

PENGHASILAN AGAR DARIPADA *GRACILARIA CHANGII*
– KAJIAN CIRI-CIRI EKSTRAK, FIZIKAL DAN KIMIA

HAZEL DANIEL PRIMUS

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

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
KOTA KINABALU

2004



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENGHASILAN AGAR DARIPADA GRACILARIA CHANGII-KAJIAN CIRI-CIRI EKSTRAK, FIZIKAL DAN KIMIAIJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)SESI PENGAJIAN: 2000 - 2004Saya HAZEL DANIEL PRIMUS

(HURUF BESAR)

menyatakan 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

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: HSE .29, LRG .1,TMN. RIDGEVIEW 9,88200 K.K.PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAILNama Penyelia BIN ABDULLAHTarikh: 08/07/05Tarikh: 08/07/05

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

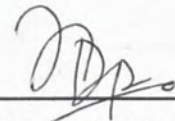
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

18 Oktober 2004



HAZEL DANIEL PRIMUS

HN 2000/4297



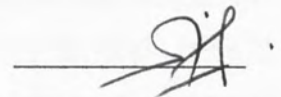
PENGAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

TANDATANGAN

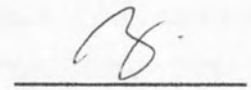
PENYELIA

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL BIN ABDULLAH)



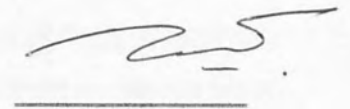
PEMERIKSA 1

(DR. LEE JAU SHYA)



PEMERIKSA 2

(ENCIK HASMADI MAMAT)



DEKAN

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL BIN ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Bersyukur saya kepada Tuhan di atas limpah kurniaNya yang membenarkan saya menjalankan Projek Penyelidikan ini dan seterusnya menghasilkan tesis ini dengan jayanya.

Ucapan setinggi-tinggi penghargaan kepada Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang juga selaku penyelia saya iaitu Profesor Madya Dr. Mohd. Ismail bin Abdullah kerana sentiasa mempunyai waktu untuk memberi bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang projek penyelidikan ini. Saya juga ingin menyatakan terima kasih kepada Encik Hasmadi Mamat dan Dr. Lee Jau Shya selaku pemeriksa-pemeriksa saya kerana telah membantu saya memperbaiki kelemahan-kelemahan tesis saya. Encik Mansoor Abdul Hamid dan Encik Mohd. Rosni Sulaiman walaupun sibuk dengan urusan masing-masing masih sentiasa sudi meluangkan masa, di kala saya mendambakan jawapan kepada segala macam persoalan. Tidak lupa juga buat warga kerja di Pejabat Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang turut menyumbangkan pertolongan secara tidak langsung.

Seterusnya, terima kasih ditujukan kepada ibu saya Anastasis Anselmus yang kerana sentiasa memberikan sokongan moral dan kewangan. Saya juga ingin merakamkan penghargaan khas buat Encik John Enca dan Encik Michael Mangking dari Jabatan Perikanan Menggatal kerana sudi membawa saya ke lokasi persampelan untuk mengambil sampel. Tanpa mereka saya tidak mungkin memulakan dan seterusnya dapat menjalankan penyelidikan ini dengan jayanya.

Tidak lupa juga buat rakan-rakan seperjuangan yang telah menyumbangkan waktu memberi tunjuk ajar dan sokongan moral di saat-saat saya memerlukan. Terima kasih khas buat teman istimewa saya, Walter Herickson Chang kerana telah sama-sama di samping saya ke hulu, ke hilir serta memberikan sokongan moral dari proses awal projek lagi.

Sekali lagi saya ingin merakamkan setinggi penghargaan buat semua individu ini kerana tanpa kehadiran mereka tesis ini tidak mungkin dapat saya realisasikan. Segala



tunjuk ajar, sokongan dan dorongan akan saya sematkan dalam sanubari dan berharap akan dapat memberikan balasan sekiranya takdir mengizinkan...

STUDI KASUS KESEKUTUPAN STRUKTUR DAN PERFORMA
MATERIAL KOMPOSIT FIBRA

... (The text in this block is extremely faint and illegible, appearing to be a list of references or a detailed study report.)



