

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PEMBANGUNAN KEROPOK CAMPURAN RUMPAI LAUT HIJAU,
CAULERPA LENTILLIFERA

JAJAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN & BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2006 | 2007

NAMA: LEE SWEET TENG

(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 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

JAMIUN MICHEAL
LIBRARIAN
Disahkan oleh
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

[Signature]
(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO. 1, JALAN SAWI,

TAMAN SRI LALANG,

81900 KOTA TINGGI, JOHOR.

DR. PATRICIA MATANJUN

Nama Penyelia

Tarikh: 18 | 5 | 2010

Tarikh: 18 | 5 | 2010

TATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

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



**PEMBANGUNAN KEROPOK CAMPURAN
RUMPAI LAUT HIJAU,
*CAULERPA LENTILLIFERA***

LEE SWEET TENG

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN
UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN
PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2010**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

12 Mei 2010



LEE SWEET TENG

HN2006-6449



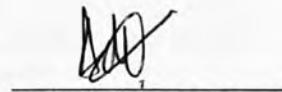
PENGESAHAN

NAMA : LEE SWEET TENG
NO. MATRIKS : HN2006-6449
TAJUK : PEMBANGUNAN KEROPOK CAMPURAN RUMPAI LAUT
HIJAU, *CAULERPA LENTILLIFERA*
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN (TEKNOLOGI
MAKANAN DAN BIOPROSES)
TARIKH : 12 MEI 2010

DISAHKAN OLEH

Tandatangan

1. **PENYELIA**
(DR. PATRICIA MATANJUN)
2. **PEMERIKSA PERTAMA**
(ADILAH MD. RAMLI)
3. **PEMERIKSA KEDUA**
(DATIN RUGAYAH ISSA)
4. **DEKAN**
(PROFESOR MADYA DR. MOHD.
ISMAIL ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya amat bersyukur kepada Tuhan yang memberikan limpah kurniannya kepada saya supaya saya dapat berjaya menghasil dan menghabiskan tesis ini dengan sempurna. Dalam proses menghasilkan tesis ini, saya telah menghadapi pelbagai tekanan dan cabaran, tetapi dengan bantuan dari Tuhan dan juga sumbangan daripada beberapa pihak, akhirnya saya berjaya menghasilkan tesis ini.

Terlebih dahulu, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi terima kasih dan penghargaan kepada penyelia saya, Dr. Patricia Matanjun yang memberi peluang kepada saya untuk melibatkan diri dalam kajian pembangunan produk makanan ini. Selaku penyelia saya, beliau telah memberi banyak dorongan, nasihat dan tunjuk ajar yang ikhlas kepada saya supaya saya dapat berjaya menyiapkan projek penyelidikan ini. Saya ingin berterima kasih kepada beliau kerana sudi memberi nasihat, idea dan juga peringatan yang berharga kepada saya. Tunjuk ajar daripada beliau menambahkan pemahaman dan pengetahuan saya tentang projek penyelidikan ini dan telah mendorong minat saya untuk melibatkan diri dalam bidang kajian dan pembangunan produk baru pada masa hadapan.

Selain itu, saya juga ingin menyampaikan sekalung penghargaan kepada pensyarah-pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang sudi memberi bimbingan dan nasihat kepada saya. Tidak lupa juga, saya mengucapkan berbilang terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal sekolah iaitu Puan Dayang Intan, Encik Osman, Encik Taipin dan Encik Sulaiman serta staf sekolah lain yang sentiasa sudi dan sedia membantu saya terutamanya semasa saya menjalankan kerja-kerja amali yang terlibat dalam projek penyelidikan ini.

Saya ingin juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua rakan-rakan saya yang sedia memberikan bantuan kepada saya semasa penyelidikan ini dijalankan. Tidak lupa juga saya mengambil kesempatan ini untuk menunjukkan penghargaan saya kepada semua ahli keluarga saya yang dikasihi. Mereka sering berdoa untuk saya dan memberikan dorongan dan semangat kepada saya supaya saya dapat terus berusaha untuk menamatkan projek penyelidikan ini.

Akhirnya, saya berharap tesis ini dapat dijadikan sebagai panduan kepada mana-mana pihak yang berkenaan yang akan melibatkan diri dalam projek penyelidikan yang berkaitan.

Sekian, terima kasih.

Lee Sweet Teng
12 Mei 2010

ABSTRAK

PEMBANGUNAN KEROPOK CAMPURAN RUMPAI LAUT HIJAU, CAULERPA LENTILLIFERA

Kajian ini dijalankan untuk membangunkan produk keropok campuran rumput laut hijau, *Caulerpa lentillifera*. Daripada enam formulasi yang dibangunkan, formulasi F4 dipilih sebagai formulasi terbaik. Formulasi F4 merupakan formulasi dengan kombinasi 6% serbuk rumput laut, 48% tepung ubi kayu, 2.1% gula, 1.4% garam, 0.3% serbuk lada hitam, 0.3% *monosodium glutamate* (MSG) dan 41.9% air. F4 mencatatkan nilai skor min yang tertinggi bagi kebanyakan atribut seperti warna, aroma, kemasinan, rasa rumput laut, penerimaan keseluruhan serta menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) pada atribut warna, rasa rumput laut dan penerimaan keseluruhan. Penentuan kualiti keropok rumput laut hijau menunjukkan peratusan penyerapan minyak keropok ialah $19.3 \pm 0.06\%$ dan peratusan pengembangan linear adalah $60.33 \pm 0.58\%$. Keputusan menunjukkan kualiti keropok rumput laut hijau adalah agak baik. Keputusan analisis proksimat menunjukkan keropok rumput laut hijau mengandungi $8.92 \pm 0.04\%$ lembapan, $3.19 \pm 0.06\%$ abu, $9.85 \pm 0.37\%$ protein, $0.18 \pm 0.08\%$ lemak, $3.13 \pm 0.14\%$ serabut diet, $74.73 \pm 0.38\%$ karbohidrat dan kandungan tenaga sebanyak 346.20 kkal per 100 g. Ini menunjukkan keropok rumput laut hijau ini mempunyai nilai pemakanan yang tinggi kerana mengandungi kandungan protein dan serabut diet yang agak tinggi. Ujian mutu simpanan yang dijalankan selama lapan minggu pada suhu bilik menunjukkan terdapat peningkatan yang signifikan $p < (0.05)$ pada kandungan lembapan dalam keropok rumput laut hijau. Keputusan ujian mikrobiologi menunjukkan bilangan koloni bakteria, yis dan kulat masih lagi dalam lingkungan 25-250 selepas lapan minggu penyimpanan, ini menunjukkan bahawa produk keropok rumput laut mempunyai kualiti mikrobiologi yang baik selama tempoh penyimpanan. Ujian sensori perbandingan berganda menunjukkan tiada perubahan yang signifikan ($p > 0.05$) bagi kesemua atribut iaitu warna, aroma, rasa rumput laut, kerangupan, kemasinan dan penerimaan keseluruhan sepanjang lapan minggu penyimpanan. Dijangkakan keropok rumput laut hijau mempunyai tempoh hayat penyimpanan melebihi lapan minggu. Ujian pengguna menunjukkan keropok campuran rumput laut hijau mempunyai potensi pembelian dan pemasaran yang baik. Kesimpulannya, produk baru keropok campuran rumput laut hijau berkualiti baik serta mempunyai kelazatan yang enak merupakan satu produk inovatif dalam industri makanan dan dijangka mempunyai potensi besar untuk dipasarkan dan diperkembangkan bagi kepelbagaian jenis keropok di Malaysia.

