

**PEMBANGUNAN GULA-GULA CAMPURAN RUMPAI LAUT (*Eucheuma cottoni*)
DAN ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa, L*)**

GARRY KUAN PEI ERN

**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**

Februari 2005

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PEMBANGUNAN GULA-GULA CAMPURAN RUMPAT LAUT DAN ROSELLEIJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DAN PEMAKANANSESI PENGAJIAN: 2002/2003Saya GARRY KUAN PEI ERN
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/ 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 (/)

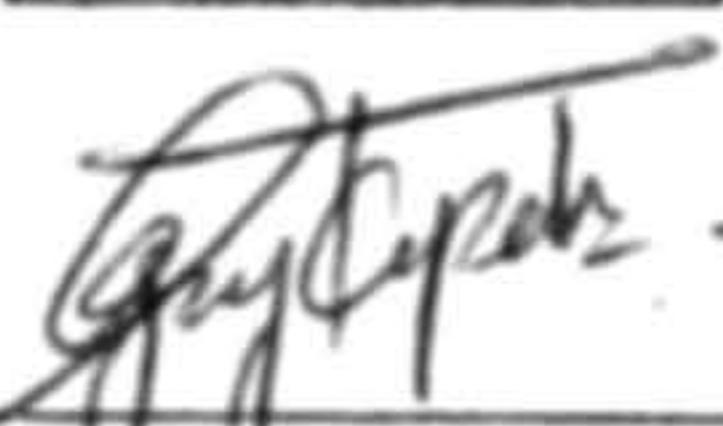
SULIT

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

TERHAD

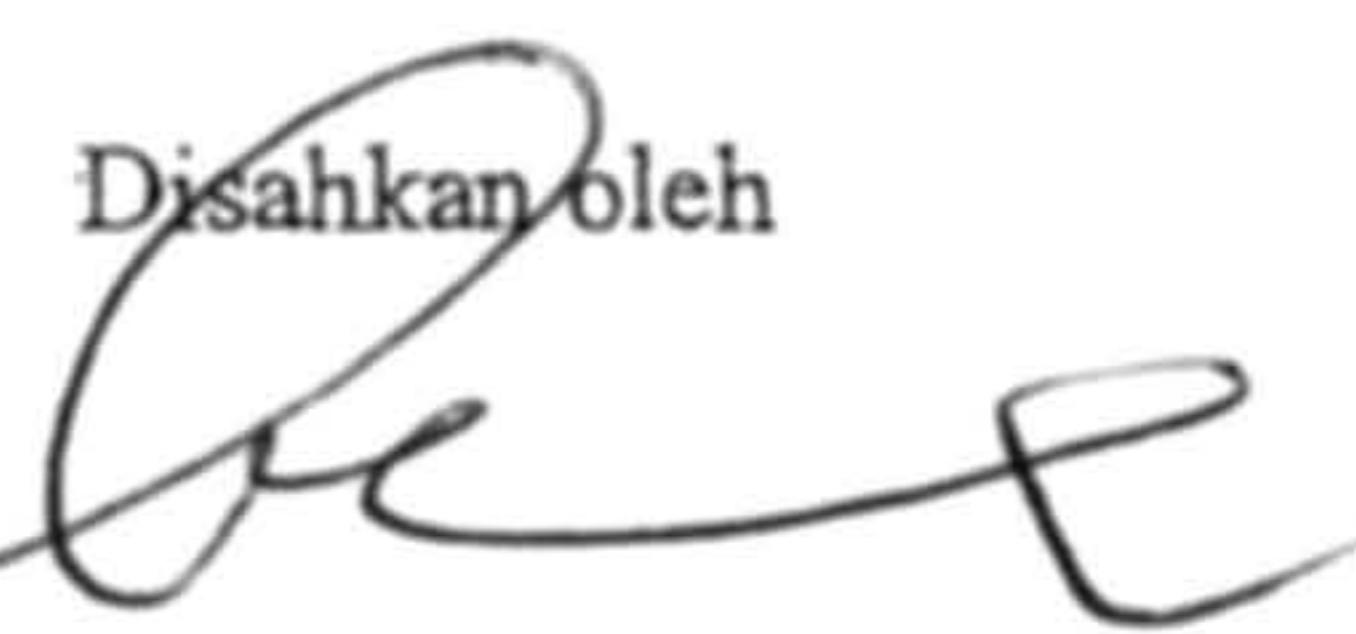
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD



(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)mat Tetap: 22-1-8, MIDLANDS COURT,
10250 JALAN MIDLAND,
PULAU TIKUS, PENANG.EN. MANSOOR ABDUL HAMID

Nama Penyelia

Tarikh: 22/3/2005Tarikh: 22/3/2005

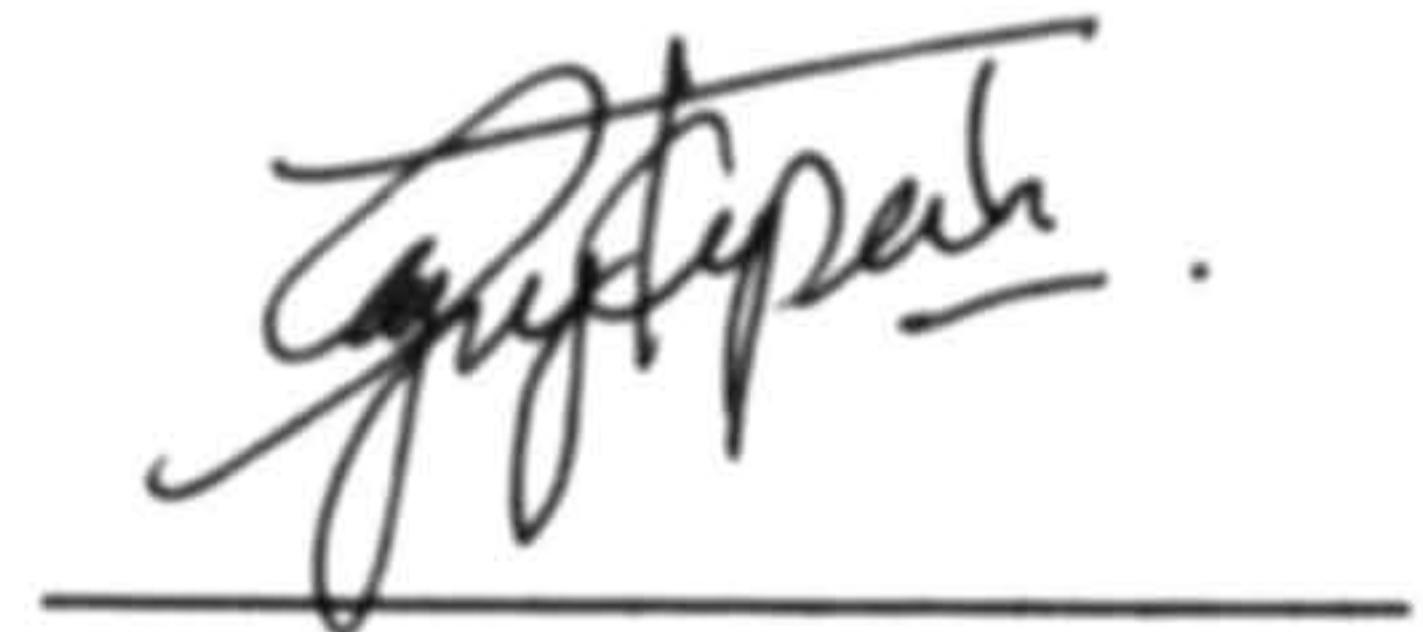
- CATATAN:
- * Potong yang tidak berkenaan.
 - * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organsasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
 - * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah 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 setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

26 Februari 2005



GARRY KUAN PEI ERN

HN 2002 - 3628



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan****1. PENYELIA**

(EN. MANSOOR ABDUL HAMID)

**2. PEMERIKSA – 1**

(DR. CHYE FOOK YEE)

**3. PEMERIKSA – 2**

(MISS HO AI LING)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. MOHD.ISMAIL ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil peluang ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada beberapa pihak yang telah banyak memberi sokongan, dorongan dan nasihat sepanjang penyelidikan ini. Terlebih dahulu, setinggi-tingginya ribuan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya, Encik Mansoor Abdul Hamid yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, sokongan dan cadangan yang membina dalam menjayakan projek penyelidikan ini.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP) Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah serta para pensyarah lain yang telah banyak memberikan didikan dan ajaran kepada saya sepanjang pengajian saya. Tidak lupa juga, penghargaan buat Encik Taipin, Encik Othman, Encik Awang dan Cik Intan selaku pembantu makmal yang sudi memberi tunjuk ajar dalam penggunaan alat makmal.