ABSTRAK

**PENGHASILAN AGAR DARIPADA *GRACILARIA CHANGII*
- KAJIAN CIRI-CIRI EKSTRAK, FIZIKAL DAN KIMIA**

Kaedah pengekstrakan agar daripada rumpai laut dibezakan dari segi masa pengekstrakan serta suhu pengekstrakan. Pra-perawatan alkali juga telah dilakukan ke atas sampel untuk meningkatkan kekuatan gel hasil ekstrak. Natrium hidroksida telah digunakan dan keadaan telah divariasikan dari aspek kepekatan natrium hidroksida, masa serta suhu perendaman. Parameter yang dikaji ialah kepekatan natrium hidroksida dalam 0, 5 dan 10%, masa perendaman 1, 2 dan 3 jam serta suhu perendaman 70, 80 dan 90°C. Dalam penyelidikan ini, keadaan pengekstrakan agar optimum daripada *Gracilaria changii* telah ditentukan. Setelah itu, ciri-ciri fizikal (kekuatan gel, suhu pengelasan, suhu lebur, warna) dan kimia (kandungan air, abu, metoksil) hasil ekstrak telah dikaji. Air suling telah digunakan sebagai medium pengekstrakan dengan masa pengekstrakan di antara 20, 40 dan 60 minit dengan suhu pengekstrakan 100°C. Melalui pengekstrakan terus (0% natrium hidroksida) dengan air suling, peratus agar maksimum yang diperolehi ialah 15.9 ± 0.2 % yang mengaplikasikan tempoh pengekstrakan 60 minit. Bagi pengekstrakan yang melibatkan pra-perawatan dengan 5% natrium hidroksida, peratus agar maksimum iaitu 26.7 ± 0.3 % diperolehi dengan tempoh dan suhu pra-perawatan masing-masing 1 jam dan 70°C. Melalui pengekstrakan dengan pra-perawatan 10% natrium hidroksida, peratus agar tertinggi dapat diekstrak iaitu 27.1 ± 0.1 % dengan keadaan yang melibatkan tempoh dan suhu pra-perawatan 1 jam dan 80°C serta tempoh dan suhu pengekstrakan masing-masing 60 minit dan 100°C. Kekuatan gel paling tinggi iaitu 258 ± 1.15 g/cm² diperolehi dengan pra-perawatan 10% natrium hidroksida pada suhu 80°C selama 1 jam. Tempoh pengekstrakan didapati amat mempengaruhi kuantiti agar yang dapat diekstrak manakala pra-perawatan dengan natrium hidroksida pula mempengaruhi kuantiti dan kualiti ekstrak. Secara keseluruhan, agar yang diekstrak sesuai untuk diaplikasikan dalam bidang makanan kerana mempunyai ciri-ciri fizikal, kimia dan organoleptik yang hampir sama dengan agar gred makanan yang ada di pasaran.



ABSTRACT**STUDIES ON THE EXTRACTION , PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF AGAR FROM GRACILARIA CHANGII**

The methods for extraction of agar from seaweed differed either in period of extraction and extraction temperature used. Pre-treatment of alkali had also been performed to the seaweed in order to enhance agar gel strength. Sodium hydroxide had been used and the conditions were varied in terms of sodium hydroxide concentration, soaking time and temperature. The parameters studied were sodium hydroxide concentrations (0, 5 and 10%), soaking time of 1, 2 and 3 hours and soaking temperatures (70, 80 and 90°C). In this research, the optimum extraction conditions of agar from *Gracilaria changii* were determined. The physical (gel strength, gelling temperature, melting temperature, colour) and chemical (moisture, ash, methoxyl) characteristics were then studied. Agar was extracted from the seaweed using distilled water and the extraction periods were 20, 40 and 60 minutes and temperature of 100°C. Extraction without sodium hydroxide treatment yielded 15.9 ± 0.2 % agar which employed an extraction period of 60 minutes. As for pre-treatment with 5% sodium hydroxide prior to extraction, the maximum yield (26.7 ± 0.3 %) was obtained with pre-treatment period of 1 hour at 70°C. The highest agar yield (27.1 ± 0.1 %) was obtained from extraction which utilised a sodium hydroxide concentration of 10%, with pre-treatment period of 1 hour at 80°C. Agar with the highest gel strength (258 ± 1.15 g/cm²) was obtained after pre-treatment which employed 10% sodium hydroxide at 80°C for a period of 1 hour. In this study, the extraction period was responsible for producing high yield of agar whereas pre-treatment with high sodium hydroxide concentration was responsible in determining agar with high gel strength and also higher quantity. On the whole, the agar which was successfully extracted is suitable for application in the food industry because of its chemical, physical and organoleptic properties which are almost equal to the food grade agar in the market.