ABSTRACT

*This research was carried out to develop green seaweed cracker with the local green seaweed, *Caulerpa lentillifera*. From the total of six formulations developed, formulation F4 was chosen as the best sample from the hedonic scale sensory test. F4 was the sample with combination of 6% seaweed powder, 48% tapioca flour, 2.1% sugar, 1.4% salt, 0.3% black pepper powder, 0.3% monosodium glutamate (MSG) and 41.9% water. Sample F4 gained the highest mean for almost every attribute investigated and showed significant difference ($p < 0.05$) for the attributes colour, seaweed taste and overall acceptance. Cracker quality parameters showed that the degree of linear expansion of the cracker was $60.33 \pm 0.58\%$ and the percentage of oil absorption was $19.34 \pm 0.09\%$. It showed that the quality of the cracker was considered good. Proximate analysis showed that the green seaweed cracker has $8.92 \pm 0.04\%$ moisture, 3.19 ± 0.06 ash, $9.85 \pm 0.37\%$ protein, $0.18 \pm 0.08\%$ fat, $3.13 \pm 0.14\%$ dietary fiber, $74.73 \pm 0.38\%$ carbohydrate and energy value of 346.20 kcal/100g. This showed that the cracker has high nutritional value. Shelf life study conducted for eight weeks at room temperature showed that green seaweed cracker has a significant ($p < 0.05$) increase in moisture content. Microbiological analysis showed that the cracker has good microbiological quality with the total plate count, yeast and mould count were still in the range of 25-250 after 8 weeks. The paired comparison sensory test showed that there were no significant variation ($p > 0.05$) for all the colour, aroma, saltiness, crispness, taste of seaweed and overall acceptance attributes after 8 weeks storage. From the shelf life study, it was predicted that the shelf life of the green seaweed cracker was more than eight weeks. Consumer test showed green seaweed cracker have potential to be marketed. In conclusion, the green seaweed cracker which was delicious and has good quality was regarded as a new innovative product in the food industry and have the potential to be marketed and developed to vary the cracker products available in Malaysia.*

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI PERSAMAAN	xiv
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvii
BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	9
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Rumpai Laut	10
2.1.1 Pengelasan Rumpai Laut	11
a. Pigmen Fotosintesis	13
b. Bahan Makanan Simpanan	15
c. Komponen Dinding Sel	17
d. Bentuk Flagelum	18
e. Beberapa Perincian Tertentu Bagi Struktur Sel	18
2.1.2 Kepentingan Rumpai Laut	20
a. Kepentingan Ekologi Rumpai Laut	20
b. Rumpai Laut Sebagai Sumber Makanan	21
c. Rumpai Laut Sebagai Baja Dan Makanan Haiwan	23
d. Penggunaan Rumpai Laut Dalam	24



SENARAI KANDUNGAN

Halaman

	Bidang Perubatan	
	e. Kepentingan Rumpai Laut Dalam Pelbagai bidang Industri	25
2.1.3	Nilai Pemakanan Rumpai Laut	27
	a. Polisakarida Dan Kandungan Serabut Diet	27
	b. Kandungan Mineral dan Abu	28
	c. Vitamin	30
	d. Kandungan Protein dan Asid Amino	31
	e. Kandungan Lipid dan Asid Lemak	33
	f. Antioksidan Aktiviti dan Kandungan Fenolik	34
2.1.4	<i>Caulerpa Lentillifera</i>	35
	a. Kaedah Kultivar dan Lepas Tuai <i>Caulerpa</i>	38
2.2	Snek	39
2.3	Keropok	40
2.4	Bahan Dalam Pemprosesan Keropok	42
	2.4.1 Tepung Ubi Kayu	42
	2.4.2 Lada Hitam	43
	2.4.3 <i>Monosodium Glutamate</i> (MSG)	44
	2.4.4 Gula	44
	2.4.5 Garam	45
	2.4.6 Minyak	46
2.5	Kaedah-Kaedah Teknologi Pemprosesan	46
	2.5.1 Kaedah Tradisional	46
	2.5.2 Kaedah Moden	47
	2.5.3 kaedah Ekstrusi	48
2.6	Kawalan Mutu	48
	2.6.1 Pengadunan	48
	2.6.2 Pengukusan	49
	2.6.3 Penceluran	49
	2.6.4 Penyejukan	50
	2.6.5 Pengeringan	51
	2.6.6 Penggorengan	51
2.7	Ciri-ciri Penting Dalam Penghasilan Keropok	52
2.8	Pembungkusan	52
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH		
3.1	Senarai Bahan Mentah	54
3.2	Senarai Alatan dan Radas	55
3.3	Senarai Bahan Kimia Bagi Setiap Analisis yang Dijalankan	57
3.4	Rekabentuk Formulasi Keropok Bersama Rumpai Laut	58
3.5	Kaedah Penghasilan Keropok Bersama Rumpai Laut	59
	3.5.1 Pemprosesan Serbuk Rumpai Laut	59

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman	
3.5.2	Pemprosesan Keropok Rumpai Laut Hijau	60
a.	Pengadunan	60
b.	Pengukusan	60
c.	Penceuran	60
d.	Penyejukan	61
e.	Pemotongan	61
f.	Pengeringan	61
g.	Penggorengan	62
3.6	Ujian Penilaian Sensori	62
3.6.1	Ujian Hedonik	62
3.6.2	Ujian Pengguna	63
3.7	Analisis Fizikokimia	63
3.7.1	Penyerapan Minyak	64
3.7.2	Pengembangan Linear	64
3.8	Analisis Proksimat	65
3.8.1	Penyediaan Sampel	65
3.8.2	Kandungan Kelembapan	65
3.8.3	Abu	66
3.8.4	Protein	67
3.8.5	Lemak	68
3.8.6	Serabut Diet	69
a.	Penyediaan Sampel	69
b.	Penentuan Jumlah Serabut Diet	69
3.8.7	Karbohidrat	71
3.8.8	Kandungan Tenaga	71
3.9	Ujian Jangka Hayat Penyimpanan	72
3.9.1	Ujian Mikrobiologi	72
a.	Penyediaan Sampel	72
b.	Penyediaan Medium (<i>Plate Count Agar</i>)	73
c.	Penyediaan Medium (<i>Potato Dextrose Agar</i>)	73
d.	Pengiraan koloni	74
3.9.2	Ujian Fizikokimia	74
a.	Penentuan Perubahan Kandungan Lembapan	74
3.9.3	Penilaian Sensori Ujian Perbandingan Berganda	75
3.10	Analisis Statistik	75
BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN		
4.1	Penilaian Sensori	77
4.1.1	Ujian Hedonik	77
a.	Warna	78
b.	Aroma	80

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman	
c.	Kemasinan	81
d.	Kerangupan	82
e.	Perisa Rumpai Laut	83
f.	Penerimaan Keseluruhan	84
4.1.2	Pemilihan Formulasi Terbaik	85
4.2	Analisis Fizikokimia	86
4.2.1	Penyerapan Minyak	86
4.2.2	Pengembangan Linear	87
4.3	Analisis Proksimat	89
4.3.1	Kandungan Kelembapan	89
4.3.2	Kandungan Abu	90
4.3.3	Kandungan Protein	91
4.3.4	Kandungan Lemak	92
4.3.5	Kandungan Serabut Diet	92
4.3.6	Kandungan Karbohidrat	93
4.3.7	Kandungan Tenaga	94
4.4	Penentuan Jangka Hayat Simpanan	94
4.4.1	Ujian Mikrobiologi	94
4.4.2	Ujian Fizikokimia	97
a.	Perubahan Kandungan Lembapan	97
4.4.3	Penilaian Sensori Ujian Perbandingan Berganda	99
4.5	Ujian Pengguna	101
4.5.1	Warna	101
4.5.2	Perisa Rumpai Laut	103
4.5.3	Aroma	105
4.5.4	Kerangupan	107
4.5.5	Kemasinan	108
4.5.6	Penerimaan Keseluruhan	110
4.5.7	Potensi Pembelian Produk	111
BAB5:	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Cadangan	115
RUJUKAN		117
LAMPIRAN		128

