolongkan dalam golongan tumbuhan sebagai alga. Frasa rumpai laut adalah tidak membawa sebarang nilai taksonomi, tetapi digunakan secara meluas sebagai frasa untuk menggambarkan alga laut dalam kumpulan Chlorophyceae, Rhodophyceae, Phaerophyceae atau alga hijau, alga merah dan alga perang masing-masing (Chapman & Chapman, 1980) yang bersifat makroskopik (Ahmad, 1995). Tetapi, menurut Ong & Gong (2001) rumpai laut boleh digolongkan mengikut warna kepada empat bahagian iaitu merah (Rhodophyta), perang (Phaerophyta), hijau (Chlorophyta) dan biru-hijau (Cyanophyta).

Secara amnya, untuk mengenali flora rumpai laut sekurang-kurangnya kepada peringkat genus adalah tidak perlu menggunakan mikroskop kerana jasadnya atau talus jelas dilihat dengan mata kasar (Ahmad, 1995). Pada kebiasaannya, rumpai laut berwarna perang berukuran lebih besar dari kelp gergasi yang berukuran 20 meter panjang hingga ke rumpai laut yang tebal berbentuk seperti kulit di antara 2 – 4 meter tebal dan spesies-spesies rumpai laut yang kecil di antara 30 – 60 sentimeter panjang. Rumpai laut warna merah pula mempunyai ukuran yang kecil; pada kebiasaannya di antara beberapa sentimeter hingga satu meter panjang sahaja. Walaubagaimanapun, rumpai laut merah tidak selalunya berwarna merah. Kadang kala ia didapati dalam warna ungu dan perang kemerahan. Namun begitu,



ahli-ahli botani tetap mengelaskannya sebagai Rhodophyceae kerana ciri-cirinya. Rumpai laut hijau juga berukuran kecil hampir sama dengan saiz rumpai laut merah (McHugh, 2002).

Rumpai laut kini ialah bahan mentah bagi beberapa industri dan juga telah menjadi bahan dalam makanan bagi orang Timur terutamanya orang Jepun dan China. Di Jepun, industri agar telah bermula sejak 300 tahun dahulu dan dengan berdasarkan rumpai laut perang disebar ke seluruh negara Barat pada kurun ke-18 (Firth, 1969). Di persekitaran samudera, alga merah (Rhodophyta) mempunyai ahli yang terbesar, dianggar terdapat lebih kurang 2,500 spesies alga merah. Ini diikuti pula oleh alga perang (Phaeophyta) yang diwakili oleh lebih kurang 1,000 spesies. Walaupun terdapat lebih daripada 7,000 spesies alga hijau (Chlorophyta), namun sebahagian besarnya ditemui di persekitaran air tawar. Di laut hanya terdapat 900 spesies alga hijau (Ahmad, 1995).

Pengkulturan rumpai laut dimulakan di Sabah pada tahun 1978 oleh *Aquatic Resource Limited*, Hawaii dari Amerika Syarikat. Pada tahun 1980, projek pengkulturan diserahkan kepada Jabatan Perikanan Sabah. Jabatan ini menerusi Projek Pemeliharaan Rumpai Laut memulakan kerja-kerja penyelidikan. Antara kerja-kerja penyelidikan termasuk mengenalpasti tapak pengkulturan dan spesies rumpai laut yang bernilai komersial, mengkaji kaedah pengkulturan yang mudah dan murah serta proses pengeringan. Tujuannya adalah untuk menarik minat nelayan untuk mengusahakan projek pengkulturan rumpai laut ini dan kerja-kerja yang dilaksanakan oleh jabatan ini mencapai kejayaan pada tahun 1989. *Syarikat Food Manufacturing Corporation (FMC)* dari Denmark merupakan agen tunggal pembeli rumpai laut kering telah didaftarkan pada tahun 1988. Syarikat ini berhenti beroperasi pada tahun 1998. Pada masa ini terdapat 8 buah syarikat tempatan bergiat aktif memasarkan rumpai laut keluar negara.