KANDUNGAN

	Halaman
PENAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI GAMBARFOTO	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
SENARAI UNIT	xvi
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB I PENGENALAN	1
BAB II ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Rumpai laut di Sabah	6
2.2 <i>Gracilaria changii</i>	
2.2.1 Habitat	7
2.2.2 Morfologi	7
2.3 Agar	
2.3.1 Struktur kimia agar	8
2.3.2 Agarose	9
2.3.3 Agaropektin	10
2.3.4 Ciri-ciri agar	11
2.3.4.1 Kekuatan gel (<i>'gel strength'</i>)	11
2.3.4.2 Pengelatan	12
2.3.4.3 Suhu pengelatan dan suhu lebur (<i>'melting'</i>) agar	13



2.3.4.4	Viskositi	14
2.3.4.5	Interaksi agar dengan protein, glukosa dan gam lain	15
2.3.4.6	Ciri-ciri khas agar	16
2.3.5	Kepentingan agar dari segi pemakanan	17
2.3.5.1	Serabut diet (<i>'Dietary fibre'</i>)	18
2.3.5.2	Iodin (I)	19
2.3.5.3	Natrium (Na) dan Kalium (K)	19
2.3.5.4	Fosforus (P)	20
2.3.5.5	Kalsium (Ca)	20
2.3.5.6	Besi (Fe)	21
2.4	Pengekstrakan agar	21
2.4.1	Pengekstrakan <i>Gelidium</i>	21
2.4.2	Pengekstrakan <i>Gracilaria</i>	24
2.4.3	Penghasilan agarose	27
2.5	Aplikasi agar	27
2.5.1	Industri makanan	28
2.5.2	Perubatan dan farmaseutikal	29
2.5.3	Mikrobiologi	30
2.5.4	Bioteknologi	32
2.5.5	Aplikasi agarose/agaran	32
2.5.6	Lain-lain kegunaan agar	33
2.6	Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah dan kualiti agar	34
BAB III	BAHAN DAN KAEDAH	
3.1	Bahan	37
3.1.1	Sampel	37
3.1.2	Persampelan	38
3.1.3	Bahan kimia	38
3.2	Kaedah	39
3.2.1	Pengeringan <i>Gracilaria changii</i>	39
3.2.2	Pengekstrakan agar	39
3.2.2.1	Tanpa pra-perawatan NaOH (air sahaja)	40
3.2.2.2	Pra-perawatan 5% dan 10 % NaOH	41



3.3	Analisis ciri fizikal agar	44
3.3.1	Penentuan kekuatan gel / <i>Gel strength (GS)</i>	44
3.3.2	Penentuan suhu pengelatan dan masa set	44
3.3.3	Penentuan suhu lebur	45
3.3.4	Pemerhatian warna agar mentah	45
3.3.5	Pemerhatian warna gel agar	45
3.4	Analisis ciri kimia agar	46
3.4.1	Penentuan kandungan air	46
3.4.2	Penentuan kandungan abu	47
3.4.3	Penentuan kandungan metoksil	47
3.5	Analisis Statistik	48
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengeringan sampel	49
4.2	Pengekstrakan agar	50
4.2.1	Pengekstrakan tanpa pra-perawatan NaOH (air sahaja)	51
4.2.2	Pengekstrakan dengan pra-perawatan 5% NaOH	52
4.2.3	Pengekstrakan dengan pra-perawatan 10 % NaOH	54
4.2.4	Kesan kepekatan NaOH ke atas faktor-faktor lain	57
	4.2.4.1 Tempoh pra-perawatan 1 jam	57
	4.2.4.2 Tempoh pra-perawatan 2 jam	58
	4.2.4.3 Tempoh pra-perawatan 3 jam	59
4.3	Analisis ciri fizikal agar	61
4.3.1	Kekuatan gel / <i>Gel strength (GS)</i>	62
4.3.2	Suhu pengelatan dan masa set	63
4.3.3	Suhu lebur agar	64
4.3.4	Pemerhatian warna serbuk agar	64
4.3.5	Pemerhatian warna gel 1.5% agar	66
4.4	Analisis ciri kimia agar	68
4.4.1	Kandungan air	68
4.4.2	Penentuan kandungan abu	69
4.4.3	Penentuan kandungan metoksil	70