Terima kasih juga kepada semua rakan seperjuangan, rakan-rakan dan individu-individu lain atas galakan dan pertolongan yang dihulurkan sama ada secara langsung mahupun tidak langsung kepada saya dari mula hingga akhir penyelidikan. Tanpa bantuan mereka, adalah mustahil buat diri saya untuk menyiapkan tesis ini.

Buat emak, bapa dan keluarga tersayang, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan rasa terima kasih yang tidak terhingga kerana bimbingan, dorongan dan sokongan yang diberikan tanpa mengenal erti lelah kepada saya.

Garry Kuan Pei Ern
HN 2002 - 3628



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk membangunkan satu produk gula-gula rumpai laut campuran roselle. Objektif kajian ini dijalankan untuk menentukan pemilihan formulasi yang terbaik berdasarkan penilaian deria, penentuan ciri-ciri fiziko-kimia terhadap formulasi terbaik yang dipilih serta mengkaji kesan penyimpanan terhadap mutu produk gula-gula melalui analisis proksimat dan ujian mikrobiologi. Penilaian sensori awal melalui ujian pemeringkatan dijalankan untuk memperolehi 4 formulasi terbaik (F13, F15, F18 dan F24) daripada 24 formulasi. Reka bentuk faktorial digunakan untuk pemilihan 24 formulasi dengan mengubah nisbah rumpai laut (6%, 9% dan 12%), nisbah gula (40.17% dan 45.17%), nisbah pati roselle (2% dan 4%) dan nisbah asid sitrik (0.8% dan 1.0%). Formulasi terbaik iaitu F24 melalui ujian hedonik dengan peratusan kandungan bahan mentah sebanyak 12% rumpai laut, 45.17% gula, 4% pati roselle, 1.0% asid sitrik, 33.17% sirap glukosa, 2.5% krim tartar dan 2.16% air, mencapai skor nilai min 5.43 ± 0.84 bagi atribut penerimaan keseluruhan. Analisis proksimat meliputi analisis terhadap kandungan air, abu, protein, lemak, serabut dan karbohidrat masing-masing mencatatkan nilai $0.46 \pm 0.02\%$, $4.49 \pm 0.04\%$, $0.21 \pm 0.03\%$, $3.43 \pm 0.02\%$, $0.31 \pm 0.02\%$ dan $91.1 \pm 0.05\%$. Analisis mutu simpanan selama tempoh penyimpanan 12 minggu telah dilakukan terhadap pembungkusan beg plastik, botol plastik dan botol kaca dengan melihat corak perubahan dalam analisis fizikokimia seperti nilai pH, jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Briks), kandungan kelembapan dan kandungan asid tertirat. Hasil ujian mikrobiologi menunjukkan produk akhir yang disimpan pada suhu bilik sewaktu tempoh penyimpanan adalah bebas daripada pertumbuhan mikrob. Berdasarkan kepada hasil ujian perbandingan berganda menyatakan tidak terdapat perbezaan signifikan bagi gula-gula yang disimpan dalam ketiga-tiga jenis pembungkusan. Hasil kajian pemasaran menunjukkan sebanyak 65% pengguna yang disoal-selidik akan membeli produk gula-gula ini. Sehubungan itu, produk gula-gula rumpai laut campuran roselle mempunyai potensi pemasaran yang menggalakkan.



PRODUCT DEVELOPMENT OF HARD BOIL CANDY SEAWEED WITH ROSELLE.

ABSTRACT

This research was carried out in order to develop a hard boil candy confectionary seaweed with roselle. The objectives of this research is to produce the best formulation with respect to sensory evaluation; conduct physicochemical test, shelf-life storing with respect to proximate analysis and microbiology test. Preliminary study covers 24 formulations, which the best 4 formulation (F13, F15, F18 and F24) was selected by using the ranking test. Experimental design using factorial method was conducted to formulate 24 formulations with modifications on seaweed (6%, 9% and 12%), sugar content (40.17% and 45.17%), extract roselle (2% and 4%), citric acid (0.8% and 1.0%). The best formulation was chosen based on sensory evaluation using the hedonic scale test. Formulation 24, which has the ratio of 12% seaweed, 45.17% sugar content, 4% extract roselle, 1.0% citric acid, 33.17% glucose syrup, 2.5% cream of tartar and 2.16% water, was selected as the most accepted product with total min score of 5.43 ± 0.84 . Proximate analysis showed that the candy content were $0.46 \pm 0.02\%$ moisture content, $4.49 \pm 0.04\%$ ash content, $0.21 \pm 0.03\%$ protein, $3.43 \pm 0.02\%$ lipid, $0.31 \pm 0.02\%$ crude fiber dan $91.1 \pm 0.05\%$ carbohydrates. The quality of the final product during storage for 12 weeks on 3 different packaging, which is plastic bag, plastic container and glass container, was studied based on the physicochemical test, microbial test and sensory evaluation test. Microbiology test carried out showed that all the samples were free from microbial growth. According to the multiple comparison test showed that there was no significant different between the 3 packaging. A total of 62% of respondent in the consumer test shown that they like the seaweed candy and 65% of respondent will buy the product if the product is marketed. This shown that this product has a high potential to be marketed in the market.



KANDUNGAN

	MUKA SURAT
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI SINGKATAN	xvi
SENARAI SIMBOL	xvii
SENARAI UNIT	xviii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 4
2.1 Rumpai laut	4
2.1.1 Pengelasan rumpai laut	6
2.1.1.1 Alga Hijau (<i>Chlorophyta</i>)	7
2.1.1.2 Alga Perang (<i>Phaeophyta</i>)	7
2.1.1.3 Alga Merah (<i>Rhodophyta</i>)	8
2.1.2 Rumpai laut <i>Eucheuma</i>	8
2.1.3 Nilai Pemakanan Rumpai laut	10
2.1.3.1 Polisakarida dan fiber dietari	11
2.1.3.2 Abu dan mineral	13
2.1.3.3 Protein dan asid amino	14
2.1.3.4 Lipid dan asid lemak	15
2.1.3.5 Vitamin	15
2.1.4 Hasil Pengekstrakan rumpai laut	16



2.1.4.1 Agar	17
2.1.4.2 Alginate	19
2.1.4.3 Karageenan	22
2.1.5 Pengeluaran rumpai laut	26
2.1.5.1 Pengeluaran dunia rumpai laut	27
2.1.5.2 Pengeluaran rumpai laut di Sabah	28
2.2 Bunga Roselle	29
2.2.1 Sifat Roselle	31
2.2.2 Varieti Pokok Roselle	32
2.2.3 Kandungan Nutrisi Roselle	32
2.2.4 Anthosianin Dalam Roselle	34
2.2.5 Hasilan daripada Roselle	35
2.2.6 Kepentingan Roselle dari segi Perubatan	37
2.2.7 Industri Roselle di Malaysia	38
2.3 Konfektionari gula-gula	39
2.4 Gula	41
2.5 Sirap gula	42
2.6 Sirap Glukosa	43
2.6 Asid Sitrik	44
2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan pembentukan hablur keras gula-gula	45
2.7.1 Kuantiti asid	45
2.7.2 Suhu pemanasan	46
2.7.3 Masa Pemanasan	46
2.7.4 Gula sukrosa yang tidak larut	47
2.7.5 Pemejalan terlalu awal	47
2.7.6 Kandungan air	48
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	49
3.1 Bahan mentah	49
3.2 Kaedah Pemprosesan	49
3.2.1 Penyediaan ekstrak Roselle	50
3.2.2 Penyediaan puri rumpai laut	50
3.2.3 Penyediaan acuan tepung	50