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Taburan jenis sterol dalam alga	17
Jadual 2.2: Jenis polisakarida utama yang dalam alga	18
Jadual 2.3: Ciri Dianogsis <i>Chlorophyta</i> , <i>Phaeophyta</i> dan <i>Rhodophyta</i>	19
Jadual 2.4: Pigmen daripada rumpai laut yang sesuai dijadikan pewarna	27
Jadual 2.5: Kandungan abu dan sulfat bagi alga merah dan perang (g/100g berat kering)	30
Jadual 2.6: Jenis kategori keropok di Malaysia	41
Jadual 2.7: Komposisi nutrien bagi pelbagai jenis gula serta pemanis	45
Jadual 3.1: Senarai bahan mentah yang digunakan dalam penghasilan keropok rumpai laut, <i>C. lentillifera</i> .	54
Jadual 3.2: Senarai alatan dan radas yang digunakan dalam penghasilan serbuk rumpai laut dan penghasilan keropok rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i> .	55
Jadual 3.3: Senarai alatan dan radas untuk analisis proksimat, ujian fiziokimia dan ujian mikrobiologi.	56
Jadual 3.4: Senarai bahan kimia yang digunakan dalam ujian analisis keropok rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i> .	57
Jadual 3.5: Formulasi-formulasi keropok rumpai laut	59
Jadual 4.1: Nilai skor min bagi hasil penilaian sensori ujian hedonik bagi keropok rumpai laut, <i>C. lentillifera</i> untuk pemilihan formulasi yang terbaik berdasarkan n= 42	78
Jadual 4.2: Keputusan analisis fizikokimia bagi formulasi terbaik keropok rumpai laut hijau <i>C. lentillifera</i> .	86
Jadual 4.3: Keputusan analisis proksimat ke atas formulasi terbaik keropok rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i> .	89
Jadual 4.4: Keputusan pengiraan bakteria, yis dan kulat bagi produk keropok rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i> selama 8 minggu.	95

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 4.5: Perubahan kandungan lembapan produk keropok bersama rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i> sepanjang tempoh hayat penyimpanan selama 8 minggu.	98
Jadual 4.6: Nilai skor min bagi warna, kerangupan, rasa rumpai laut, aroma, kemasinan dan penerimaan keseluruhan bagi formulasi terbaik F4 sepanjang ujian mutu simpanan.	100



SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 4.1: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap warna keropok campuran rumpai laut hijau	102
Rajah 4.2: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap perisa rumpai laut keropok campuran rumpai laut	104
Rajah 4.3: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap aroma keropok campuran rumpai laut	106
Rajah 4.4: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap kerangupan keropok campuran rumpai laut	107
Rajah 4.5: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap kemasinan keropok campuran rumpai laut	109
Rajah 4.6: Tahap penerimaan dan kesukaan pengguna terhadap penerimaan keseluruhan keropok rumpai laut	110
Rajah 4.7: Potensi pembelian oleh pengguna untuk produk keropok rumpai laut hijau	111



SENARAI PERSAMAAN

	Halaman
3.1 Peratusan penyerapan minyak	64
3.2 Peratusan pengembangan linear	65
3.3 Penentuan kandungan kelembapan	66
3.4 Penentuan kandungan abu	66
3.5 Penentuan kandungan protein	68
3.6 Penentuan kandungan lemak	69
3.7 Penentuan kandungan serabut diet	70
3.8 Penentuan kandungan karbohidrat	71
3.9 Penentuan kandungan tenaga	71
3.10 Pengiraan koloni	74



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

A. Simbol

%	-	Peratus
RM	-	Ringgit Malaysia
α	-	Alfa
β	-	Beta
nm	-	Nanometer
γ	-	Gamma
&	-	Dan
\pm	-	Tambah tolak
mg	-	Miligram
g	-	Gram
Na	-	Natrium
Ka	-	Kalium
μg	-	Mikrogram
kg	-	Kilogram
ω	-	Omega
C	-	Karbon
mm	-	Milimeter
sm	-	Sentimeter
$^{\circ}\text{C}$	-	Darjah <i>Celsius</i>
m	-	Meter
N	-	Normaliti
p	-	Darjah Keyakinan
ml	-	Mililiter
kcal	-	Kilokalori
<	-	Kurang daripada
>	-	Lebih daripada

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

B. Singkatan

FAMA	- <i>Federal Agricultural Marketing Authority</i>
FAO	- <i>Food and Agriculture Organization</i>
<i>Spp.</i>	- <i>Spesies</i>
Sdn. Bhd.	- <i>Sendirian Berhad</i>
AOAC	- <i>Association of Official Analytical Chemist</i>
SSMP	- <i>Sekolah sains Makanan dan Pemakanan</i>
UMS	- <i>Universiti Malaysia Sabah</i>
SPSS	- <i>Statistical Package of Social Science</i>
ANOVA	- <i>Analysis of Variance</i>
cfu/g	- <i>Bilangan koloni per unit gram</i>

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Borang penilaian sensori ujian skala hedonik	130
Lampiran B Borang penilaian sensori ujian pengguna	131
Lampiran C Borang penilaian sensori ujian perbandingan berganda	132
Lampiran D Data analisis statistik bagi ujian skala hedonik	135
Lampiran E Data analisis fizikokimia	139
Lampiran F Data analisis proksimat	140
Lampiran G Data analisis statistik perubahan kandungan kelembapan	142
Lampiran H Data analisis statistik ujian perbandingan berganda	143
Lampiran I Data analisis statistik bagi ujian pengguna	147
Lampiran J Gambarfoto yang terlibat dalam pembangunan keropok rumpai laut hijau, <i>C. lentillifera</i>	148
Lampiran J1 Rupa bentuk dan struktur rumpai laut, <i>C. lentillifera</i> yang menyerupai gugusan anggur	148
Lampiran J2 Rumpai laut <i>C. lentillifera</i> yang segar	148
Lampiran J3 Serbuk rumpai laut yang dihasilkan	149
Lampiran J4 Doh keropok rumpai laut, <i>C. lentillifera</i> yang terbentuk sebelum direbus	149
Lampiran J5 Doh keropok rumpai laut hijau yang berwarna hijau gelap selepas direbus	150
Lampiran J6 Doh keropok rumpai laut dicelurkan dalam air sejuk selama 1 minit	150
Lampiran J7 Kepingan-kepingan keropok rumpai laut sebelum dikeringkan	151
Lampiran J8 Kepingan keropok rumpai laut yang kering selepas dikeringkan	151

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran J9 Keropok rumpai laut hijau formulasi terbaik F4 yang telah digoreng	152
Lampiran J10 Perbezaan warna yang wujud (putih kekuningan dengan bintik hijau) bagi formulasi F6 keropok selepas digoreng	152
Lampiran J11 Kepingan keropok kering sebelum digoreng yang telah siap dibungkus dalam beg plastik jenis PP	153
Lampiran J12 Mesin yang digunakan dalam pemotongan doh keropok untuk mendapatkan kepingan keropok	153

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Rumpai laut merupakan alga yang berstruktur kompleks dan digolongkan bawah kumpulan makroalga. Ia merupakan alga marin yang bermultiselular yang berbeza daripada jenis alga yang lain kerana mempunyai saiz yang mikroskopik (Bilgrami dan Saha, 2004). Rumpai laut adalah sekumpulan tumbuhan primitif yang kekurangan akar, tangkai dan daun sebenar dan dikenali sebagai "organisma autotrof", kerana ia merupakan tumbuhan yang berupaya menjalankan fotosintesis untuk menjanakan tenaga. Selain itu, rumpai laut juga berperanan sebagai pembersih air, pembekal oksigen dan pembekal makanan kepada organisma laut (Ahmad Ismail, 1995). Kebanyakan spesies rumpai laut yang dijumpai di Malaysia adalah dari negeri Sabah dan Sarawak (Dalli, 1988). Beberapa jenis spesies rumpai laut seperti *Sargassum*, *Kappaphycus*, *Caulerpa*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Padina* dan *Hydroclathrus* telah dijumpai tumbuh di atas batu karang di kawasan Semporna iaitu selatan Sabah dan di Pulau Banggi di kawasan Kudat iaitu utara Sabah (Phang, 2006).