BAB 5	KESIMPULAN	SENARAI DAFTAR	72
5.1	Kesimpulan		72
5.2	Cadangan		74
2.1	Kesimpulan peralihan agar		7
RUJUKAN	Wongkumodjo, M. dan M. D. S. (2010)		75
LAMPIRAN	peralihan agar		78
2.1	Kesimpulan peralihan agar		20
2.2	Spesifikasi agar untuk kognomon (Rhizobium)		21
2.3	Kuasa ekaraktoran kegunaan gel agar daripada (Disselhorst-Clema)		24
2.4	Real untuk wangkai raman kental dan tempoh pengaliran		25
2.5	Struktur kental kental yang digunakan		30
2.6	Kontrol pre-berdahan dan pengaliran agar		42
4.1	Jenis asid bulat bulat (pH) pada tempoh kental		43
4.2	Real pengaliran kental pre-berdahan (pH)		45
4.3	Real kental dengan pre-berdahan (pH)		47
4.4	Real kental dengan pre-berdahan (pH)		49
4.5	Kesimpulan gel berakutur jenis agar		62
4.6	Bahan pengaliran dan media (pH) berakutur jenis agar		63
4.7	Bahan pengaliran berakutur jenis agar		64
4.8	Kesimpulan asid berakutur jenis agar		69
4.9	Kesimpulan asid berakutur jenis agar		71
4.10	Kesimpulan berakutur berakutur jenis agar		78



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Komposisi proksimat agar	18
2.2	Pra-perawatan alkali untuk <i>Gracilaria</i>	24
2.3	Penggredan agar berdasarkan kegunaan akhir	28
2.4	Had maksimum aplikasi agar dalam makanan	28
2.5	Spesifikasi agar untuk kegunaan mikrobiologi	31
2.6	Kuantiti ekstrak dan kekuatan gel agar daripada <i>Gracilaria sp</i>	34
2.7	Hasil ekstrak mengikut masa koleksi dan tempoh pengekstrakan	35
3.1	Senarai bahan kimia yang digunakan	38
3.2	Keadaan pra-perawatan dan pengekstrakan agar	42
4.1	Jisim sampel basah kepada jisim sampel kering	50
4.2	Hasil pengekstrakan tanpa pra-perawatan NaOH	51
4.3	Hasil ekstrak dengan pra-perawatan 5% NaOH	53
4.4	Hasil ekstrak dengan pra-perawatan 10% NaOH	55
4.5	Kekuatan gel berdasarkan jenis agar	62
4.6	Suhu pengelan dan masa set berdasarkan jenis agar	63
4.7	Suhu lebur berdasarkan jenis agar	64
4.8	Kandungan air berdasarkan jenis agar	69
4.9	Kandungan abu berdasarkan jenis agar	69
4.10	Kandungan metoksil berdasarkan jenis agar	70



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman	
2.1	Subunit asas agarobiose agar	10
2.2	Rajah model skematik pengelan agar	13
2.3	GS sebatian 1.5% agar <i>Gelidium</i> dan <i>Gracilaria</i> dengan LBG	16
2.4	Proses pengekstrakan agar <i>Gelidium sp.</i>	23
2.5	Proses pengekstrakan agar <i>Gracilaria sp.</i>	26
3.1	Proses pengekstrakan agar	43
4.1	Graf min peratus agar	58
4.2	Graf min peratus agar	59
4.3	Graf min peratus agar	60



SENARAI GAMBARFOTO

No. Gambarfoto		Halaman
3.1	Sampel iaitu rumpai laut <i>Gracilaria changii</i>	37
4.1	Sampel yang telah dikeringkan secara pengeringan suria	49
4.2	Agar A	65
4.3	Agar B	65
4.4	Agar C	66
4.5	Gel agar A	67
4.6	Gel agar B	67
4.7	Gel agar C	68