3.2.4 Pemprosesan gula-gula	50
3.3 Reka Bentuk Eksperimen	54
3.4 Penilaian Sensori	55
3.4.1 Ujian pemeringkatan	56
3.4.2 Ujian skala hedonik	56
3.5 Analisis Kimia	57
3.5.1 Penentuan pH	57
3.5.2 Jumlah Pepejal larut	58
3.5.3 Penentuan kandungan kelembapan	58
3.5.4 Penentuan kandungan asid tertitrat	59
3.6 Ujian Mikrobiologi	59
3.6.1 Penyediaan medium	59
3.6.2 Penyediaan sampel	60
3.6.3 Pemiringan	60
3.6.4 Pengiraan koloni	60
3.7 Analisis Proksimat	61
3.7.1 Penentuan kandungan kelembapan	61
3.7.2 Penentuan kandungan abu	62
3.7.3 Penentuan kandungan protein	63
3.7.4 Penentuan kandungan lemak	65
3.7.5 Penentuan kandungan serabut kasar	66
3.7.6 Penentuan kandungan karbohidrat	67
3.8 Mutu simpanan	68
3.8.1 Analisis Kimia	68
3.8.2 Ujian Mikrobiologi	68
3.8.3 Penilaian deria	68
3.9 Penganalisis Data	69
3.10 Kajian Pengguna	69
BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	70
4.1 Penilaian sensori pada peringkat pengformulasi gula-gula	70
4.1.1 Ujian pemeringkatan sesi pertama	70
4.1.2 Ujian pemeringkatan sesi kedua	72
4.1.3 Ujian pemeringkatan sesi ketiga	73



4.1.4 Ujian pemeringkatan sesi keempat	74
4.2 Penilaian sensori hedonik bagi gula-gula rumpai laut	76
4.2.1 Warna	78
4.2.2 Aroma	79
4.2.3 Tekstur	79
4.2.4 Kemanisan	80
4.2.5 Kemasaman	81
4.2.6 <i>After-taste</i>	82
4.2.7 Penerimaan keseluruhan	82
4.3 Pemilihan formulasi terbaik sebagai produk akhir	83
4.4 Analisis kimia	84
4.4.1 Nilai pH	84
4.4.2 Jumlah pepejal larut	85
4.4.3 Kandungan kelembapan	86
4.4.4 Kandungan peratusan asid	86
4.5 Ujian mikroorganisma	87
4.6 Analisis Proksimat	87
4.6.1 Kandungan kelembapan	88
4.6.2 Kandungan abu	89
4.6.3 Kandungan protein	90
4.6.4 Kandungan lemak	91
4.6.5 Kandungan serabut kasar	92
4.6.6 Kandungan karbohidrat	92
4.7 Kajian mutu simpanan	93
4.7.1 Analisis kimia	93
4.7.1.1 Nilai pH	93
4.7.1.2 Jumlah pepejal larut	94
4.7.1.3 Kandungan kelembapan	95
4.7.1.4 Kandungan asid tertitrat	97
4.7.2 Analisis ujian mikrobiologi	98
4.7.3 Penilaian deria	100
4.7.3.1 Warna	101
4.7.3.2 Aroma	102
4.7.3.3 Tekstur	103



4.7.3.4 Kemanisan	104
4.7.3.5 Kemasaman	105
4.7.3.6 After taste	106
4.7.3.7 Penerimaan keseluruhan	107
4.7.4 Pemilihan pembungkusan yang terbaik	109
4.5 Ujian Pemasaran	110
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	115
5.1 Kesimpulan	115
5.2 Cadangan	116
RUJUKAN	118
LAMPIRAN	128



SENARAI JADUAL

No. Jadual	MUKA SURAT
2.1 Ciri-ciri taksonomi rumpai laut	6
2.2 Pengeluaran rumpai laut <i>Eucheuma</i> bagi beberapa negara	9
2.3 Menunjukkan jumlah petani rumpai laut yang menanam rumpai laut jenis <i>Eucheuma</i> , jumlah keluasan penanaman rumpai laut, jumlah rumpai laut yang diproses secara basah dan jumlah rumpai laut yang dikeringkan di negeri Sabah (1996-2002)	10
2.4 Polisakarida utama di dalam rumpai laut	12
2.5 Pengelasan rumpai laut dan ekstraknya	16
2.6 Kegunaan agar dalam berbagai bidang	18
2.7 Pengeluaran agar-agar dunia pada tahun 2001	19
2.8 Pasaran agar-agar dunia pada tahun 2001	19
2.9 Kegunaan alginat dalam pelbagai bidang	21
2.10 Pengeluaran alginat (tan) mengikut kawasan geografi pada tahun 2001	21
2.11 Perbezaan ciri-ciri antara kappa, iota dan lambda karagenan	24
2.12 Pecahan peratus bagi penggunaan karagenan dalam pelbagai sektor	25
2.13 Kegunaan karagenan dalam beberapa sektor	26
2.14 Beberapa kajian analisis proksimat per 100g yang dijalankan terhadap kaliks roselle	33
2.15 Kuantiti per kapita pengambilan konfektionari gula-gula di beberapa negara pada tahun 2002	41
2.16 Suhu Pemanasan mengikut Jenis-jenis Konfektioneri	46
3.1 Senarai bahan-bahan mentah yang digunakan, sumber, pengeluar dan harga yang digunakan dalam penghasilan gula-gula rumpai laut campuran roselle	49
3.2 Formulasi asas gula-gula ros	54
3.3 Formulasi Pembuatan Gula-gula Rumpai Laut campuran Roselle	55



4.1	Nilai min skor (n=40), hasil ujian pemeringkatan bagi gula-gula yang mengandungi 0.8% asid sitrik dan 2% pati roselle dengan pengubahsuaiian puri rumpai laut dan kandungan gula bagi sensori sesi pertama	71
4.2	Nilai min skor (n=40), hasil ujian pemeringkatan bagi gula-gula yang mengandungi 1.0 asid sitrik dan 2% pati roselle dengan pengubahsuaiian puri rumpai laut dan kandungan gula bagi sensori sesi kedua.	72
4.3	Nilai min skor (n=40), hasil ujian pemeringkatan bagi gula-gula yang mengandungi 0.8 asid sitrik dan 4% pati roselle dengan pengubahsuaiian puri rumpai laut dan kandungan gula bagi sensori sesi ketiga	74
4.4	Nilai min skor (n=40), hasil ujian pemeringkatan bagi gula-gula yang mengandungi 1.0 asid sitrik dan 4% pati roselle dengan pengubahsuaiian puri rumpai laut dan kandungan gula bagi sensori sesi ketiga	75
4.5	Nilai skor min (n=40) hasil penilaian sensori gula-gula rumpai laut campuran roselle pada peringkat pengformulasi	77
4.6	Nilai min (n=3) pH, jumlah pepejal larut, kandungan kelembapan dan kandungan asid tertitrat produk akhir gula-gula	85
4.7	Nilai min (n=3) kandungan kelembapan, abu, protein, lemak, serabut kasat dan karbohidrat akhir gula-gula	89
4.8	Latar belakang pengguna yang mengambil bahagian dalam soal selidik ujian pengguna secara rawak	111



