

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PEMBANGUNAN KEROPOK UBI KLEDEK CAMPURAN RUMPAI LAUT MERAH,  
EUCHEUMA DENTICULATUM

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG SAINS MAKANAN DAN  
PENAKHUNAN SESI PENGAJIAN: 2006 / 2010

aya NG KEMEI (HURUF BESAR)

engaku 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

*Hormat*

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: NO. 1935, TAMAN UJONK,  
JALAN TOK UNGU, TOLOO SEREMBAN,  
NEGERI SEMBILAN DARUL KHUSUS.

Tarikh: 21.05.2010

*Doktor MEEHEAL*  
 PUSTAKAWAN  
 PERPUSTAKAAN  
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

*Dr. PATRICIA MATANJUN*

Nama Penyelia

Tarikh: 21.05.2010

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

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

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

**PEMBANGUNAN KEROPOK UBI KELEDEK  
CAMPURAN RUMPAI LAUT MERAH,  
*EUCHEUMA DENTICULATUM***

**NG KEMEI**

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

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

## **PENGAKUAN**

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

17 Mei 2010

*H.Kemei*

---

NG KEMEI  
HN2006-3596



**PENGESAHAN**

NAMA : NG KEMEI  
NOMBOR MATRIKS : HN2006-3596  
TAJUK : PEMBANGUNAN KEROPOK UBI KELEDEK  
CAMPURAN RUMPAI LAUT MERAH,  
*EUCHEUMA DENTICULATUM*  
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN  
KEPUJIAN DALAM BIDANG SAINS  
MAKANAN DAN PEMAKANAN  
TARIKH VIVA : 12 MEI 2010

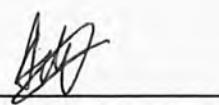
**DISAHKAN OLEH**

1. PENYELIA  
(DR PATRICIA MATANJUN)



(TANDATANGAN)

2. PEMERIKSA 1  
(CIK ADILAH MD. RAMLI)



(TANDATANGAN)

3. PEMERIKSA 2  
(PROF. MADYA DR CHYE FOOK YEE)



(TANDATANGAN)

4. DEKAN  
(PROF. MADYA DR MOHD ISMAIL ABDULLAH)



(TANDATANGAN)



## **PENGHARGAAN**

Terlebih dahulu saya ingin merakamkan ribuan terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Patricia Matanjun, selaku penyelia saya yang sudi memberi tunjuk ajar dalam menyempurnakan projek penyelidikan akhir tahun saya ini. Beliau telah banyak memberi nasihat dan bimbingan kepada saya sepanjang masa projek penyelidikan tahun akhir ini dijalankan. Segala usaha dan jasa baik yang dicurahkan akan saya kenangi dan hargai sepanjang hayat saya.

Selain itu, saya ingin mengambil kesempatan untuk menyampaikan sekalung penghargaan kepada pensyarah-pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang dikasihi, pembantu-pembantu makmal yang berkebolehan dan semua kakitangan yang dikasihi yang secara langsung mahupun tidak langsung menghulurkan tangan kepada saya sepanjang masa projek penyelidikan saya ini dilaksanakan.

Akhir sekali, ucapan terima kasih juga ingin saya sampaikan kepada rakan-rakan saya yang turut menjalankan projek penyelidikan bersama saya, terutamanya semasa menjalani amali dan penulisan projek ini. Bantuan daripada mereka secara langsung atau tidak langsung dapat membantu saya menjayakan penglibatan saya dalam semua aspek sepanjang projek penyelidikan ini. Segala sokongan, ilmu dan pengalaman yang diberi dan dikongsi amatlah dihargai. Jutaan terima kasih juga ditujukan kepada ahli keluarga saya yang telah banyak memberi dorongan dan memberikan bantuan serta kasih sayang kepada saya. Walaubagaimanapun, saya ingin memohon maaf sekiranya telah melakukan kesilapan yang tidak disengajakan sepanjang projek penyelidikan ini dijalankan.

Sekian, terima kasih.