Rumpai laut merah menghasilkan banyak produk berguna seperti makanan manusia, sumber hidrokoloid, sumber alginat, sumber agar-agar, sumber karaginan dan lain-lain. *Eucheuma*, yang dikultur di Semporna, Sabah, adalah sumber karaginan. Manakala *Gracilaria*, yang tumbuh di Semenanjung Malaysia, adalah penghasil agar yang berkualiti tinggi (Ong & Gong, 2001). Terdapat dua sumber utama rumpai laut untuk industri agar dunia iaitu spesies *Gelidium* dan *Gracilaria*. Spesies *Gelidium* yang berasal dari Jepun merupakan sumber asli, oleh kerana kekurangan bekalannya semasa Perang Dunia II, usaha untuk mendapatkan bahan mentah lain terus meningkat. Spesies *Gracilaria* didapati sesuai, saiz bagi rumpai laut dari spesies ini tidak begitu besar, pertumbuhannya lembap dan usaha untuk menternaknya telah menghasilkan kejayaan. Justeru, spesies ini merupakan sumber utama bagi pengeluaran agar, lebih kurang 65 peratus (McHugh, 2002).

Menurut Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985, agar tergolong sebagai "*Permitted food conditioner*" dan "*Substances which may be used in bases of artificial sweetening substance*". Agar merupakan fikokoloid yang telah lama wujud. Ia merupakan koloid yang diekstrak daripada rumpai laut dari kelas Rhodophyceae. Agar merupakan polisakarida yang ditakrifkan sebagai bahan yang boleh tersebar dalam air dan meningkatkan kelikatan air. Tambahan lagi, agar juga berfungsi untuk menambah jasad dan mencegah pegenapan ampaiian zarah di dalam makanan seperti juadah manis serta mencegah penghabluran air yang besar dalam juadah manis sejuk-beku. Fikokoloid ini tidak larut dalam air sejuk tetapi larut dalam air didih, larutan agar 1.5% akan gel apabila disejukkan kepada suhu 30°C - 40°C dan akan melebur apabila dipanaskan pada suhu 90°C - 95°C (Armisen, 1997). Kandungan abu maksimum agar yang boleh diterima ialah 5 peratus, lazimnya ia dikekalkan di antara 2.5% - 4% (Armisen & Galatas, 2001).



Fikokoloid agar ialah nama umum bagi polisakarida yang terdapat dalam rumpai laut merah (Marinho-Soriano, 2001) dan merupakan campuran polisakarida yang terdapat dalam sel matriks dari rumpai laut merah (Rhodopyhta) terutamanya ahli dari famili Gelidiaceae dan Gracilariaceae. Agar terdiri daripada dua komponen yang berlainan iaitu agarose dan agaropektin (Marinho-Soriano *et al.*, 2005). Agar adalah polimer linear yang terdiri dari ulangan disakarida,  $\beta$ -D-galactopyranosyl dan 3,6-anhydro- $\alpha$ -L-galactopyranosyl secara berselang-seli (Falshaw, Furneaux & Stevenson, 1998). Agarose adalah satu bahagian agar yang mempunyai kandungan sulfat yang rendah dan bebas daripada asid piruvik, manakala agaropektin pula adalah bahagian yang mempunyai kandungan sulfur dan abu yang tinggi. Agarose juga dikenali sebagai agaran adalah agen yang bertanggungjawab dalam mekanisme pengegelan agar dan sebaliknya pula bagi agaropektin (Chapman & Chapman, 1980).