SENARAI RAJAH

No. Rajah	MUKA SURAT
2.1 Struktur kimia bagi agar	17
2.2 Struktur kimia bagi alginate	20
2.3 Struktur karageenan	22
2.4 Negara-negara pengeksport rumpai laut	28
2.5 Tapak Penanaman pokok roselle di Penampang, Sabah	30
2.6 Formula Struktur Sukrosa	42
3.1 Carta aliran pemprosesan gula-gula rumpai laut campuran roselle	52
3.2 Antara peralatan dan radas yang digunakan untuk membuat gula-gula keras	53
3.3 Pemanas 'hot plate', mangkuk keluli, termometer dan juga refraktometer	53
3.4 pH meter yang digunakan untuk penentuan pH gula-gula	57
3.5 Oven redup 550°C yang digunakan untuk penentuan kandungan abu	63
3.6 Penentuan kandungan protein bagi gula-gula rumpai laut	64
3.7 Radas pengekstrakan soxhlet untuk pengekstrakan asid lemak	66
4.1 Perubahan pH bagi gula-gula bagi gula-gula disimpan dalam beg plastik, botol plastik dan botol kaca pada suhu 27°C	94
4.2 Perubahan kandungan jumlah pepejal larut bagi gula-gula disimpan dalam beg plastik, botol plastik dan botol kaca pada suhu 27°C	95
4.3 Perubahan kandungan kelembapan bagi gula-gula disimpan dalam beg plastik, botol plastik dan botol kaca pada suhu 27°C	96
4.4 Perubahan kandungan asid tertitrat (%) bagi gula-gula disimpan dalam beg plastik, botol plastik dan botol kaca pada suhu 27°C	97
4.5 Perbandingan nilai skor min bagi atribut warna antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	102



4.6	Perbandingan nilai skor min bagi atribut aroma antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	103
4.7	Perbandingan nilai skor min bagi atribut tekstur antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	104
4.8	Perbandingan nilai skor min bagi atribut kemanisan antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	105
4.9	Perbandingan nilai skor min bagi atribut kemasaman antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	106
4.10	Perbandingan nilai skor min bagi atribut <i>after-taste</i> antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	107
4.11	Penerimaan keseluruhan bagi atribut penerimaan keseluruhan antara 3 jenis pembungkusan dengan sampel segar	108
4.12	Perbandingan peratus bagi tahap kesukaan pengguna terhadap gula-gula	112
4.13	Perbandingan peratus bagi tahap kesukaan pengguna terhadap gula-gula rumpai laut campuran roselle	113
4.14	Perbandingan peratusan respon pengguna jika produk gula=gula rumpai laut campuran roselle dijual di pasaran	114



SENARAI SINGKATAN

ANOVA	Analisis Varians
AOAC	The Association of Analytical Chemists
CFU	Colony forming Unit
DE	Nilai Setara Dekstrosa
HDPE	High Density Polytethilena
WHO	World Health Organisation
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
TPC	Total Plate Count
USDA	United States Department of Agriculture
SPSS	Statistical Package for Social Science



SENARAI UNIT

%	peratus
kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
l	liter
ml	mililiter
°C	darjah Selsius
°F	darjah Fahrenheit
cm	sentimeter
m	meter
°Briks	darjah briks
cfu/g	coloni forming unit/ gram
a_w	aktiviti air



SENARAI SIMBOL

&	dan
\pm	lebih atau kurang
β	beta
α	alfa
λ	lambda



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Gula-gula adalah suatu jenis produk hasil konfektioneri yang popular pada masa kini. Gula-gula amat digemari oleh kanak-kanak dan digunakan untuk memujuk mereka atas kemanisannya. Selain itu, gula-gula merupakan snek kegemaran bagi golongan muda disebabkan keunikannya (John, 2003). Jadi, tidak hairanlah pasaran konfektioneri gula amat luas pada pasaran global.

Produk konfektioneri merupakan semua konfeksi dan gula-gula yang terdapat dalam bentuk pepejal lembut ataupun keras. Produk ini boleh dibahagi kepada beberapa jenis seperti konfeksi tidak berkristal, konfeksi berkristal dan konfeksi *aeroted* (Carroll, 1997). Mengikut Peraturan-peraturan makanan Malaysia 1985; peraturan 136.1, konfeksi gula hendaklah apa-apa hasil yang sebahagian besarnya diperbuat daripada gula glukosa, sorbitol ataupun apa-apa bahan pemanis lain selain pemanis tanpa zat, dengan atau tanpa makanan lain dan hendaklah termasuk gum kunyah, gum gelembung, dan konfeksi kunyahan lain serta hiasan-hiasan kek tetapi tidak termasuk konfeksi sejuk beku. Manakala peraturan 136.2 sebagai tambahan menyatakan konfeksi gula-gula boleh mengandungi bahan pewarna, perisa dan pengawet yang dibenarkan.

Jenis gula-gula yang dihasilkan ditentukan berdasarkan struktur dan teksturnya. Suhu pemprosesan, tindakan mengacau semasa pemprosesan,



kepekatan gula dan bahan tambahan adalah faktor yang mempengaruhi jenis gula yang dihasilkan (Justin, 2002). Sirap glukosa merupakan bahan asas dalam pembuatan gula-gula. Sakarin dan Natrium siklamat tidak digunakan sebagai pemanis kerana tidak mempunyai ciri-ciri seperti kemanisan semulajadi, pembentukan adunan, dan kebolehan menghasilkan pelbagai jenis makanan (Moira, 2004).

Gula-gula di pasaran kini terdiri daripada gula-gula berkristal (crystalline candies) dan gula-gula tidak berkristal (non-crystalline candies). Gula-gula berkristal boleh dibahagi kepada dua kumpulan iaitu gula kristal yang dapat dikesan oleh lidah, misalnya gula-gula batu. Manakala, kumpulan kedua merupakan gula tidak berkristal yang sangat halus dan tidak dapat dikesan oleh lidah. Contohnya gula-gula lembut 'fondant' dan 'fudge' (Quinton & Kennedy. 2002).

Rumpai laut dari spesies *Eucheuma cottonii* adalah banyak dikulturkan di perairan Malaysia Timur khususnya di perairan Negeri Sabah. Kajian sains telah membuktikan rumpai laut ini sangat berguna dalam banyak proses kimia dan bioteknologi (LKIM, 2002) misalnya hasil rekombinan protein seperti pembuatan baja dan karageenan-enzim terubahsuai (Ruiter & Rudolph, 1997). Rumpai laut *Eucheuma* spesies digunakan sebagai bahan mentah dalam pengekstrakan karageenan iaitu sejenis penstabil, agen penggelan dan elmusi (Mchugh, 2003). Kerajaan negeri Sabah telah berusaha membangunkan pengkulturan rumpai laut *Eucheuma* di Pulau Bangi, Kudat dan Semporna bagi tujuan komersial. Di Malaysia kegunaan rumpai laut secara mentah sangat terhad dan hanya digunakan sebagai sumber makanan, baja, makanan haiwan dan ubat traditional (Normah & Narifah, 2002). Dengan ini, kajian telah dijalankan untuk mempelbagaikan penggunaan rumpai laut terutamanya sebagai ramuan dalam pemprosesan makanan yang berfungsi atau berkhasiat (Hashim & Chu, 2004).



Bunga Roselle (*Hibiscus sabdariffa, L.*) adalah berwarna merah cerah, salut bunga atau kalisnya berwarna merah gelap. Ia adalah lebih tebal jika dibandingkan dengan bunga raya biasa. Bahagian bunga roselle yang boleh diproses menjadi makanan ialah salut bunganya yang dikerah (kaliks), mempunyai rasa yang amat masam (Faridah, 1998). Salut bunga ini boleh diproses menjadi pelbagai jenis hasilan makanan seperti minuman, halwa, puding, kek, jeli, sos, jeruk, teh, dan serbuk atau helaian minuman roselle (Chewonarin *et al.*, 1999). Bagi daun dan batang muda roselle pula juga boleh dimakan sebagai ulam atau salad dan juga boleh digunakan sebagai perisa kari. Roselle mempunyai kandungan pigmen anthosianin dan vitamins yang tinggi, ini menjadikannya sesuai digunakan sebagai pewarna asli dan agen pengnyahoksidaan (Omobuwajo, Sanni & Balami, 2000).

Memandangkan kekurangan kajian tempatan dijalankan untuk membangunkan gula-gula yang diproses daripada rumput laut, maka kajian ini dilakukan bertujuan pembangunan gula-gula daripada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan campuran bunga roselle (*Hibiscus sabdariffa, L.*).