Rumpai laut boleh dikelaskan kepada alga merah (*Rhodophyta*), alga perang (*Phaeophyta*) dan alga hijau (*Chlorophyta*). Didapati bahawa pengelasan ini adalah bergantung kepada kandungan nutrien dan komposisi kimianya (Dawczynski *et al.*, 2007). Secara semulajadinya, sebanyak 57.6% daripada rumpai laut ini terdiri daripada *Rhodophyta*, 16.3% adalah *Phaeophyta* dan hanya 26.1% yang terdiri daripada *Chlorophyta*. Kebanyakan spesies ini mempunyai nilai kepentingan dari segi ekonomi sama ada ianya dijadikan sumber makanan, sumber bagi produk industri



seperti polisakarida, produk semulajadi yang bioaktif, bernutrisi dan bahan penggalak pertumbuhan (Trono, 1999).

Pengambilan rumpai laut dalam makanan telah dipraktikkan oleh masyarakat Asia Pasifik sejak berkurun lamanya (Cheung dan Wong, 2000). Menurut Burtin (2003), di negara barat, rumpai laut digunakan sebagai sumber fikokoloid (alginat, karaginan dan agar), agen pemekat dan pengelatan dalam industri makanan. Rumpai laut yang dikenali sebagai "sayur-sayuran laut" mempunyai potensi yang besar dalam penggunaan dalam industri makanan (Matanjun, 2001). Tumbuhan laut ini boleh dimakan dengan pelbagai cara iaitu dimakan secara mentah, dimasak atau diproses (Neori *et al.*, 2004). Rumpai laut dimakan untuk nilai pemakanan, perisa, warna, tekstur dan biasanya dicampur dengan pelbagai jenis makanan (Noorlilie *et al.*, 2001).

Rumpai laut merupakan satu sumber makanan yang boleh membawa manfaat kepada kesihatan manusia memandangkan ia mempunyai pelbagai jenis nutrien seperti vitamin, mineral, protein dan juga karbohidrat yang mengandungi kandungan fiber yang tinggi (Mabeau dan Fleurence, 1993). Menyedari tentang potensi penggunaan rumpai laut dalam bidang makanan, maka terdapat banyak pembangunan produk makanan baru yang berasaskan rumpai laut telah dijalankan di Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP), Universiti Malaysia Sabah (UMS). Contoh pelbagai jenis produk makanan rumpai laut yang dibangunkan adalah seperti roti berserat tinggi yang mengandungi rumpai laut (Noh, 2004), keropok rumpai laut, *E. cottonii* (Chong, 2007), mi rumpai laut, *E. cottonii* (Ramalingam, 2005), aiskrim rumpai laut, *E. cottonii* (Hwee, 2002), *mayonnaise* rumpai laut (Woo, 2002), bebola vegetarian rumpai laut (Wei, 2002), pelbagai jenis minuman rumpai laut dan sebagainya. Didapati bahawa bebola vegetarian yang dihasilkan daripada rumpai laut *E. cottonii* yang berfungsi sebagai agen pengelatan dalam pembentukan struktur bebola mempunyai tekstur yang hampir sama kualiti dengan bebola ikan (Hwee, 2002). Selain itu, produk rumpai laut seperti aiskrim dan *mayonnaise* yang dihasilkan daripada rumpai laut *E. cottonii* yang berfungsi sebagai agen penstabilan dan

pengemulsi juga mendapatkan maklumbalas yang baik di kalangan pengguna. Daripada ujian pengguna yang dijalankan, produk aiskrim dan *mayonnaise* rumpai laut yang dihasilkan ini mempunyai penerimaan keseluruhan yang sederhana tinggi apabila berbanding dengan produk berjenama di pasaran (Hwee, 2002; Woo, 2002). Satu lagi jenis rumpai laut yang mempunyai potensi tinggi dalam penghasilan produk makanan ialah rumpai laut hijau *Caulerpa lentillifera*.

Rumpai laut hijau, *C. lentillifera*, dari divisi *Chlorophyta*, merupakan salah satu spesies yang digemari kerana ia berwarna hijau rumput, lembut serta bertekstur sukulen dan lazimnya dimakan secara mentah atau dalam bentuk salad. Rumpai laut hijau ini merupakan sumber makanan yang murah tetapi tinggi nilai nutrisinya. Ia mengandungi banyak komposisi nutrien yang baik seperti protein, serabut diet dan bahan mineral yang sesuai dijadikan sebagai makanan yang berkhasiat (Tungland dan Meyer, 2002). Berasaskan nutrien yang terkandung dalam rumpai laut *C. lentillifera* serta kesenangan rumpai laut ini boleh didapati di Sabah, pelbagai penyelidikan telah dijalankan untuk membangunkan produk makanan baru dengan menggunakan rumpai laut *C. lentillifera*. Produk mi campuran rumpai laut hijau, *C. lentillifera* adalah lebih berkhasiat dengan mengandungi kandungan nutrien seperti protein, abu dan serabut kasar yang lebih tinggi daripada sampel kawalan yang tidak mengandungi rumpai laut (Patel, 2007). Selain itu, penghasilan snek berkhasiat dengan pembentukan snek bar bertih beras bersama rumpai laut hijau, *C. lentillifera* dapat memupuk suatu budaya pemakanan snek yang sihat (Tan, 2009).

Keropok merupakan sejenis snek atau makanan ringan yang amat digemari oleh masyarakat tempatan. Lazimnya, keropok diproses daripada ikan, udang atau sotong yang diadun bersama tepung kanji serta tepung sagu sebagai perencah utama. Mengikut Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan Malaysia 1985, Peraturan 168 menyatakan bahawa keropok mesti mengandungi komponen berasaskan ikan yang digaul dengan tepung kanji dengan atau tanpa perencah. Bagi keropok ikan yang dihasilkan daripada ikan segar selain dari krustasia dan moluska,

kandungan protein sebelum digoreng hendaklah tidak kurang daripada 12%. Manakala kandungan protein dalam keropok kering yang dihasilkan dari krustasia, moluska dan hasil sebagainya yang sebelum digoreng tidak boleh kurang daripada 6.9%.

Menurut Wan Rahimah (1984), keropok terdiri daripada dua jenis iaitu keropok segera yang telah siap digoreng yang sedia ada dalam pasaran dan keropok kering yang belum digoreng yang mempunyai kandungan kelembapan di antara 8-12% dan perlu digoreng sebelum dimakan. Harga keropok di pasaran di Malaysia adalah dalam julat RM1.00-RM15.00 sekilogram. Perbezaan harga ini wujud mengikut negeri serta cara pemasarannya (FAMA, 2002). Data pengeluaran keropok yang diperolehi daripada kajian menunjukkan bahawa potensi pasaran keropok adalah baik dan mampu diperkembangkan. Kajian menunjukkan bahawa terdapat 88% pengguna tempatan suka makan keropok dan pengguna tertinggi produk keropok adalah penduduk di Sabah dengan jumlah penggunaan sebanyak dua tan metrik sebulan (FAMA, 2002). Maka, kajian pembangunan keropok bersama rumpai laut hijau tempatan, *C. lentillifera* dianggap berpotensi besar untuk memperkenalkan produk keropok ini ke dalam industri penghasilan keropok di Sabah.