Penghasilan agar dengan berdasarkan proses ekstrak-sejukbeku-nyahbeku-kering telah dimulakan di negara Jepun pada pertengahan kurun ke-17. Pada masa itu, agar gel disejukbekukan secara semulajadi pada malam musim sejuk dan dibiarkan dicairkan serta dikeringkan di bawah cahaya matahari. Proses penghasilan agar ini dicipta oleh Tarazaemon Minoya pada tahun 1658 dengan berdasarkan kepada teori penghidratan agar dalam air kukus dan ketidaklarutan dalam air sejuk. Agar dihasilkan secara besar-besaran dengan menggunakan peti sejukbeku pada tahun 1922 di California, USA. Pada tahun 1950-an, agar dihasilkan dengan menggunakan sinerisis, di mana sinerisis merupakan proses mengeluarkan air dengan menambah tekanan luaran. Sinerisis merupakan proses yang paling berkesan dalam pemekatan gel dengan penggunaan tenaga minimum dan penghasilan agar yang paling tulen atas sebab celahan air yang mengandungi benda asing dapat dikeluarkan dengan berkesan (Armisen, 1997). Oleh sebab kandungan air yang tinggi mengakibatkan kerosakkan kepada struktur agar gel. Kini, beberapa



kaedah moden seperti penyejukbekuan di bawah tekanan telah diaplikasikan dalam industri penghasilan agar bagi menggantikan kaedah tradisional yang ada (Fuchigami, Teramoto & Jibu, 2006).

Agar yang menjadi agen mengegel, agen pemekat dan agen penstabil telah mengakibatkannya digunakan secara meluas dalam industri makanan seperti makanan sejukbeku, aising bakeri, meringue, gel desert, gula-gula dan jus buah-buahan. Selain itu, juga digunakan dalam industri farmaseutikal dalam media mengkultur mikroorganisma seperti bakteria dan fungi, julap, supositori, kapsul, tablet, anti-menggumpal, gel kromatografi dan industri kosmetik. Dalam pasaran agar, biasanya dijual dengan berdasarkan jenis rumpai laut yang diproseskan sebab ciri agar bergantung kepada bahan mentah yang digunakan (Armisen, 1997).

## 1.2 Objektif

Memandangkan ciri-ciri yang ada pada agar dan penggunaan secara meluas dalam industri makanan, maka kajian ini dilaksanakan dengan bertujuan untuk menambahkan dan mempelbagaikan maklumat dari segi ciri-ciri ekstrak, fizikal dan kimia bagi agar. Objektif spesifik kajian adalah:

1. Menghasilkan agar melalui pengekstrakan daripada rumpai laut tempatan iaitu *Gracilaria changii*.
2. Mengkaji ciri-ciri ekstrak optimum dalam pengekstrakan agar.
3. Mengkaji ciri-ciri fizikal dan kimia bagi agar yang diekstrak.



## Rujukan

- Ahmad Ismail. 1995. *Rumpai laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Akta. 2003. *Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985*. Kuala Lumpur: International Law Book Services.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. Washington: The Association of Official Analytical Chemists.
- Armisen, R. 1997. *Agar*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.). *Thickening and gelling agents for food*. Ed. Ke-2. Amerika Syarikat: Aspen Publishers, Inc. 1 – 21.
- Armisen, R. & Galatas, F. 2001. *Agar*. Dlm.: Philips, G. O. & Williams, P. A. (pnyt.). *Handbook of hydrocolloids*. London: Woodhead Pub. Ltd. 21 – 40.
- Armisen, R. & Galatas, F. 1987. *Production, Properties and Uses of Agar*. Dlm.: McHugh, D.J. (pnyt.). *Production and utilization of products from commercial seaweeds*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper 288. 1 – 57.
- Barbaroux, O. 1990. *Production, properties and uses of alginate, carrageenan and agar*. Technical Resource Papers Regional Workshop On The Culture And Utilization Of Seaweeds. Cebu City, Philippines. 27 – 31 August.
- Barrangou, L. M., Daubert, C. R. & Foegeding, E. A. 2006. Textural properties of agarose gels. I. Rheological and fracture properties. *Food Hydrocolloids*. **20**: 184 – 195.
- Best, E. T. 1995. *Gums and jellies*. Dlm.: Jackson, E. B. (pnyt.). *Sugar confectionery manufacturing*. 2nd Edition. Maryland: Aspen Publication.
- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity – Concept and Measurement*. 2nd Edition. New York: Academic Press.
- Burdock, G. A. 1997. *Encyclopedia of Food and Color Additives*. America Syarikat: CRC Press, Inc.
- Buriyo, A. S. & Kivaisi, A. K. 2003. Standing stock, agar yield and properties of *Gracilaria salicornia* harvested along the Tanzanian coast. *Western Indian Ocean Journal Marine Science*. **2(2)**: 171 – 178.
- Buschmann, A. H., Correa, J. A., Westermeier, R., Hernandez-Gonzalez, M. C. & Norambuena, R. 2001. Red algal farming in Chile: A review. *Aquaculture*. **194**: 203 – 220.
- Chapman, V. J. & Chapman, D. J. 1980. *Seaweeds and their uses*. London: Chapman and Hall.
- Critchley, A. T., Rotmann, K. W. G. & Molloy, F. J. 1991. The Namibian seaweed industry: Present and potential. *Bioresource Technology*. **38**: 137 – 143.
- Donald, R. 1997. Biotechnology and the red seaweed polysaccharide industry: Status, needs and prospects. *Tibtech*. **15**: 9 – 14.