1.2 Objektif Kajian

1. Membangunkan produk gula-gula rumput laut (*Eucheuma cottonii*) campuran bunga roselle (*Hibiscus sabdariffa, L.*).
2. Menjalankan ujian fiziokimia, analisis proksimat, analisis mikrobiologi dan mengkaji mutu simpanan bagi gula-gula rumput laut campuran bunga roselle.
3. Menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap gula-gula rumput laut campuran bunga Roselle.
4. Menentukan potensi pasaran bagi gula-gula rumput laut campuran bunga Roselle dengan menjalankan ujian pasaran di kalangan pengguna.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Rumpai Laut

Rumpai laut adalah tumbuhan marin yang tersebar meluas di seluruh dunia dan telah dijadikan makanan manusia sejak 600 tahun sebelum masihi (Morales *et al.*, 2005).

Lebih daripada 20,000 tan metrik telah dituai setahun untuk kegunaan makanan ataupun dijadikan fitokoloid (algin, karagenan, agar) di kawasan berdekatan dengan luatan Asia Tenggara (Hashim & Chu, 2004). Menurut Morales *et al.* (2005), rumpai laut telah digunakan dalam industri makanan untuk menghasilkan produk biskut, kentang, sos, jam, keju, teh, mee, mayones, sup segera, sambal dan juga roti vegetarian. Menurut Chang *et al.* (2004) pula, kebanyakan spesis rumpai laut adalah kaya dengan vitamin, garam galian, serabut, abu, polisakarida, komponen bioaktif semulajadi, polisakarida berfungsi dan bahan antioksida semulajadi. Tambahan pula, ia mengandungi lipid, protein dan lemak (omega 3 dan omega 6) (Machado *et al.*, 2004).

Rumpai laut adalah tumbuhan tidak bervaskular daripada kumpulan alga (Ahmad, 1995). Tumbuhan ini mempunyai sifat melekap, mencengkam kuat pada substrat dengan bantuan organ pelekap. Rumpai laut mempunyai lebih daripada 10,000 spesies di dunia (Lindsey & White, 2002). Daripada itu, lebih kurang 221 spesies rumpai laut telah dituaikan untuk kegunaan manusia, di antaranya 145 spesies itu telah dijadikan sebagai makanan manusia manakala 101 spesies yang lain telah digunakan untuk pengekstrakan fitokoloid (Lindsey & White, 2002).



Rumpai laut adalah tumbuhan yang tidak dapat dibahagikan kepada akar, batang dan daun. Sebaliknya semua bahagian tumbuhan adalah serupai, dan dikenalinya sebagai talus. Dalam persekitaran laut, semua bahagian rumpai laut adalah berhubungan dengan air. Oleh itu, ia boleh menyerap bendalir, nutrien dan gas dari air tanpa bantuan sistem pengaliran dalaman (Waikiki Aquarium Education Department, 1998). Rumpai laut dapat dibahagikan kepada mikro-alga dan makro-alga. Mikro-alga seperti alga biru-hijau (*Cyanophyta*) mempunyai saiz yang seni dan halus berbanding dengan makro-alga. (McHugh, 2003). Rumpai laut juga wujud dalam saiz yang berbeza-beza dan berbentuk dari mikroskopik sel tunggal sehingga ke bentuk makroskopik yang amat besar, di mana jasad dan talusnya yang jelas kelihatan (Rorrer & Cheney, 2004).

Rumpai laut boleh hidup di atas pelbagai substrat seperti pasir, lumpur, batu, serpihan batu, karang ataupun kerikil. Tumbuhan ini juga hidup secara epifit pada tumbuhan vaskular atau rumpai laut yang lain. Sehubungan itu, ia menggunakan tubuh haiwan yang lain (epizoik) sebagai habitatnya (Hanson, Hector & Feldmann, 2003). Rumpai laut boleh dikelas berdasarkan kepada morfologi, fisiologi, biokimia dan ultrastrukturnya. Walau bagaimanapun, pengelasan rumpai laut yang lebih tepat adalah bergantung kepada ciri-ciri pigmen, bahan simpanan fotosintesis, kemotilan, komposisi dinding sel dan struktur kasar serta jenis talusnya (Hanson, Hector & Feldmann, 2003)

Menurut Hashim dan Chu (2004), terdapat 4 kumpulan phyta yang mendominasi pigmen warna bagi rumpai laut yang dijumpai dalam lautan dunia. Antaranya terdiri daripada *Cyanophyta* (biru-hijau), *Chlorophyta* (hijau), *Rhodophyta* (merah) dan *Phaeophyta* (perang) yang merupakan makroalga. Rumpai laut jenis alga merah, perang dan hijau merupakan rumpai laut marin yang didapati di kawasan mempunyai kecerunan kemasinan seperti teluk, kuala dan di kawasan pantai

RUJUKAN

- Abbott, A. I. 1996. Ethnobotany of seaweeds: clues to uses of seaweeds. *Hydrobiologia* **326**: 15-20.
- Adriano, G.V., Miguel, D.N., Maria E.R.D. & Alberto, S.C. 2004. Alkali modification of carrageenans. Part V. The iota-*nu* hybrid carrageenan from *Eucheuma denticulatum* and its cyclization to iota-carrageenan. *Carbohydrate Polymers* **58**: 455-460
- Ahmad Ismail. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Alejandra M. M. 2002. Advances in sensory evaluation for quality control. *Food Quality and Preference*. **13**:327-328.
- Alikonis, J.A. 1979. Nutrient intake and haematological status of vegetarians and age-sex matched omnivores. *European Journal Clinical Nutrition* **48**, 538-546.
- Aminah, A., Ayob, M.K & Hashim, Z. 1992. *Pengenalan kepada Sains Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Terjemahan. Nickerson & John.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Amir, N., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. & Yarish, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* **231** :361-391.
- Andreas, D., Holger, K. & Peter, W. 2000. Separation and Purification of Anthocyanins by High-Speed Countercurrent Chromatography and Screening for Antioxidant Activity. *Food Hydrocolloids* **21**: 139-143
- Armisen, R. & Galatas, F. 1987. Production, properties and use of agar. Dlm: McHugh, D., J., Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. *FAO Fisheries Technical Paper* 288. Food and Agricultural Organization of The United Nations, Rome.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis* (15 th ed). Washington, DC: Association of Official Analysis Chemists.
- Arellano, A.H., Romero, S.F., Chavez-Soto, M.A. & Tortoriello, J. 2004. Effectiveness and tolerability of a standardized extract from *Hibiscus sabdariffa* in patients with mild to moderate hypertension: a controlled and randomized clinical trial. *Phytomedicine* **11**: 375-382.
- Arturo, L. 1997. *Eucheuma* and its cultivation, South Africa.
<http://www.botany.uwc.ac.za/algae.html>.



- Ask, E. I. & Azanza, R. V. 2002. Advances in cultivation technology of commercial *eucheumatoid* species. *Aquaculture* **206**: 257-277.
- Baines, Z.V. & Morris, E.R. 1987. Flavour dan taste perception in thickened system using sensory test method. *Food Hydrocolloids* **13**: 197-205.
- Barraca, R. T. 1999. *Guided Manual: Development of seaweed farming enterprise*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Bridle, P. & Timberlake, C.F. 1996. Anthocyanin as natural food colours- selected aspects. *Food Chemistry* **58**:103-109.
- Brouk, B. 1975. *Plants Consumed by Man*. United States: Academic Press Inc. .
- Burdock, G.A. 1997 . *Encyclopedia of Food and Colour Additives*. Vol.1. US: CRC.Press.
- Buschmann, A.H., Daniel, V., Marcos, Cifuentes., Carmen, M., Gonzalez, H., Henriquez, L., Westermeier, R. & Correa, J.A. 2004. Experimental indoor cultivation of carrageenophytic red alga *Gigartina skottsbergii*. *Aquaculture* **241**(1): 357-370.
- Bush, W.J. 1957. *Skue's Complete Confectioner*. 13th edition. England: W.J.Bush & Co.Ltd.
- Cakebread, S. 1975. *Sugar and chocolate confectionary*. London: Oxford University Press.
- Calvo, C. & Salvado, A. 2000. Use of natural colorants in food gels-influence of composition of gels on their colour and study of their stability during storage. *Food Hydrocolloids* **14**: 439-443
- Carr, B.T., Civelle, G.V. & Mailgaard, M. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. United States: CRC Press.
- Carole, B. 1996. *Truffles, Candies, & Confections: Elegant Candy making in the Home*. United States: Crossing Press.
- Carroll, O.P. 1997. Sweet Confections. *The Journal of the Practising Food Technologist* **96**: 12-14.
- Castro, R., Zarra, I. & Lamas, J. 2004. Water soluble seaweed extracts modulate the respiratory burst activity of turbot phagocytes. *Aquaculture* **229**(1): 67-78.
- Ceirwyn, J. 1996. *Analytical Chemistry of Foods*. London: Blackie Academic & Professional.
- Chang, B.A., Jeon, Y.J., Kang, D.S., Shin, T.S. & Jung, B.M. 2004. Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Scytosiphon lomentaria* by electron spin resonance spectrometry. *Food Research International* **37**: 253-258.
- Chaplin, M. 2004. Hydrocolloid, London. <http://www.isbu.ac.uk/water/hydrocolloid.html>