Selain itu, dari sudut pandangan pengeluar atau pengusaha keropok, keropok jenis sedia goreng merupakan antara jenis keropok yang mempunyai pasaran yang terbaik iaitu sebanyak 84% digemari oleh pengguna jika berbanding dengan jenis keropok yang lain (FAMA, 2002). Demi ini, industri keropok di Malaysia dianggap satu industri produk tempatan yang berpotensi besar untuk dimajukan dan diperkenalkan bukan sahaja kepada penduduk tempatan malah juga kepada pelancong asing. Di Malaysia, negeri-negeri di Pantai Timur merupakan pengeluar terbesar keropok iaitu sebanyak 76% daripada jumlah keseluruhan pengeluaran keropok. Selebihnya iaitu 24% dikeluarkan oleh negeri-negeri di Pantai Barat, Sabah dan Sarawak. Fenomena ini wujud disebabkan faktor kesenangan bagi mendapatkan punca bekalan ikan untuk

menghasilkan produk keropok. Ini kerana Kelantan, Terengganu dan Pahang terletak berdekatan Laut China Selatan (FAMA, 2002).

Pada masa dahulu, varieti snek yang ada pada pasaran adalah sangat terhad dan kebanyakan daripadanya adalah terdiri daripada kerepek iaitu kerepek keledak, pisang, ubi dan keropok udang, ikan atau sotong. Manakala, pada masa kini, varieti snek telah dipelbagaikan dan snek dengan pelbagai jenis perisa boleh didapati dari pasaran. Penghasilan keropok rumpai laut hijau *C. lentillifera* dianggap dapat menambahkan varieti snek di pasaran dan juga dapat memperbanyakkan kepelbagaian produk keropok kepingan yang selama ini hanya terdapat keropok jenis ikan, udang dan sotong.

Penghasilan keropok rumpai laut ini dianggap sangat berbeza dengan keropok makanan laut yang ada di pasaran. Ini kerana keropok rumpai laut yang dihasilkan ini adalah terdiri daripada tumbuhan laut yang akan memberikan rasa makanan laut yang unik. Di samping itu, keropok tumbuhan laut ini juga mempunyai kelebihan daripada keropok tumbuhan biasa yang ada di pasaran. Ini kerana kandungan protein pada keropok rumpai laut ini adalah tinggi iaitu lebih tinggi daripada keropok krustasia atau moluska. Selain itu, ia mempunyai kandungan serabut diet yang tinggi berbanding dengan keropok tumbuhan yang lain.

Tambahan lagi, keropok rumpai laut ini tidak mengandungi sebarang warna tiruan yang seperti ada pada produk keropok tumbuhan lain yang berwarna-warni di pasaran. Warna hijau pada keropok rumpai laut ini adalah semula jadi dan terdiri daripada pigmen berklorofil tinggi yang akan membawa manfaat kepada kesihatan manusia. Klorofil merupakan sumber nutrisi antioksidan yang baik yang dapat meneutralkan molekul bahaya iaitu radikal bebas dalam badan yang boleh membawa kemerosotan kepada sel badan yang sihat (Shahidi, 2008). Maka, dianggarkan bahawa keropok rumpai laut ini akan diambil oleh warga vegetarian yang inginkan snek rasa makanan laut dan juga pengguna lain yang mementingkan nilai pemakanan

RUJUKAN

- Adom, K. K., Dzogbefia, V. P., Ellis, W. O. and Simposon, B. K. 1996. Solar drying of okra- effects of selected package materials on storage stability. *Food Research International*. **29**: 589-593.
- Ahmad Ismail. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ahmad Ismail dan Hindun Mamat. 1990. Rumpai Laut: Sumber Asli Yang Diabaikan. *Persidangan Penyelidikan UKM, Universiti Kebangsaan Malaysia*. Ogos 27-30, 1990.
- Ahmad, Z. I. and Siew, L. C. 1985. *Application of Intermediate Technology in The Processing of Fish Crackers (Keropok) In Malaysia*. Kuala Lumpur: APU.
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan Malaysia 1985. 2009. Kuala Lumpur: MDC Publishers Sdn. Bhd.
- Ali, M. Y. M. dan Hasnah, M. 1983. *Pembungkusan Makanan. Teknologi Makanan*. Jld. 2. Bil. 2. Selangor: Pencetakan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Aminah Abdullah. 2000. *Panduan Makmal Penilaian Sensori*. Bangi: UKM.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemist*. (17th edition). Washington DC: Association of Official Analysis Chemist.
- Arporn, P. R and Chirapart, A. 2006. Nutritional Evaluation of Tropical Green Seaweeds, *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal National Science*. **40**: 75-83.
- Badii, F. and Howell, N. R. 2001. A Comparison of Biochemical Changes in Cod (*Gadus Morhua*) and Haddock (*Melanogrammus Aeglefinus*) During Frozen Storage. *Journal of Science Food and Agriculture*. **82**: 87-97.
- Bilgrami, K. S. and Saha, L. C. 2004. *A Textbook of Algae*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Binsted, R. and Devey, J. D. 1970. *Soup Manufacture: Canning, Dehydration & Quick-Freezing*. London: Food Trade Press Ltd.
- Blanchfield, J. R (ed.). 2000. *Food Labelling*. Boca Raton: CRC Press.

- Brennan, J. G. 1992. Tanggapan dan Pengukuran Tekstur. Rogayah Hussin, Norina Anuar dan Shamsinar Wales Nasiruddin. (ed.). *Analisis Deria untuk Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Brody, T. 1999. *Nutritional Biochemistry*. (2nd edition). London: Academic Press.
- Budzaki, S. and Seruga, B. 2005. Moisture loss and oil uptake during deep fat frying of Krostula dough. *European Food Research and Technology*. **220**: 90-95.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Journal of environment, agricultural and food chemistry*. **2** (4): 498-503.
- Castro, P. and Huber, M. 1997. *Marine Biology*. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers.
- Chan, C. X., Ho, C. L. and Phang, S. M. 2006. Trends in seaweed research. *Trends in Plant Science*. **11**(4).
- Chapman, V. J. and Chapman, D. J. 1980. *Sea Vegetables and Their Uses*. London: Chapman & Hall.
- Cheow, C. S., Dzulkifly, M. H., Kyaw, Z. Y. and Yu, S. Y. 1999. Effect of steaming time on the linear expansion of fish crackers (keropok). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **79**: 1340-1344.
- Cheow, C. S., Yu, S. Y., Howell, N. K., Che Man, Y. and Mohamed, S. K. 1999. Effect of Salt & Fish Contents on The Microstructure and Expansion of Fish Cracker (Keropok). *Journal Food Agriculture*. **79**: 874-885.
- Cheung, P. C. and Wong, K. H. 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.
- Ching, C. Y. and Norziah, M. H. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*. **68**: 69-76.
- Chong, S. H. 2007. *Penghasilan keropok rumpai laut E. cottonii*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Coles, R., McDowell, D. and Kirwan, M. J. 2003. *Food packaging technology*. London: Blackwell Publisher.
- Cooper, J. M. 2006. Sucrose. Spillane, W. J. (ed.). *Optimising Sweet Taste In Foods*, pp. 97-131. Boca Raton: CRC Press.