SENARAI SIMBOL

&	dan
±	lebih atau kurang
α	alfa
β	beta
%	peratus
[]	kepekatan
>	lebih besar daripada
<	lebih kurang daripada



SENARAI UNIT

°C	darjah Celcius
mg	miligram
g	gram
kg	kilogram
cm	sentimeter
m	meter
g/cm ²	gram per sentimeter persegi
kg/cm ²	kilogram per sentimeter persegi
D	Dalton
PSI	<i>Pound per square inch</i>



SENARAI SINGKATAN

AOAC	<i>The Association of Official Analytical Chemists</i>
ANOVA	Analisis varians
ATP	Adenosina trifosfat
DNA	Asid deoksiribonukleik
GS	<i>Gel strength</i> (Kekuatan gel)
GRAS	<i>Generally Recommended As Safe</i>
HCl	Asid hidroklorik
H ₂ SO ₄	Asid sulfurik
Kg.	Kampung
LBG	<i>Locust bean gum</i>
NaOH	Natrium hidroksida
NaCl	Natrium klorida
RDA	<i>Recommended Daily Allowance</i> (Saranan dietari harian)
U.S.	<i>United States</i> (Amerika Syarikat)
USFDA	<i>United States Food and Drug Administration</i>



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Hasil pengekstrakan tanpa pra-perawatan NaOH	78
B	Output 0% NaOH	79
C	Hasil ekstrak dengan pra-perawatan 5% NaOH	80
D	Output 5% NaOH	83
E	Hasil ekstrak dengan pra-perawatan 10% NaOH	88
F	Output 10% NaOH	91
G	Output pra-perawatan 1 jam	96
H	Output pra-perawatan 2 jam	98
I	Output pra-perawatan 3 jam	100
J	Data mentah ciri-ciri fizikal dan kimia	102
K	Output ciri-ciri fizikal dan kimia	105



BAB 1

Pengenalan

Agar adalah sejenis polisakarida yang dihasilkan daripada rumpai laut. Bahan makanan ini sudah lama wujud dan dipercayai berasal dari Jepun. Sejak itu, agar telah banyak menyumbang kepada manusia sama ada sebagai bahan makanan mahupun digunakan dalam pelbagai aspek lain dalam kehidupan manusia. Semenjak kewujudan agar juga, banyak aktiviti penyelidikan telah dijalankan untuk mengkaji dengan lebih mendalam lagi tentang polisakarida ini. Agar merupakan polisakarida yang ditakrifkan sebagai bahan yang boleh terserak dalam air dan berupaya membuat air likat. Selain itu, ia juga menambah 'jisad' dan mencegah pegenapan ampaiian zarah di dalam makanan seperti juadah manis serta mencegah penghabluran air yang besar dalam juadah manis sejuk-beku (Mohd. Khan, Aminah & Abdullah, 1989).

Menurut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan Makanan 1985, agar tergolong sebagai "kondisioner makanan yang dibenarkan" (Jadual 11) dan "bahan yang boleh digunakan dalam asas bahan pemanis tiruan" (Jadual 16B).

Menurut U.S. Pharmacopeia, agar boleh didefinisikan sebagai koloid hidrofilik yang diekstrak daripada rumpai laut tertentu kelas *Rhodophyceae*. Fikokoloid ini tidak larut dalam air sejuk tetapi larut dalam air mendidih. Larutan agar 1.5% adalah jernih dan apabila disejukkan kepada 34–43°C akan menghasilkan gel yang teguh dan tidak akan cair atau larut semula di bawah suhu 85°C. Polisakarida ini boleh tersulfat dalam



kadar yang pelbagai tetapi adalah lebih kurang berbanding karagenan iaitu satu lagi fikokoloid yang boleh diekstrak daripada rumpai laut merah. Untuk sebab ini, kandungan abu dalam agar adalah lebih rendah berbanding karagenan, furcellaran dan beberapa polisakarida yang lain. Kandungan abu maksimum sebanyak 5% adalah kuantiti yang boleh diterima dalam agar walaupun lazimnya, ia dikekalkan di antara 2.5–4% (Armisen & Galatas, 1987).