- Chewonarin, T., Kinouchi, T., Kataoka, K., Arimochi, K., Kuwahara, T., Vinitketkumnuen, U. & Ohnishi, Y. 1999. Effects of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), on the Mutagenicity of Various Known Mutagens in *Salmonella typhimurium* and on Formation of Aberrant Crypt Foci Induced by the Colon Carcinogens Azoxymethane and 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-*b*]pyridine in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology* **37**(6): 591-601.
- Cooper, R.G. 1993. Winning at new product. Accelerating the process from idea to launch. *The journal of the Practising Food Technologist* **55**: 19-28.
- Cooper Heida. 2001. *Mother Estelle's Easy Homemade Candy Cookbook*. London: Athenean Press.
- Corrigan, V.K., Irving, D.E. & Potter, J.F. 2000. Sugars and sweetness in buttercup squash. *Food Quality and Preference* **11**: 313-322.
- Dale, N. & Faghre, M. 1998. Phycocolloid source, South Africa.
<http://www.botany.uwc.ac.za/algae.html>
- David, N. C., Maxine, R. C. & Valerie, S. M. 2001. A cross-cultural methodological study of the uses of two common hedonic response scales. *Food Quality and Preference* **12** : 119-131.
- Druehl, L. 2000. *Pacific Seaweeds*. Canada: Harbour Publishing.
- Duh, P.D. & Yen, G.C. 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. *Food Chemistry*. **60**:639-45.
- Ennis, D. M., 1990. Relative power of difference testing methods in sensory evaluation. *Food Technology* **44** (4), 114-117.
- Edward, W.P. 2001. *The Science of Sugar Confectionery*. UK: The Royal Society of Chemistry.
- Engel, J. F., Blackwell, R. D., & Minard, P. W. 1995. Consumer behaviour (8th ed.). New York: The Dryden Press.
- Esselen , W.B. & Sammy, G.M. 1973. Roselle- A natural colorant for foods. *Prod. Development*. **7**:80.
- Falshaw, R., Furneaux, R. H. & Stevenson, D. E. 2001. Agars from nine species of red seaweed in the genus *Curdiea* (Gracilariaeae, Rhodophyta). *Carbohydrate Research* **308**: 107-115.
- FAO/WHO. 1991. *Protein quality evolution*. Report of joint FAO/WHO expert consultation. Rome, Itali: Food and Agriculture Organization of United Nation.
- Faraji, M.H. & Tarkhani, A.H.H. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. *Journal of Ethnopharmacology* **65**: 231-236.
- Faridah, M.S. 1998. Roselle bunga yang enak dimakan. *Agromedia*. **3**:36.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Techology*. **10**:25-28.



- Fluente, M.A., Hemar, Y. & Singh, H. 2004. Influence of k-carrageenan on the aggregation behaviour of protein in heated whey protein isolate solutions. *Food Chemistry* **86**: 1-9.
- FMC, 2002. *Marine Colloid, Carrageenan*. FMC Food Ingredients Division. FMC Corporation, Philadelphia, PA.
- Francis, F. J. 1995. Food colorants: anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **28**:273–314.
- Frank, P. 2001. The wide world of confectionaries. *The journal of the practising food technologies* **15**: 22-30.
- Forsythe, S.J. & Hayes, P.R. 1998. *Food Hygiene, Microbiologi and HACCP*. Great Britain: Chapman & Hall Publication.
- Galland-Irmouli, A. V., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M., Rouxel, M., Barbaroux, O., Bronowicki, J. P., Villaume, C. & Gueant, J. L. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmate* (Dulse)., *J. Nutr. Biochem.* **10**: 353-359.
- Geraldine, A., 1996. Now For Roselle Tea, Jam & Jelly. New Straits Times. 19/7/96.
- Giese, J. 1994. Proteins as ingredients: Types, functions, applications. *Food Technologies* **48**(10):50-60.
- Glicksman, M. 1993. *Gum technology in the food industry*. New York: Academic Press.
- Goldberg, I & Williams, R. 1991. *Biotechnology and good ingredient*. New York: Van Nostrand Reinold.
- Hasell, S.K. & Salter, M.A. 2003. Review of the microbiological standards for foods. *Food Control* **14**: 391-398.
- Hassan, B.H. & Hobani, A.I. 1998. Flow properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Journal of Food Engineering* **35** (4): 459-470.
- Hassan, Y. 2002. *Permintaan produk Roselle melebihi bekalan*. Terengganu: Lajnah Penerangan dan Dakwah, DPP.
- Hansen, H.R., Hector, B.L. and Feldmann, J. 2003. A qualitative and quantitative evaluation of the seaweed diet of North Ronaldsay sheep. *Animal Feed Science and Technology* **105**, 21-28.
- Hashim, M.A & Chu, K.H. 2004. Biosorption of cadmium by brown, green and red seaweeds. *Chemical Engeneering Journal* **97**: 249-255.
- Heka Consult. 2002. Carrageenan and PES - chemistry, properties and selection for food applications. Philippines, <http://www.users.skynet.be/heka/carragen.html>
- Hermelstein, N.H. 1999. Review on Confectionary Processing. *Food Technology* **53**: 33-47.



- Hoffmann, C.M., Kenter, C. & Bloch, D. 2005. Marc Concentration of sugar beet (*Beta vulgaris L*) in relation to sucrose storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **85**: 459-465.
- Howard, H.D. 1992. Roselle-potential source of important plant fiber. *Journal Industrial Research* **14**:98-98.
- ICMSF. 1986. *Microorganisms in food, sampling for microbiological analysis: principle and specific application*. University of Toronto Press.
- Imesan Alan. 1999. *Thickening & Gelling Agents for Food*. New York: An Aspen Publication.
- International Trade Data. 2003. Countries of potential export of seaweed from 1998-2002.
- Jabatan Pertanian Negeri Sembilan. 2004. Research and data on the potential of Roselle. *Agromedia*.
- Jackson, E.B. 1990. Present and future needs for algae and algae products. *Hydrobiology* **260/261**:15-21.
- Jaros, D., Rohm, H. & Strobl, M., 2000. Appearance Properties- A Significant Contribution to Sensory Food Quality? *Lebensm.Wiss.Technol.* **33** 320-326.
- James, A.D. 1983. *The chemistry and the uses of Hibiscus sabdariffa.L as medicine.. Handbook of Energy Crops*.
- Jane, R.W. & Steven L. 2004. Sweetening confectionery as functional food category. *The journal of the practicing Food Technologist* **11**: 29-33.
- Jen, P.T., John, M., Philip, P., Blake, C. & Jordon, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa. L.* extract. *Food Research International* **35** (4):351-356.
- Jurkovic, N., Kolb, N. Ken, E.T, & Colic, I., 1995. Nutritive value of marine algae *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Nahrung* **1**. 63-66.
- John, R. 2003. R & D at Kraft Foods:The largest food company in North America. *Food Technology* **57**(2): 26-34.
- Justin, J.A. 2002. *Candy Technology-Latest Inovative Technology In Confectionaries*. Westport: AVI publishing company.
- Kamat, S. Y., Wahdulla, S., D., Souza, L., Naik, C. G., Ambiye, V., Bhakuni, D. S., Goel, A. K., Garg, H. S. & Srimal, R. C. 1992. Bioactivity of marine organisms,VI.Antiviral evaluation of marine algal extracts from the Indian coast. *Botanica Marina* **35** : 161-164.
- Kendrick, R. 1987. *Candy Making-Hard and soft candies*. London. HP Books Publishers.
- Kuntz, L. A. 1994. Fiber: from frustration to functionality. *Food Product Design*. **2**:91-108.