- Dalli, A. S. A. 1988. *Seaweed Farming in East Malaysia*. Report on the Training Course on Seaweed Farming, Asean/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project. Manila. November.
- Darcy-Vrillon, B. 1993. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *International Journal of Food Science and Nutrition*. **44**:23-35.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*. **103**: 891-899.
- Dietschy, J. M. 1998. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition*. **128**:444-448.
- Dufosse, L., Galaup, P., Yaron, A., Arad, S. M., Blanc, P., Chidambara Murthy, K. N. and Ravishankar, G. A. 2005. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: A scientific oddity or an industrial reality. *Trends in Food Science and Technology*. **16**:389-406.
- Edmund, W. L. and Lloyd, W. R. 2001. *Snack Foods Processing*. Lancaster: Technomic Publishing Company, Inc.
- Escrig, J. A. and Muniz, F. J. S. 2000. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutrition research*. **20**(4): 585-598.
- FAMA. 2002. Kajian Mengkaji Potensi Industri Keropok Di Malaysia (atas talian) <http://pico.neofission.com/websites/agribdcom/index.php?hdl=bin&rp=367> Dicitak 25 May 2009.
- FAO. 2007. Vietnam succeeds in growing sea grapes. (atas talian) <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag165e/AG165E02.htm>. 8 Jan 2007. Dicitak 13 Jun 2009.
- Fellows, P. 2000. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Cambridge: Woodhead Publisher.
- Fennema, O. R. 1985. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Fleurence, J. 1999. Seaweeds proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*. **10**: 25-28.
- Fritsch, F. E. 1975. *The Structure and reproduction of the algae*. New York: Cambridge University Press.

- Galid, R. S. 2003. *Investment Opportunity In The Aquaculture Sector In Sabah*. Jabatan Perikanan Sabah.
- Galland-Irmouli, A. V., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M., Rouxel, M., Barbaroux, O., Bronowicki, J. P., Villaume, C. and Gveant, J. L. 1999. Nutritional value of protein from edible seaweed *Palmaria palmate* (dulse). *Journal of Nutrition & Biochemistry*. **10**: 353-359.
- Gimenez, A., Varela, P., Salvador, A., Ares, G., Friszman, S. and Garitta, L. 2005. Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach. *Food Quality and Preference*. Article in Press. 28 September.
- Gisslen, W. 2001. *Professional Baking* (3rd edition). Canada: John Wiley & Sons Publisher.
- Govindan, T. K. 1985. *Fish Processing Technology*. New Delhi: Mohan Priamland for Oxford and IBM Publishing Co.
- Grosvenor, M. B. and Smolin, L. A. 2002. *Nutrition: From science to life*. USA: Harcourt Inc.
- Grunert, K. G. 2003. How changes in consumer behaviour & retailing affects competence requirements for food producers and processors. *Research on Customer Relations in Food Sector*. Denmark: The Aarhus School of Business.
- Halliwel, B., Aeschbach, R., Loliger, J., Aruoma, O. I. 1995. The characterization of antioxidants. *Food Chemistry and Toxicology*. **33**:601-617.
- Hamed, F. 1994. *The Science of Cookie and Cracker Production*. New York: Chapman & Hall.
- Han, J. H. (ed.). 2005. *Innovation in Food Packaging*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Hodgen, D. A. 2004. Global Snack Food Industry Trends. *Snack Food & Wholesale Bakery*. Julai 1, 2004.
- Howell, N. K. 1999. *Gelation Properties and Interaction of Fish Protein: Physical, Chemistry and Industrial Application of Gels, Polysaccharides and Protein*. Amsterdam: Elsevier.
- Huda, N., Aminah, A. and Babji, A. S. 2000. Physicochemical and sensory characteristic of cracker formulated with surimi powder. *International Symposium On: The Role of Chemistry in Industry and Environment*. August 30-31, 2000. Padang.

- Huda, N., Ismail, N., Leng, A. L. and Yee, C. X. 2007. Chemical composition, colour and linear expansion properties of commercial fish cracker. *12th Asian Chemical Congress*. August 23-25, 2007. Kuala Lumpur.
- Huda, N., Ismail, B. and Ismail, N. 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. *International Food Research Journal*. **16**: 159-165.
- Hwee, W. C. 2002. *Penghasilan aiskrim rumpai laut daripada rumpai laut Eucheuma cottonii*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shira, T. and Tatematsu, M. 1986. Studies On Antioxidants: Their Carcinogenic and Modifying Effects On Chemical Carcinogenesis. *Food Chemistry and Toxicology*. **24**: 1071-1082.
- Jabatan Perikanan Sabah. 2001. *Pengenalan kepada industri rumpai laut*. Sabah: Jabatan Perikanan Sabah.
- Jabatan Penerangan Sabah. 2005. *Keropok Keping*. Sabah: Jabatan Penerangan Sabah.
- Jimenez-Escrig, A. and Sanchez-Muniz, F. J. 2000. Dietary Fiber From Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physicochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism. *Nutrition Research*. **20**(4): 585-598.
- Kain, J. M., Brown, M. T. and Lahaye, M. 1999. The seaweed industry and R&D: A solid partnership. *Hydrobiologia*. **398/399**: xxv- xxvi.
- Kementerian Kesihatan Malaysia. 2006. *Guide to Nutrition Labelling and Claims*. Putrajaya: Bahagian Keselamatan dan Kualiti Makanan, Kementerian Kesihatan Malaysia.
- King, M. A. 2002. Development and sensory acceptability of crackers made from the big-eye fish (*Branchydeuterus auritus*). *Food and Nutrition Bulletin*. **23** (2): 317-340.
- Kirschmann, J. D. 2007. *Nutrition Almanac*. (6th edition). New York: McGraw Hill Publishing.
- Kotler, P., Armstrong, G., Ang, S. H., Leong, S. M., Tan, C. T. and Tse, D. K. 2005. *Principles of Marketing: An Asian Perspective*. Singapore: Prentice Hall.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V. and Maroulis, Z. B. 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. *Journal of Food Engineering*. **64**: 429-434.

- Kumar, H. D and Singh, H. N. 1979. *A Textbook of Algae*. London: Macmillan Press LTD.
- Kyaw, Z. Y., Yu, S. Y., Chew, C. S. and Dzulkifly, M. H. 2001. Effect of Fish to Starch Ratio on Viscoelastic Properties and Microstructure of Fish Cracker ('keropok') Dough. *International Journal of Food Science and Technology*. **36**: 741- 747.
- Lachmann, A. 1969. *Snacks and fried products*, pp. 143. London: Noyes Data Corporation.
- Lee, R. E. 1989. *Phycology*. New York: Cambridge University Press.
- Liu, P. F., Ming, Z., Gong, N. X., Jin, C. S. and Tao, Q. 2005. The Optimization of Vacuum Frying to Dehydrate Carrot Chips. *International Journal of Food Science and Technology*. **40**: 911-919.
- LKIM, 2005. *Cadangan Pelaburan Dalam Bidang Perikanan Bagi GLCs*. Malaysia: Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia.
- Low, S. L. and Yu, S. Y. 1992. Utilisation of Pre-gelatinised Tapioca Starch in The Manufacture of A Snackfood, Fish Cracker ('keropok'). *International Journal of Food Science and Technology*. **27**: 593-596.
- Lusas, E. W. 2001. Overview. Lusas, E. W. and Rooney, L. W. (ed.). *Snack Foods Processing*. Boca Raton: CRC Press.
- Mabeau, S., Cavaloc, E., Fleurence, J. and Lahaye, M. 1992. New seaweed based ingredients for the food industry. *International Food Ingredients*. **3**:38-45
- Mabeau, S. and Fleurence, J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science and Technology*. **4**: 103-107
- Mahesh, D. L., Deosthale, T. G. and Narasinga Rao, B. S. 1992. A sensitive kinetic assay for the determination of iodine in foodstuffs. *Food Chemistry*. **43**: 51-56.
- Manley, D. 2000. *Technology of Biscuit, Crackers and Cookies*. (3rd edition). Cambridge: CRC Press.
- Manton, I. 1955. Rudnick, D. (ed.). *Cellular Mechanisms in Differentiation and Growth*, pp. 61 – 72. New Jersey: Princeton University Press.
- Marsham, S., Scott, G. W. and Tobin, M. L. 2007. Comparison of nutritive chemistry of a range of temperature seaweeds. *Food Chemistry*. **100**: 1331-1336.