Sejarah agar bermula seawal tahun 1660 lagi di mana agar telah ditemui tanpa disengajakan oleh seorang pengurus rumah tumpangan bernama Minoya Tarozaemon (Selby & Whistler, 1995; Armisen & Galatas, 1987). Pada satu malam bersalji, pengurus tersebut telah membuang lebihan jeli rumpai laut keluar rumah, berfikirannya bahawa jeli tersebut akan menyahbeku dengan bantuan matahari keesokan paginya. Namun setelah beberapa hari melalui proses selang-seli pembekuan (malam) dan penyahbekuan (siang), Tarozaemon mendapati jeli tersebut telah membentuk sesuatu bahan yang lutsinar dan porous yang boleh dididihkan semula dalam air dan disejukkan bagi menghasilkan agar yang sama dengan yang asal. Tarozaemon kini telah menjumpai agar. Produk Jepun yang penting ini juga dikenali sebagai '*Oriental isinglass*', '*Japanese gelatine*', '*gelose*', '*Hai Thao*' ataupun hanya '*Thao*' (Chapman & Chapman, 1980). Nama-nama lain agar adalah '*Vegetable gelatine*', '*Bengal gelatine*', '*Chinese gelatine*', '*Cylone isinglass*', '*Digenea simplex mucilage*', '*Layor carang*' dan '*Macassar gelatin*' (Burdock, 1997).

Agar adalah fikoloid yang diekstrak daripada rumpai laut merah-ungu (*Rhodophyceae*). Walau bagaimanapun hanya beberapa spesies daripada genera seperti *Gelidium*, *Pterocladia*, *Acanthopeltis*, *Gracilaria*, *Campylaeophora*, *Ceramium* dan lain-lain yang dikenalpasti boleh menghasilkan agar (Chapman & Chapman, 1980). Beberapa contoh adalah seperti *Gelidium sesquipedale*, *G. amansii*, *G. chilense*,



Gelidiella acerosa, *Pterocladia cappilacea*, *P. Lucida*, *Gracilaria chilensis*, *G. gracilis*, *G. edulis*, *Gracilariopsis lamaneiformis*, *G. sjostedtii*, *Ahnfeltia plicata* dan lain-lain lagi. Rumpai laut-rumpai laut yang mengandungi agar dikenali sebagai 'agarophyte'. Polisakarida ini terdapat pada dinding sel 'agarophyte' tersebut yang mengandungi monomer galaktosa bersulfat (agen pengelan) (Armisen, 1997).

Menurut Selby & Whistler (1995); Chapman & Chapman (1980), kaedah tradisional pengekstrakan agar adalah industri desa; di mana perusahaan dijalankan oleh dua atau dua orang usahawan. Kebanyakan perusahaan melibatkan penglibatan ahli-ahli keluarga. Dalam kaedah tradisional, operasi dimulakan pada musim sejuk dengan rumpai dalam kumpulan 8 kg dicuci kemudian dipukul untuk membersihkan sebarang pasir dan epifit. Lebih kurang 200 kg rumpai laut dimasukkan ke dalam 2200 liter air mendidih di mana rumpai yang lebih keras dan pejal akan dimasukkan dahulu diikuti rumpai yang lebih lembut. Campuran ini akan dirawat dengan 1 g asid sulfurik atau 0.3 g polifosfat bagi setiap 1 kg rumpai laut bagi mengawal pH di antara 5 hingga 6. Proses pengekstrakan diteruskan pada suhu 80°C selama 8 hingga 9 jam. Semasa proses tersebut, hasil rebusan yang cair dari hari sebelumnya dicampur. Selepas lebih kurang 12 jam, kalsium hipoklorit atau natrium bisulfit ditambah dengan kadar 2 g per kg rumpai laut dan pendidihan diteruskan. Selepas lebih kurang 15 jam, hasil rebusan ('liquor') ditapis melalui jaring kain 3 mm. 'Liquor' yang mengandungi 1% agar dituliskan melalui proses sedimentasi di mana selepas itu ia akan dibiarkan memejal dalam dulang-dulang 170 x 30 x 1 cm. Selepas itu, gel dipotong kepada kepada jalur-jalur, diletakkan di atas tikar-tikar dan dibiarkan membeku. Setiap hari, ais yang terhasil pada waktu malam akan cair pada waktu siang dan membawa bersamanya garam-garam, bahan-bahan bernitrogen dan baki warna. Selepas 5–6 hari, dulang-dulang yang mengandungi gel akan dibiarkan mengering dengan bantuan matahari dan proses ini akan berakhir dalam masa 2 minggu hingga 1 bulan.