- Estevez, J. M., Ciancia, M. & Cerezo, A. S. 2004. The system of galactans of the red seaweed, *Kappaphycus alvarezii*, with emphasis on its minor constituents. *Carbohydrate Research*. **339**: 2575 – 2592.
- Falshaw, R., Furneaux, R. H., Pickering, T. D. & Stevenson, D. E. 1999. Agars from three Fijian Gracilaria species. *Botanica Marina*. **42**: 51 – 59.
- Falshaw, R., Furneaux, R. H. & Stevenson, D. E. 1998. Agars from nine species of red seaweed in the genus *Curdiea* (Gracilariaceae, Rhodophyta). *Carbohydrate Research*. **308**: 107 – 115.
- FAO. 1980. *Preparation of samples for phycocolloid quality analysis*. Rome: FAO Corporate Document Repository.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science & Technology*. **10**: 25 – 28.
- Freile-Pelegrin, Y. & Murano, E. 2005. Agars from three species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Yucatan Peninsular. *Bioresource Technology*. **96**: 295 – 302.
- Frith, F. E. 1969. *The encyclopedia of marine resources*. Van Nostrand Reinhold Company. 626 – 630.
- Fuchigami, M., Teramoto, A. & Jibu, Y. 2006. Texture and structure of pressure-shift-frozen agar gel with high visco-elasticity. *Food Hydrocolloids*. **20**: 160 – 169.
- Goni, I., Valdivieso, L. & Garcia-Alonso, A. 2000. Nori seaweed consumption modifies glycemic response in healthy volunteers. *Nutrition Research*. **20**(10): 1367 – 1375.
- Gregson, C. M., Hill, S. E., Mitchell, J. R. & Smewing, J. 1999. Measurement of the rheology of polysaccharide gels by penetration. *Carbohydrate Polymers*. **38**: 255 – 259.
- Ito, K. & Hori, K. 1989. Seaweed: Chemical composition and potential food uses. *Food Reviews International*. **5**(1): 101 – 144.
- Jabatan Perikanan Sabah. 2005. *Pengenalan kepada industri rumpai laut*. Sabah: Kota Kinabalu.
- Kuda, T., Tsunekawa, M., Goto, H. & Araki, Y. 2005. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *Journal of Food Composition and Analysis*. **18**: 625 – 633.
- Lapasin, R. & Prici, S. 1995. *Rheology of industrial polysaccharides – Theory and applications*. New York: Chapman & Hall.
- Lodge, N., Nguyen, T. T. & McIntyre, D. 1987. Characteristic of a crude kiwifruit pectin extract. *Journal of Food Science*. **54**(4): 1095 – 1096.
- Loh, F. F. 2001. Weeding out a moneyspinner. *The Star*, 30 Januari: 13.