- Marungrueng, K. and Pavasant, P. 2006. Removal of dye (Astrazon Blue FGRL) using macroalga *Caulerpa lentillifera*. *Journal of Environmental Management*. **78**: 268-274.
- Matanjun, P. 2001. Rumpai Laut: Penggunaan sebagai Sumber Makanan. *Suara Makanan*. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N, M., Muhammad, K. and Cheng, H. M. 2008. Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo. *Journal of Applied Phycology*. **20**: 367-373.
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N, M. and Muhammad, K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweed, *Euclima cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*. **21**: 75-80
- Matsukawa, R., Dubinsky, Z., Kishimoto, E., Masaki, K., Masuda, Y. and Takeuchi. 1997. A Comparison of Screening methods For Antioxidant Activity In Seaweeds. *Journal of Applied Phycology*. **9**: 29-35.
- Matz, S. A. 1976. *Snack Food technology*. Connecticut: The AVI Publishing Company Inc.
- McCandless, E. L. 1981. Polysaccharides of seaweeds. In Lobban, C. S. and Wynne, M. J. (ed.). *The Biology of Seaweeds*, pp. 559-581. Berkeley: University of California Press.
- McCarthy, J. A. 2001. *Snack Foods Processing*. Boca Raton: CRC Press.
- McHugh, D. J. 2003. A Guide to Seaweed Industry. *FAO Fisheries Technical Paper 441*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). New York: CRC Press LLC.
- Meiselman, H. L. and MacFie, H. J. H. 1996. *Food choice, acceptance and consumption*. New York: Springer.
- Mellema, M. 2003. Mechanism and Reduction of Fat intake in Deep-fat fried Foods. *Trends in Food Science and Technology*. **14**(9): 364-373.
- Miller, J. D. A. 1962. Lewin, R. A. (ed.). *The Physiology and Biochemistry of Algae*, pp. 357 – 370. New York: Academic Press.
- Mishra, V. K., Temelli, F., Oraikul, Shacklak, P. F. And Craigie, J. S. 1993. Lipids of the red alga *Palmaria Palmate*. *Botanica Marina*. **36**: 169-174.

- Modul Latihan Kempen Cara Hidup Sihat. 2003. Bahagian Pendidikan Kesihatan, Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Mohamad, T. H. 1988. *Pengenalan Alga*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mohamed, S., Abdullah, N. and Muthu, M. K. 1988. Expansion, oil adsorption, elasticity and crunchiness of keropok (fried crisps) in relation to the physicochemical nature starch flours. In Maneepun, S., Varangoon, P. and Phithakpol, B. (eds.). *Food Science and Technology in Industrial Development. Proceedings of the Food Conference 88*, pp. 108-113. Bangkok: IFRPD-Kasetsart University.
- Morris, I. 1988. *Pengenalan Alga*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Munaf, D. R. 2000. Projek Sistem Informasi IPTEK National Guna Menunjang Pembangunan. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. (atas talian)
<http://www.ristek.do.id>. Dicetak 14 May 2009.
- Namiki, M. 1990. Antioxidants or Antimutagens In Food. *Critical Reviews Food Science and Nutrition*. **29**: 273-300.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmanne, A. H., Kraemerf, G. P., Hallingd, C., Spigela, M. and Yarishg, C. 2004. Integrated aquaculture: Rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*. **231**: 361-391.
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Noh, N. C. 2004. *Penghasilan roti berserat tinggi mengandungi rumpai laut*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Noorlilie, A., Rosli, M. A. dan Matanjun, P. 2001. Kajian Awal Komposisi Nutrien Beberapa Rumpai Laut dari Sabah. *Suara Makanan*, pp. 43-48. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.
- Normah, O. and Nazarifah, I. 2004. Physico-chemical Characteristics of Flavoured Dessert Gels from Semi-refined Carrageenan. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. **32**: 23-29.
- Norziah, N. M. and Ching, C. Y. 2000. Nutritional Composition of Edible Seaweed *Gracilaria Changgi*. *Food Chemistry*. **68**: 69-76.
- Nurhaida, A. M. 2002. *Penghasilan Keropok Cendawan Shiitake*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.

- Nurul, H., Boni, I. and Noryati, I. 2009. The Effect of Different Ratios of Dory Fish To Tapioca Flour On The Linear Expansion, Oil Absorption, Colour And Hardness of Fish Crackers. *International Food Research Journal*. **16**: 159-165.
- Omar, I. C., Darah Ibrahim dan Baharudin Salleha. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ortega-Calvo, J. J., Mazuelos, C., Hermosin, B., Mazuelos, C. and Saiz-Jimenez, C. 1993. Chemical composition of *Spirulina* and eukaryotic algae food products marketed in Spain. *Journal Applied Phycology*. **5**: 425-435.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Harnandez, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A. and Rios, A. 2006. Dietary fibre, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*. **99**: 98-104.
- Parry, J. W. 1969. *Spices Volume 1. The Story of Spices-The Spices Described*. London: Food Trade Press Ltd.
- Patel, N. R. 2007. *Pembangunan Mi Campuran Rumpai Laut, Caulerpa Lentillifera*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Pavia, H. and Aberg, P. 1996. Spatial variation in polyphenolic content of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta). *Hydrobiology*. **326/327**: 199-203.
- Peranginangin, R., Fawzia, Y. N., Sugiyono and Mulyanah, I. 1997. Food additives and effect of thickness on fish crackers quality. In Kuang, H. K., Kim, L. L. and Yong, L. P. (eds.). *Proceeding of the seminar on the advances in fish processing technology in Southeast Asia in relation to quality management*, pp. 106-114. Singapore: MFRD-SEAFDEC.
- Phang, S. M. 2006. Seaweed Resources In Malaysia: Current Status and Future Prospects. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. **9(2)**: 185-202.
- Pillay, T. V. R. and Kutty, M. N. 2005. *Acquaculture Principles and Practices*. (2nd edition). Oxford: Blackwell Publishing.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of food Components*. (2nd edition). New York: Academic Press, Inc.
- Prescott, J. and Young, A. 2002. Does information about MSG (*monosodium glutamate*) content influence consumer ratings of soup with and without added MSG? *Appetite*. **39**: 25-33.