Pada masa kini beberapa kaedah moden telah diaplikasikan dalam industri penghasilan agar bagi menggantikan kaedah tradisional yang ada. Hal ini adalah bagi menghasilkan agar daripada rumpai laut dalam kuantiti yang lebih banyak dan lebih berkualiti. Mahupun begitu, kaedah-kaedah terbaru masih mengaplikasikan kaedah asal, yakni 'ekstrak-beku-nyahbeku-kering' ke dalam modifikasi kaedah-kaedah terkini. Proses terkini yang dimaksudkan termasuk '*countercurrent and cascade multiple extraction*', '*centrifugation*', '*plate and frame press filtration*', '*artificial freezing*', '*chemical bleaching*', '*drying with hot air by drum and spray method*' dan '*grinding*' (Selby & Whistler, 1995).

Agar adalah sebenarnya sejenis garam atau campuran garam dengan polisakarida anionik. Secara kimia, agar terbentuk oleh 3,6-anhidro-L-galaktosa dan D-galaktopiranososa dalam nisbah yang berbeza-beza (Burdock, 1997). Pada tahun 1937, Araki telah berjaya memecahkan agar kepada dua bahagian iaitu agarose dan agaropektin. Agarose adalah satu bahagian agar yang mempunyai kandungan sulfat yang rendah, bebas daripada asid piruvik, manakala agaropektin pula adalah bahagian yang mempunyai kandungan sulfur dan abu yang tinggi. Agarose atau agaran adalah agen yang bertanggungjawab dalam mekanisme pengelatan agar dan sebaliknya pula bagi agaropektin (Chapman & Chapman, 1980).

Menurut Leung & Foster (1996), pelbagai aplikasi agar bergantung kepada keupayaan agar mengel pada suhu lebih rendah daripada suhu larut gel yang dikenali sebagai fasa histeresis. Selain itu, agar juga mempunyai keupayaan mengeluarkan air daripada permukaan gel khususnya apabila pecah dan fenomena ini dikenali sebagai sineresis. Kekuatan gel ('*gel strength*') agar boleh ditingkatkan dengan penambahan bahan-bahan lain seperti dekstrosa, sukrosa dan gam '*locust bean*', manakala penambahan gelatin, algin, kanji dan gam karaya akan melemahkan kekuatan gel agar.



Serbuk agar yang tidak berwarna dan tidak mempunyai rasa boleh menyerap air 200 kali jisimnya semasa membentuk gel.

Agar mempunyai banyak kepentingan dalam pelbagai industri. Bahan tambah makanan ini merupakan fikokoloid yang pertama sekali digunakan dalam industri makanan (Armisen & Galatas, 1987). Ia adalah agen pengelan dan pemekat makanan yang baik, digunakan dalam pelbagai jenis makanan terproses seperti marmalade, jam, kandi jeli, aiskrim, aising dan lain-lain. Agar juga diaplikasikan secara meluas dalam lapangan-lapangan lain seperti mikrobiologi, pergigian, perubatan dan farmaseutikal.

Agar sudah lama wujud dalam industri makanan kita dan banyak kajian telah dijalankan serta pelbagai makalah telah diterbitkan mengenai agar. Walaupun begitu, kajian ini dilaksanakan bagi menambahkan dan menvariasikan lagi maklumat yang sedia ada supaya agar akan lebih dikenali bukan sahaja dari segi fungsinya sebagai bahan makanan bahkan dari segi ciri-ciri kimia dan fizikalnya. Oleh itu, penyelidikan ini dijalankan adalah berdasarkan kepada objektif berikut iaitu :

1. Menghasilkan agar daripada rumpai laut tempatan iaitu *Gracilaria changii*.
2. Menentukan keadaan optimum untuk pengekstrakan agar.
3. Membandingkan ciri-ciri fizikal dan kimia di antara agar yang diekstrak dengan 0% NaOH, 5% NaOH dan 10% NaOH.