- Mao, R., Tang, J. & Swanson, B. G. 2001. Water holding capacity and microstructure of gellan gels. *Carbohydrate Polymers*. **46**: 365 – 371.
- Marinho-Soriano, E. 2001. Agar polysaccharides from *Gracilaria* species (Rhodophyta, Gracilariaceae). *Journal of Biotechnology*. **89**: 81 – 84.
- Marinho-Soriano, E. & Bourret, E. 2005. Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). *Bioresource Technology*. **96**: 379 – 382.
- Marinho-Soriano, E. & Bourret, E. 2003. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta). *Bioresource Technology*. **90**: 329 – 333.
- Marinho-Soriano, E., Bourret, E., Casabianca, M. L. de & Maury, L. 1999. Agar from the reproductive and vegetative stages of *Gracilaria bursa-pastoris*. *Bioresource Technology*. **67**: 1 – 5.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P. C., Carneiro, M. A. A. & Moreira, W. S. C. 2005. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*. 1 – 5.
- Marinho-Soriano, E., Silva, T. S. F. & Moreira, W. S. C. 2001. Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cervicornis* and *Hydropuntia cornea* from Brazil. *Bioresource Technology*. **77**: 115 – 120.
- Matsuhira, B., Conte, A. F., Damonte, E. B., Kolender, A. A., Matulewicz, M. C., Mejias, E. G., Pujol, C. A. & Zuniga, E. A. 2005. Structural analysis and antiviral activity of a sulfated galactan from the red seaweed *Schizymenia binderi* (Gigartinales, Rhodophyta). *Carbohydrate Research*. **340**: 2392 – 2402.
- McHugh, D. J. 2003. *A guide to the seaweed industry*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper No. 441.
- McHugh, D. J. 2002. *Industri rumpailaut – Suatu tinjauan*. Infofish: Warta Akuakultur. **12**(3): 17 – 21.
- Mohd Hani Norziah, Foo, S. L. & Abdul Karim. 2006. Rheological studies on mixtures of agar (*Gracilaria changii*) and k-carrageenan. *Food Hydrocolloids*. **20**: 204 – 217.
- Mohd Hani Norziah & Chio, Y. C. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changii*. *Food Chemistry*. **68**: 69 – 76.
- Moritaka, H. & Naito, S. 2002. Agar and gelatin gel flavor release. *Journal of Texture Studies*. **33**: 201 – 214.
- Navarro, D. A. & Stortz, C. A. 2005. Microwave-assisted alkaline modification of red seaweed galactans. *Carbohydrate Polymers*. **62**: 187 – 191.
- Nielsen, S. S. 1998. *Food Analysis*. (2nd Edition). Maryland: An Aspen Publishers, Inc.