- Khotimchenko, S. V., Vaskovsky, V. E. & Przhemenetskaya, V. F. 1991. Distribution of Eicosapentaenoic and Arachidonis Acids In Different Species of Gracilaria. *Phytochemistry* **30** (1): 207-209.
- Kirk, R.S., Sawyer, R. 1997, *Pearson's Composition and Analysis of Foods*, 9th ed., Longman, Singapore, **238**:638.
- Lapedes, Daniel, V. 1977. *Encyclopedia of Food, Agricultural and Nutrition*.Filipina: Mc.GrawHill.
- Lancaster, J.E., Lister, C.E., Reay, P.F. & Triggs, C.M., 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruits and vegetables. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **122**:594–598.
- Leatherhead Food International. 2004. *The World of Food Ingredient* **4**:11-14.
- Lee, M.J., Chou, F.P., Tseng, T.H., Hsieh, M.H., Lin, M.C. & Wang, C.J. 2002. Hibiscus protocatechuic acid or esculetin can inhibit oxidative LDL induced by either copper ion or nitric oxide donor. *Journal of Agriculture. Food Chemistry*. **50**:2130–2136
- Lembaga Perikanan Sabah. 2002. Rumpai laut di Semporna, Sabah. http://www.Agrolink.Moa.My/Pusat_sumber/fiklim/Latar belakang.html.
- Levy, C.M. & Koster, E. P., 1999. The relevance of initial hedonic judgements in the prediction of suitable food choices. *Journal of Food Quality and Preference* **10**, 185-200.
- Lin, W.L., Hsieh, Y.J., Chou, F.P., Wang, C.J., Cheng, M.T. & Tseng, T.H. 2003. Hibiscus protocatechuic acid inhibits lipopolysaccharide-induced rat hepatic damage. *Food. Toxicology* **77**: 42–47
- Lindsey, W. & White, Z. 2002. Environmental Impacts of Seaweed Farming in the Tropics. *Commission of Conservational International*.**15**: 12-22.
- Lisa, K. 2003. Cool Confectionery-An innovative confectionery sector saw the introduction of over 1,400 new items to the US market in 2002 alone. *Journal of the World Food Ingredients*.**10**:26-31.
- Lubbers, S. & Guichard, E. 2004. The effect of sugars and pectin on flavour release from a fruit pastille model system. *Food Chemistry* **81**: 269-273.
- Luning, K. 1990. *Seaweeds. Their Environment, Biogeography, and Ecophysiology*, New York. John Wiley & Son.
- Luxton, D. M. 1993. Aspects of the farming and processing of Kappaphycus and Eucheuma in Indonesia. *Hydrobiologia* **260**: 365-371.
- Mabeau, S. & Flurence, J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trend in Food Science and Technology* **4**: 103-107.
- Machado, D.L.S., Cervantes, J.L., Hernandez, H.L. & Losada, P.P. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* **85**: 439-444.



- MARDI. 2003. *Pusat Teknologi Makanan MARDI*, Serdang. Malaysia.
- Margulis, L., McKhann, H. I. & Olendzenski, L. 1993. *Illustrated Glossary Of the Protocista*. Jones and Bartlett, Boston.
- Marine Botanicals. 2003. Agronomy, Biology and Crop-handling of *Betaphycus*, *Eucheuma* and *Kappaphycus* the *Gelatinae*, *Spinosum* and *Cottonii* of Commerce, Malaysia. <http://www.surialink.com/mb/Monograph>.
- Marinho-Soriano, E. & Bourret, E. 2003. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (*Gracilariaeae*, *Rhodophyta*). *Bioresource Technology* **90**: 329-333.
- Martha, T. G. 1999. *Candies and other Confections: 4th edition*. New Jersey: Noyes Data Corporation.
- Mat Isa., A., Nazarifah, I., Zaiton, A. & Salehuddin, T. 1996. Pengeluaran hasil-hasil daripada kaliks rosel. Kertas kerja yang dibentangkan di Bengkel Perusahaan Rosel. 26-27 Nov. 1996. Keningau, Sabah. Penganjur: MARDI dan Kementerian Pembangunan Sumber Sabah.
- McHugh, D., J. 2002. *Propespects for seaweed production in developing countries*. Food and Agricultucul Organization of The United Nations, Rome.
- McHugh, D., J. 2003. A guide to the seaweed industry. *FAO Fisheries Technical Paper 441*, Food and Agricultucul Organization of The United Nations, Rome.
- McHugh, D.J. & Larrier, F.E. 1993. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (*Gracilariaeae*, *Rhodophyta*). *Bioresource Technology* **90**, 329-333.
- Meilgaard, M. Civile, G.V. & Thomas, C.B. 1999. *Sensory attributes and the way we perceive them*. New York: CRC Press LLC.
- Melko, S. 1997. Interaction of κ -carrageenan with whey protein in gel formed at different pH. *Food Research International* **30** (6) :427-433.
- Micheal, S.R., Bernd, W. & Margrethe, S. 2002. Carbon balance and ethylene in the postharvest life of flowering hibiscus. *Postharvest Biology and Technology* **25**:227-233.
- Micheal, T.M., John, M.M. & Jack, P. 2003. *Brock Biology of Microorganisms*. United States: Pearson Education.
- Mishra, V. K., Temelli, F., Ooraikul, Shacklock, P. F. & Craigie, J. S. 1993 .Lipids of the red alga *Palmaria palmate*. *Botanica Marina* **36** (2): 169-174.
- Mohd Ali., Tan, K.L. Samsudin, K. & Ahmad, K. 1992. Pengeluaran hasil-hasil daripada kaliks rosel. Kertas kerja yang dibentangkan di Bengkel Perusahaan Rosel. 26-27 Nov. 1996. Keningau, Sabah. Penganjur: MARDI dan Kementerian Pembangunan Sumber Sabah.
- Mohd Norziah & Chio, Y. C. 2002. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry* **68**: 69-76



- Moira, H. 2004. Confectionary Sinks low, the even-growing confectionary market. *The Journal of the Practising Food Technologist* **9**:11-18.
- Montserrat Gudiel Urbano & Isabel Goni. 2002. Bioavailability of nutrients in rat fed on edible seaweed, Nori (*Porphyra tenera*) and Wakame (*Undaria pinnatifida*) as a source of dietary fibre. *Food Chemistry*. **76**(3) :281-286.
- Morales, M.A., Valdez, M.C., Dominguez, S.C., Acosta, B.G. & Perez, F.G. 2005. Chemical composition and microbiological assays of marine algar *Enteromorpha*. spp. as a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis* **18** :79-88.
- Morten, I.D. & Macleod, A.J. 1990. *Food Flavours: The flavour of fruits*. New York: Elsevier Science Publishers.
- National Confectionery Association. 2003. *Innovative confectionery sectors in 2003*. *Journal of the Practising Food Technologist* **11**:22-24
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Normah Omar & Narifah Ibrahim. 2002. Production of semi refined carragenan from locally available red seaweed. *Eucheuma cottonii*. *Food Technology Center*.
- Nussinovitch, A. 1997. *Hydrocolloid Applications: Gum technology in the food and Other industries*. Blackie Academic and Professional, London.
- Odigie, I.P., Ettarh, R.R. & Adigun, S.A. 2003. Chronic administration of aqueous extract of *Hibiscus sabdariffa* attenuates hypertension and reserves cardiac hypertrophy in 2K-1C hypertensive rats. *Journal of Ethnopharmacology* **86**:181-185.
- Omar, I., Darah, I. & Baharuddin, S. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Omobuwajo, T.O., Sanni, L.A. and Balami, Y.A. 2000. Physical properties of sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seeds. *Journal of Food Engineering* **45**(1):37-41.
- Owen, R. F. 1993. *Kimia Makanan Jilid II*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Patricia Matanjun. 2001. *Rumpai laut: Penggunaan sebagai sumber makanan*. Kota Kinabalu: Suara Makanan, Universiti Malaysia Sabah.
- Pennington, T. J. A. 1999. *The Essential Guide to Nutrition and the Foods We Eat: Everything You Need to Know About the Foods You Eat*. United States: America Dietitian Association.
- Potty, V. H. 1996. Physio-chemical aspects, physiological functions, nutritional importance and technological significance of dietary fibers- a critical appraisal. *Journal of Food Science and Technology* **33** : 1-18.