RUJUKAN

- Ahmad Ismail. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Akta. 2002. *Akta Makanan 1983 Dan Peraturan-Peraturan Makanan 1985*. Kuala Lumpur: MDC Publishers Printers Sdn. Bhd.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Ed. Ke-15. Amerika Syarikat: Association of Official Analytical Chemists.
- Anon. 1990. Properties, manufacture and application of seaweed polysaccharides – agar, carrageenan and algin (atas talian) <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E03.htm>. Dicitak 17 Julai 2004.
- Araki, C. 1937. Acetylation of agar like substance of *Gelidium amansii*. *J. Chem. Soc. Japan*. **58**, 1338-1350.
- Araki, C. 1956. Structure of agarose constituent of agar-agar. *Bull. Chem. Soc. Japan*. **29**, 43-44.
- Armisen, R. 1997. *Agar*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.) *Thickening and Gelling Agents for Food*. Ed. ke-2. Aspen Publishers, Inc., Amerika Syarikat, 1-20.
- Armisen, R. & Galatas, F. 1987. *Production, Properties and Uses of Agar*. Dlm.: D.J. McHugh (pnyt.) *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Rome: Fisheries technical paper 288, FAO. 1-57.
- Burdock, G.A. 1997. *Encyclopedia of Food and Color Additives*. Amerika Syarikat: CRC Press, Inc.
- Chapman, V.J. & Chapman, D.J. 1980. *Seaweeds and Their Uses*. Ed. ke-3. Amerika Syarikat: Chapman and Hall.
- Kim, D.H., Kim, D.G., Lee, D.Y., Kim, K.E. & Kim, C.W. 2000. Physicochemical Characterization of Pectin Extracted from Cheju Mandarin (*Citrus unshiu*) Peels with Citric Acid. *Food Sci. Biotechnol.* **9**, 95-98.
- Leung, A.Y. & Foster, S. 1996. *Encyclopedia of Common Natural Ingredients*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.



- Lodge, N., Nguyen, T. T. & McIntyre, D. 1987. Characterization of a crude kiwifruit pectin extract. *Journal of Food Science*. **54**, 1095-1096.
- Mohd. Khan Ayob, Aminah Abdullah & Zawiah Hashim. 1992. *Pengenalan Sains Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemah dari "Elementary Food Science". Nickerson, J.T.R., Ronsivalli, L.J. 1980.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Amerika Syarikat: Wadsworth.
- Murray, M.T. 1993. *The Healing Power Of Foods – Nutrition Secrets for Vibrant Health and Long Life*. Amerika Syarikat: Prima Publishing.
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Selby, H.H. & Whistler, R.L. 1995. *Agar*. Dlm.: Whistler, R.L. & BeMiller, J.N. (pnyt.) *Industrial Gums-Polysaccharides and Their Derivatives*. Ed. ke-3. Academic Press Inc., London, 87-102.
- Simone, C.B. 1995. *Breast Health*. New York: Avery Publishing Group.
- Siong, T.E. et al., 1997. *Nutrient Composition of Malaysian Foods*. Ed. Ke-4. Kuala Lumpur: Insitute for Medical Research.
- Sharon, M. 1989. *Complete Nutrition – How to live in total health*. New York: Avery Publishing Group Inc.
- Soleha Ishak. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Suriah Abd. Rahman. 2003. *Makanan, Pemakanan dan Terapi Diet*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemah dari "Food, Nutrition and Diet Therapy". Krause, M.V., Mahan, L.K. 1984.
- Strong, F.M. & Koch, G.H. 1974. *Biochemistry Laboratory Manual*. Amerika Syarikat: The McGraw-Hill Companies Inc.
- Thomas, W.R. 1997. *Carrageenan*. Dlm.: Imeson, A. (pnyt.) *Thickening and Gelling Agents for Food*. Ed. ke-2. Aspen Publishers, Inc., Amerika Syarikat, 45-59.
- Whyte, J.N.C. & Englar J.R. 1980. Chemical composition and quality of agar in the morphotypes of *Gracilaria* from British Columbia. *Botanica Marina*. **23**, 277-283.



Wong, K.H. & Cheung C.K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part II. In vitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Elsevier Science Ltd.* **72**, 11-17.

Zubaidah Haji Abdul Rahim. 1992. *Pemakanan: pendekatan dari segi biokimia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