- Prescott, J. 2004. Effects of added glutamate on liking for novel food flavours. *Appetite*. **42**: 143- 150.
- Prosky, L. 2000. What is dietary fiber? *Journal of AOAC International*. **83**(4): 985-987.
- Ragan, M. A. 1981. Chemical Constituents of seaweeds. In Lobban, C. S. and Wynne, M. J. (eds.). *The Biology of Seaweeds*, pp. 589-619. Berkeley: University of California Press.
- Ragan, M. A. and Glombitza, K. W. 1986. Phlorotannins, Brown Algal Polyphenols. Round-Chapman (ed.). *Progress In Phycological Research Bioprocess*, pp. 130-132. London.
- Radiyati, T. and Agosto, W. M. 1990. *Tepung tapioka (perbaikan)*. Subang: BPTTG Puslitbang Fisika Terapan- LIPI.
- Ramalingam, K. 2005. *Characteristics profile and development of white salted seaweed noodles*. Tesis sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H. and Kawakishi, S. 1995. The Contribution Of Plant Food Antioxidants To Human Health. *Trends Food Science Technology*. **6**: 75-82.
- Ravindran, P. N. and Kallupurackal, J. A. 2003. Black Pepper. Peter K. V. (ed.). *Handbook of Herbs and Spices Volume 1*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Rhythme, A. 2000. Seaweed's nutrition value. *Fisheries Information Newsletter*. **95**: 51-53.
- Rizzo, W. B., Watkins, P. A., Phillips, M. W., Cranin, D., Campbell, B. and Avigan, J. 1986. Adrenoleukodystrophy: oleic acid lowers fibroblast saturated C22-26 fatty acids, National Center for Biotechnology Information (online) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3951702> Dicetak 07 October 2008.
- Rosnah Ismail. 2004. *Kesedaran Dan Sikap Masyarakat Terhadap Pengkulturan Rumpai Laut Di Pulau Banggi, Kudat*. Tesis sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*. **79**:23-26.
- Samin, S. 2002. *The Status of the Seaweed Culture Industry in Sabah*. Jabatan Perikanan Sabah.

- Sanchez-Machado, D. I., Lopez-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J. and Paseiro-Losada, P. 2004. Fatty Acid, Total Lipid, Protein and Ash Content of Processed Edible Seaweeds. *Food Chemistry*. **85**: 439-444.
- Schroder, M. J. A. 2003. *Food quality and consumer value: Delivering food that satisfies*. New York: Springer.
- Shahidi, F. 2008. Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods. *International Journal of Food Science and Technology*. **20**: 376-387.
- Shameel, N. 1990. Phycochemical studies on fatty acids from certain seaweeds. *Botanica Marina*. **33**: 429-432.
- Siaw, C. L., Indrus, A. Z. and Yu, S. Y. 1985. Intermediate technology for fish crackers ('keropok') production. *Journal Food Technology*. **20**: 17-21.
- Sideway, E. D. and Balasingan, M. 1971. *Fish Processing Industry in West Malaysia*. Food Technology Research and Development Centre.
- Soleha Ishak, Osman, H., Mohd. Ali, A. R., Poedijono, N., Salam, A. B. dan Mohd Khan, A. 1993. *Kimia Makanan*. Jld. 1. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Soleha Ishak. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Southgate, D. A. T. 1990. Dietary fiber and health, pp. 10-19. In Southgate, D. A. T., Waldron, K., Johnsons, I. T. and Fenwick, G. R. *Dietary Fiber: Chemical and Biological Aspects*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Stanier, R. Y. and Van Niel, C. B. 1962. Bacteria Revolution. *Archives of Microbiology*. **42**: 17-35.
- Stone, N. J. 1997. Fish consumption, fish oil, lipids, and coronary heart disease. *American Journal of Clinical Nutrition*. **65**:1083-1086
- Suhaila, M., Abdullah, N. and Muthu, M. K. 1989. Physical Properties of Keropok (Food Chips) in Relation to The Amilopectin Content of The Starch Flours. *Journal of Food Science and Agriculture*. **49**: 369-377.
- Sundaralingam, V. S. 1989. *Marine algae: Morphology, reproduction & biology*. Dehradun: Bishen Singh Mahendra Pal Singh.
- Tan, V. T. 2009. *Pembangunan Bar Bertih Beras Bersama Rumpai Laut Hijau Tempatan, Caulerpa Lentillifera*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.

- Tapiero, H., Tew, K. D., Nguyen, B. G. and Mathe, G. 2002. Polyphenols: Do They Play role In The Prevention Of Human Pathologies? Review. *Biomed Pharmacother.* **56**: 200-207.
- Taylor and Francis. 2006. *Handbook of algae*. Boca Raton: CRC Press.
- Temple, N. J. 2000. Antioxidants and disease: more questions than answers. *Nutrition Research.* **20**:449-459
- Tourila, H., Anderson, A., Martikainen, A. and Salovaara. 1998. Effect of product formula, information and consumer characteristics on the acceptance of a new snack food. *Food Quality and Preference.* **9** (5): 313-320.
- Trainor, F. R. 1978. *Introductory Phycology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Trono, G. C. 1999. Diversity of the seaweed flora of the philippines and its utilization. *Hydrobiologia.* **398/399**: 1-6.
- Tunland, B. C. and Meyer, D. 2002. Nondigestible oligo- & polysaccharides (dietary fibre): their physiology & role in human health & food. *Reviews in Food Science & Food Safety.* **3**: 73-92.
- Vatsala, C. N., Fharmesh Saxena, C. and Haridas Rao, P. 2001. Optimization of Ingredients and Process Conditions for The Preparation of Puree Using Response Surface Methodology. *International Journal of Food Science and Technology.* **36**: 407-414.
- Waaland, J. R. 1981. Commercial Utilization. In Lobban, C. S. and Wynne, M. J. (ed.). *The Biology of Seaweeds*, pp. 726-739. Berkeley: University of Carlifornia Press.
- Wan Rahimah Wan Ismail. 1983. Penyelidikan keropok secara moden. *Teknologi Makanan MARDI.* **2**(1): 1-3.
- Wan Rahimah Wan Ismail. 1984. Memperbaiki kaedah memproses keropok. *Laporan Bahagian Teknologi Makanan.* **278**: 1-23.
- Wei, C. S. 2002. *Kajian penghasilan bebola vegetarian rumpai laut*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Woo, H. S. 2002. *Penghasilan mayonnaise rumpai laut*. Tesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.
- Wood, E. 2001. *Use of Natural Resources In The Proposed Semporna Island Park 2001*. United Kingdom: Marine Conservation Society.

- Yongsawatdigul, Y. and Park, J. W. 2003. Thermal Denaturation and Aggregation of Threadfin Bream Actomyosin. *Food Chemistry*. **83**: 409-416.
- Yousef, A. E. and Carlstrom, C. 2003. *Food Microbiology*. New Jersey: Wiley Interscience Publication.
- Yu, S. Y., Mitchell, J. R. and Abdullah, A. 1981. Production and Acceptibility of Fish Crackers (Keropok) Prepared by Extrusion Method. *Journal of Food Technology*. **16** (1): 51-58.
- Yu, S. Y. 1991a. Effect of fish: flour ratio on fish crackers ('keropok'). *Asean Food Journal*. **6**(1): 36.
- Yu, S. Y. 1991b. Acceptability of fish crackers (*keropok*) made from different types of flour. *ASEAN Food Journal*. **6**(3): 114-116.
- Yu, S. Y. and Low, S. L. 1992. Utilisation of Pre-gelatinised Tapioca Starch in The Manufacture of A Snackfood, Fish Cracker ('keropok'). *International journal of Food Science and Technology*. **27**: 593-596.
- Yu, S. Y. 1993. Effect of slice thickness on the acceptibility of fish crackers. *Journal of Food Technology*. **33**: 182-184.
- Yuan, Y. V. 2008. Marine algal constituents. In: Barrow, C. and Shahidi, F., Editors. *Marine nutraceuticals and fuctional foods*, pp. 259-296. Boca Raton: CRC Press.
- Zvyagintseva, T. N., Shevchenko, N. M., Chizhov, A. D., Krupnova, T. N., Sundukova, E. V. And Isakov, V. V. 2003. Water soluble polysaccharides of some far-eastern brown seaweeds: distribution, structure and their dependence on the development conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **294**: 1-13.