- Pietrasik, Z. & Li-Chan, E. C. Y. 2002. Binding and textural properties of beef gels as affected by protein, kappa carrageenan and microbial transglutaminase addition. *Food Research International* 35, 91-98.
- Piggott J.R. 1989. *Analisis deria untuk makanan*. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka. Terjemahan Rogayah Hussin, Nurina Anuar & Shamsinar Wales Nasiruddin. 1984. *Sensory analysis of food*. New York: Elsevier.
- Purseglove, J.W. 1997. *Tropical Crops Dicotyledons (3rd edition)*. London: Longman Group Limited.
- Quinton, L.A. & Kennedy J.F. 2002. The science of sugar confectionery. *Carbohydrate Polymers* 47 (1) : 88-89.
- Rauch, George. H. 1985. *Jam manufacture*. London: Leonard Hill Books.
- Ridzwah Hashim. 1993. *Sumber Makanan Pesisiran Laut Sabah*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Rodriqueza, A.B.Q., Castro, C.R., Hernandez, J.L. & Lage-Yusty, M.A. 2004. *Journal of Chromatography* 1032: 135-139.
- Rorrer, G.L. & Cheney, D.P. 2004. Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. *Aquacultural Engineering* 32(1), 11-41.
- Ruiter, G. A. D. & Rudolph, B. 1997. Carragenan biotechnology. *Trend in Food Science and Technology* 8: 389-394.
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweed. *Food Chemistry* 79: 23-26.
- Ruperez, P., Ahrazem, O., Toledano, G & Leal, J. A. 2002. Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from *Laminaria japonica*. *Journal Appl. Phycol.* 13: 67-70.
- Ruperez, P. & Saura-Calixto, F. 2001. Dietary fiber and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.* 212: 349-354.
- Ruperez, P. & Toledano, G. 2003. Indigestible fraction of edible marine seaweed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 1267-1273.
- Rythme, A. 2000. Seaweed's nutrition value. *Fisheries Information Newsletter* 95: 51-53.
- Sachdewa, A. & Khemani, L.D. 2003. Effect of *Hibiscus rosa sinensis* Linn. ethanol flower extract on blood glucose and lipid profile in streptozotocin induced diabetes in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 89: 61-66.
- Samsudin, A.. 2001. Pengeringan rosel dengan menggunakan mesin pengering. *Journal of Food Science* 28(2):165-172
- Sanchez-Machado, D. I., Lopez-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J. & Paseiro-Losada, P. 2003. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* 85 (3): 439-444.



- Schwartz, M.E. 1994. *Confections and Candy Technology*. England: Noyes Data Corporation.
- Seuss, I. 1993. The nutritional importance of animal fatty tissue. *Fleischwirtschaft* **73**: 751–754.
- Skaarup, J.L. 1998. *The Book of Candy Confectionery*. London: Chapman & Hall.
- Shameel, M. 1990. Phycochemical studies on fatty acids from certain seaweeds. *Botanica Marina* **33**, 429–432.
- Sharrock, J. 2004. *Who wants candy? A Fabalous collection of Delicious Recipes for homemade candies and no bake cookies*. United States: HP Books publishers.
- Singh, P.R. 1996. *Scientific Principle of shelf life evaluation: Shelf life evaluation on food*. London: Chapman & Hall.
- Soleha Ishak. 1995. *Pengawetan makanan secara pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Soriano, E.M & Bourret, E. 2005. Polysaccharides from red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodopyta). *Bioresource Technology* **96** (3): 379-382.
- Spagnuolo, P.A., Dalglish, D.G., Goff, H.D. & Morris, E.R. 2005. Kappa-carrageenan interactions in system containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. *Food Hydrocolloids* **19**(3): 371-377.
- Tan, H.H & Said, N.M. 1997. Penanaman Roselle – *Hibiscus sabdariffa L.* Jabatan Pertanian Terengganu.
- Terink, F.G. 1986. Phase behaviour of fats and their mixtures. *Program in Lipid Research*. **23**:1-38.
- Tortora, G.J., Funke, B.R. & Christine, L.C. 2003. *Microbiologi-An introduction*. United States: Pearson Education Inc.
- Tormod, N.S and Eikrem, R.S. 2004. Creative design for conducting experimental design in food production. *Food Quality and Preference* **45**:499-506.
- Tsai, T & Ou, A.S. 1996. Colour degradation of dried roselle during storage. *Food Science* **23**:629-640.
- Tsakonas, A., Stergiou, V., Polissiou, M., Akoumianakis, K. & Passam, H.C. 2004. Kenaf (*Hibiscus sabdariffa*.L) based substrates for the production of compact plants. *Industrial Crops and Products* **19**, 209-214.
- USDA. 2001. How to make hard candies, caramel, fudge and toffees at home. *Home & Garden Bulletin*. No.117. Washington.
- Valarik, V.A. 1998. *Essential of Food Science*. New York: Chapman & Hall.



- Waikiki Aquarium Education Department. 1998. Marine Life Profile: seaweed or Limu, Hawaii. <http://www.Waquarium.mic.hawaii.edu.html>.
- Wardlaw, Gordon. M. 2004. *Contemporary Nutrition, 6th edition*. United States: McGraw-Hill Company.
- Weinstein, B. 2000. *The Ultimate Candy Book : More than 700 Quick and Easy, Soft and Chewy, Hard and Crunchy Sweets and Treats*. England: Morrow Cookbooks.
- Whitney, E. & Sharon, R.R. 2005. *Understanding Nutrition*. Canada: Thomson Wadsworth Learning.
- Wong, K. H. & Cheung, C. K. 2001. 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.
- Wrobel, K., & Urbina, E.M. 2000. Determination of total aluminum, chromium, copper, iron, manganese, and nickel and their fractions leached to the infusions of black tea, green tea, *Hibiscus sabdariffa*. *Biology Trace. Element. Resources*. **78**: 271–280.
- Wu, C. Y. 1990. Properties, manufacture and application of seaweed polysaccharides-agar, carrageenan, alginate. Dlm: *Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China*. Food and Agricultucul Organization of The United Nations, Rome.
- Yaphe, W., 1984. Properties of Gracilaria agars. *Hydrobiologia* **117**, 171-186.
- Yazid, Mohd & Hasnah Midon. 1993. Pembungkusan Makanan. *Teknologi Makanan MARDI* **2**:29-35.
- Zardetto Stefano. 2005. Effect of modified atmosphere packaging at abuse temperature on the growth of *Penicillium aurantiogriseum* from fresh filled pasta. *Food Microbiology* **22**, 367-371.
- Zemke-White, W. L. 2003 Assessment of the current knowledge on the environmental impacts of seaweed farming in the tropics. *Proceedings of the Asia-Pacific Conference on Marine Science and Technology, 12-16 May 2002, Kuala Lumpor, Malaysia*.
- Zubaidah Haji Abdul Rahim. 1992. *Pemakanan dari segi biokimia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Zvyagintseva, T., N., Shevchenko, N., M., Chizhov, A., O., Krupnova, T. N., Sundukova, E., V. & Isakov, V., V. 2003. Water-soluble polysaccharides of some far-eastern brown seaweeds. Distribution, structure, and their dependence on the developmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **294**, 1– 13.