- Ong, J. E. & Gong, W. K. 2001. *The encyclopedia of Malaysia: The seas*. Jld. 6. Archipelaga Press. 46 – 47.
- Oyieke, H. A. 1994. The effect of phenotypic plasticity on agar from *Gracilaria salicornia* (J.A.G.) Dawson (Gracilariales, Rhodophyta) in Kenya. *Bioresource Technology*. **49**: 267 – 271.
- Penny, C. 1991. *Food ingredients and processing international*. United Kingdom: Turret Group Plc.
- Perez-Mateos, M. & Montera, P. 2000. Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle. *Europe Food Resource Technology*. **210**: 383 – 390.
- Poppe, J. 1997. *Gelatin*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.). *Thickening and gelling agents for food*. Ed. Ke-2. Amerika Syarikat: Aspen Publishers, Inc. 144 – 168.
- Rapaille, A. & Vanhemelrijck, J. 1997. *Modified starches*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.). *Thickening and gelling agents for food*. Ed. Ke-2. Amerika Syarikat: Aspen Publishers, Inc. 144 – 168.
- Rath, J. & Adhikary, S. P. 2004. Effect of alkali treatment on the yield and quality of agar from red alga *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta, Gracilariales) occurring at different salinity gradient of Chilika lake. *Journal of Marine Sciences*. **33**(2): 202 – 205.
- Ridzwan Hashim. 1993. *Sumber makanan pesisiran laut Sabah*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Rooij, M. R., Bijen, J. M. J. M. & Frens, G. 1999. Active thin sections to study syneresis. *Cement and Concrete Research*. **29**: 281 – 285.
- Ruperez, P. & Toledano, G. 2003. Ingestible fraction of edible marine seaweeds. *Journal of Science Food Agriculture*. **83**: 1267 – 1272.
- Scholten, H. J. & Pierik, R. L. M. 1998. Agar as a gelling agent: Differential biological effects in vitro. *Scientia Hortivulturae*. **77**: 109 – 116.
- Selby, H. H. & Whistler, R. L. 1995. *Agar*. Dlm.: Whistler, R. L. & BeMiller, J. N. (pnyt.). *Industrial gums-polysaccharides and their derivatives*. Jld. 3. London: Academic Press Inc. 87 – 102.
- Stanley, N. F. 1995. *Agars*. Dlm.: Stephen, A. M. (pnyt.). *Food polysaccharides and their application*. New York: Marcei Dekker, Inc. 187 – 204.
- Suhaila Mohamed & Zahariah Hasan. 1995. Extraction and characterization of pectin from various tropical agrowastes. *ASEAN Food Journal*. **10**(2): 43 – 49.
- Takano, R., Hayashi, K. & Hara, S. 1995. Highly methylated agars with a high gel-melting point from the red seaweed, *Gracilaria eucaumoides*. *Phytochemistry*. **40**(2): 487 – 490.
- Terada, R., Kawaguchi, S., Masuda, M. & Phang, S. M. 2000. Taxonomic notes on marine algae from Malaysia III. Seven species of Rhodophyceae. *Botanica Marina*. **43**: 347 – 357.



- Thomas, W. R. 1997. *Carrageenan*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.). *Thickening and gelling agents for food*. Ed. Ke-2. Amerika Syarikat: Aspen Publishers, Inc. 45 – 59.
- Truus, K., Tuvikene, R., Vaher, M., Kailas, T., Toomik, P. & Pehk, T. 2005. Structural and compositional characteristics of gelling galactan from the red alga *Ahnfeltia tobuchiensis* (Ahnfeltiales, the Sea of Japan). *Carbohydrate Polymers*. 1 – 6.
- Usov, A.I. 1998. Structure analysis of red seaweed galactans of agar and carrageenan groups. *Food Hydrocolloids*. **12**: 301 – 308.
- Villanueva, R. D., Montano, N. E., Romero, J. B., Aliganga, A. K. A. & Enriquez, E. P. 1999. Seasonal variations in the yield, gelling properties and chemical composition of agars from *Gracilaria eucheumoides* and *Gelidiella acerosa* (Rhodophyta) from the Philippines. *Botanica Marina*. **42**: 175 – 182.
- Whyte, J. N. C. & Englar, J. R. 1981. The agar component of the red seaweed *Gelidium purpurascens*. *Phytochemistry*. **20**: 237 – 240.
- Williams, P. A. & Phillips, G. O. 2003. *The use of hydrocolloids to improve food texture*. Dlm.: McKenna, B. M. (pnyt.). *Texture in food – Semi-solid foods*. Jld. 1. New York: CRC Press. 251 – 274.
- Wong, K. H. & Cheung, C. K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part I – Proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*. **71**: 475 – 482.
- Yamagishi, Y., Masuda, M., Abe, T., Uwai, S., Kogame, K., Kawaguchi, S. & Phang, S. M. 2003. Taxonomic notes on marine algae from Malaysia XI. Four species of Rhodophyceae. *Botanica Marina*. **46**: 534 – 547.
- Yaseen, E. I., Herald, T. J., Aramouni, F. M. & Alavi, S. 2005. Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International*. **38**: 111 – 119.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. New Jersey: Prentice Hall.