Ng Kemei  
16 April 2010



## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk membangunkan produk keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, *Eucheuma denticulatum*. Rumpai laut merah dibasuh, dikering dan dikisar sehingga menjadi serbuk. Bahan mentah yang digunakan dalam penghasilan keropok rumpai laut ialah tepung ubi kayu, serbuk rumpai laut, ubi keledek, garam, gula, serbuk lada putih dan air. Sampel keropok rumpai laut dengan Formula 5 adalah sampel terbaik. Ia memperolehi min skor tertinggi bagi atribut warna, aroma, kemasinan, rasa rumpai laut dan penerimaan keseluruhan dalam ujian hedonik. Komposisi proksimat bagi keropok rumpai laut adalah sebanyak  $10.41\pm0.48\%$  kelembapan,  $6.72\pm0.08\%$  abu,  $1.06\pm0.02\%$  protein,  $1.38\pm0.02\%$  lemak,  $2.12\pm0.06\%$  serabut diet dan  $78.30\pm0.39\%$  karbohidrat. Keropok rumpai laut mempunyai nilai pemakanan yang lebih tinggi berbanding dengan keropok tanpa rumpai laut. Peratus penyerapan minyak dan pengembangan linear adalah lebih rendah bagi keropok rumpai laut iaitu  $7.32\pm0.31\%$  dan  $40.88\pm0.99\%$  masing-masing berbanding dengan keropok tanpa rumpai laut, iaitu sebanyak  $9.40\pm0.80\%$  dan  $45.72\pm0.95\%$ . Keropok rumpai laut menunjukkan daya tenaga yang lebih tinggi, iaitu sebanyak  $609.06\pm42.38\text{g}$  berbanding dengan daya tenaga sebanyak  $421.09\pm41.33\text{g}$  bagi keropok kawalan. Ini menunjukkan bahawa keropok rumpai laut adalah kurang ranggup teksturnya berbanding dengan keropok kawalan. Berdasarkan ujian mutu penyimpanan, keropok rumpai laut yang dibungkus dengan plastik polipropilena dan disimpan pada suhu bilik didapati mempunyai jangka hayat selama 12 minggu kerana ia tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan dengan keropok rumpai laut segar. Keputusan ujian pengguna bagi keropok rumpai laut mencatatkan min skor sebanyak  $4.18\pm0.82$  warna,  $3.87\pm1.09$  aroma,  $4.58\pm0.70$  keranggupan,  $4.21\pm0.90$  kemasinan,  $3.73\pm0.97$  rasa rumpai laut dan  $4.31\pm0.76$  penerimaan keseluruhan. Sebanyak 76% pengguna akan membeli keropok rumpai laut ini. Keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, *Eucheuma denticulatum* dikatakan mempunyai potensi pemasaran yang baik.

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF SWEET POTATO CRACKER WITH RED SEAWEED (*EUCHEUMA DENTICULATUM*)**

The objective of this study was to develop a sweet potato cracker with red seaweed, *Eucheuma denticulatum*. The seaweed was washed, dried and grinded into powder form for further cracker development. The ingredients used to produce seaweed cracker were tapioca flour, seaweed powder, sweet potato, salt, sugar, pepper and water. Sample with Formula 5 was the best formula being selected, in which it has the highest score for attribute: color, aroma, saltiness, aftertaste of seaweed and the overall acceptance from hedonic test. The proximate composition of this seaweed cracker was  $10.41\pm0.48\%$  moisture content,  $6.72\pm0.08\%$  ash,  $1.06\pm0.02\%$  protein,  $1.38\pm0.02\%$  fat,  $2.12\pm0.06\%$  dietary fiber and  $78.30\pm0.39\%$  carbohydrate. Seaweed cracker was found to have higher nutritional value compared to control cracker (cracker without seaweed). The oil absorption and the linear expansion of seaweed cracker were  $7.32\pm0.31\%$  and  $40.88\pm0.99\%$  respectively. These percentages were found to be lower than the percentage of oil absorption ( $9.40\pm0.80\%$ ) and the linear expansion ( $45.72\pm0.95\%$ ) in the control cracker. Besides, the force of fracturability was shown higher in seaweed cracker ( $609.06\pm42.38\text{g}$ ) then in control cracker ( $421.09\pm41.33\text{g}$ ). This indicated that seaweed cracker were less crispier compared to control cracker. According to the shelf life study, the stored seaweed cracker which was packed in plastic polypropylene and was place in room temperature was proved to have a shelf life of 12 weeks as there was no significant different shown between the stored and the fresh seaweed cracker. The consumer test for seaweed cracker showed mean score of  $4.18\pm0.82$  for attribute color, aroma ( $3.87\pm1.09$ ), crispiness ( $4.58\pm0.70$ ), saltiness ( $4.21\pm0.90$ ), aftertaste of seaweed ( $3.73\pm0.97$ ) and overall acceptance ( $4.31\pm0.76$ ). There was 76% of consumer who willing to buy this product. Therefore, this sweet potato cracker with red seaweed, *E. denticulatum* was found to have the potential to commercialize in the market.

## ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>ISI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>SENARAI RAJAH</b>	xiii
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiv
<b>SENARAI UNIT DAN SIMBOL</b>	xv
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xvi
 <b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	 1
1.1    Latar Belakang Kajian	1
1.2    Objektif	5
 <b>BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	 6
2.1    Rumpai Laut	6
2.1.1    Klasifikasi Rumpai Laut	6
2.1.2    Kegunaan Rumpai Laut	8
2.1.3    Nilai Pemakanan Rumpai Laut	11
2.1.4    Rumpai Laut Merah, <i>Rhodophyta</i>	13
2.1.5    Spesis <i>Eucheuma</i>	14
2.1.6    Ekstrak	16
2.1.7    Karageenan	17
2.1.8    Pengkulturan Rumpai Laut	20
2.1.9    Industri Rumpai Laut	24
2.2    Keropok	25
2.3    Bahan-bahan Asas Dalam Pemprosesan Keropok	27
2.3.1    Tepung Ubi Kayu	27
2.3.2    Ubi Keledek	29
2.3.3    Lada Putih	30
2.4    Kaedah-kaedah Penghasilan Keropok	31
2.4.1    Kaedah Tradisional	31
2.4.2    Kaedah Pembaharuan	32
2.5    Kawalan Mutu	33
2.5.1    Menggaul	33
2.5.2    Mengukus	33
2.5.3    Menyejuk	33
2.5.4    Mengering	33
2.5.5    Menggoreng	34
2.6    Tekstur Keropok	34
2.7    Pembungkusan	37

<b>BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH</b>	38
3.1 Senarai bahan mentah	38
3.2 Senarai alatan dan radas	38
3.3. Senarai bahan kimia	40
3.4 Rekabentuk formulasi keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>E. denticulatum</i>	40
3.5 Kaedah Penghasilan keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>E. denticulatum</i>	41
3.5.1 Pemprosesan serbuk rumpai laut	42
3.5.2 Pemprosesan keropok rumpai laut	42
3.6 Pemilihan formulasi terbaik	43
3.6.1 Ujian Pemeringkatan	43
3.6.2 Ujian Hedonik	44
3.7 Analisis Proksmat	44
3.7.1 Penentuan Kandungan Lembapan	45
3.7.2 Penentuan Kandungan Abu	46
3.7.3 Penentuan Kandungan Protein	46
3.7.4 Penentuan Kandungan Lemak	49
3.7.5 Penentuan Kandungan Serabut diet	50
3.7.6 Penentuan Kandungan Karbohidrat	52
3.7.7 Penentuan Kandungan Tenaga	52
3.8 Ujian Fizikal	53
3.8.1 Pengukuran Penyerapan Minyak	53
3.8.2 Pengukuran Pengembangan Linear	53
3.8.3 Pengukuran Tekstur Keropok	53
3.9 Ujian Mutu Penyimpanan	54
3.9.1 Ujian Aktiviti Air, $a_w$	55
3.9.2 Ujian Mikrobiologi	55
3.9.3 Ujian Penilaian Sensori	57
3.10 Ujian Pengguna	58
3.11 Analisis Statistic	58
<b>BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	60
4.1 Ujian Penilaian Sensori	60
4.1.1 Ujian Pemeringkatan	60
4.1.2 Ujian Hedonik	61
4.2 Analisis Proksimat	67
4.2.1 Kandungan Lembapan	67
4.2.2 Kandungan Abu	68
4.2.3 Kandungan Protein	69
4.2.4 Kandungan Lemak	70
4.2.5 Kandungan Serabut Diet	70
4.2.6 Kandungan Karbohidrat	71
4.2.7 Kandungan Tenaga	71
4.3 Ujian Fizikal	72
4.3.1 Pengukuran Penyerapan Minyak	72
4.3.2 Pengukuran Pengembangan Linear	73
4.3.3 Pengukuran Tekstur Keropok	74

4.4	Ujian Mutu Penyimpanan	75
4.4.1	Ujian Aktivit Air, $a_w$	75
4.4.2	Ujian Mikrobiologi	77
4.4.3	Ujian Penilaian Sensori	80
4.5	Ujian Pengguna	82
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Cadangan	92
<b>RUJUKAN</b>		94
<b>LAMPIRAN</b>		108

## SENARAI JADUAL

		Muka Surat
Jadual 2.1	Perbandingan kandungan nutrien antara spesis <i>E. cottonii</i> , <i>E. denticulatum</i> , dan <i>C. lentilifera</i> (nilai min±s.p ditunjukkan sebagai % daripada jisim kering rumpai laut)	12
Jadual 2.2	Permintaan antarabangsa rumpai laut, <i>Eucheuma</i>	15
Jadual 2.3	Sumber karageenan daripada rumpai laut secara komersial	17
Jadual 2.4	Perbezaan antara $\beta$ -karageenan, $\kappa$ -karageenan dan $\lambda$ -karageenan	18
Jadual 2.5	Kawasan berpotensi pengkulturan rumpai laut di Sabah	20
Jadual 2.6	Jumlah Pengkultur, Keluasan dan Produksi Rumpai Laut Negeri Sabah (1989-2000)	22
Jadual 2.7	Eksport Rumpai Laut Sabah, 1989-2000	24
Jadual 2.8	Jenis Keropok Basah dan keropok Keping di Malaysia	26
Jadual 2.9	Definisi-definisi keranggupan	36
Jadual 3.1	Senarai bahan mentah yang digunakan dalam pembangunan keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>Eucheuma denticulatum</i>	38
Jadual 3.2	Senarai alatan dan radas untuk menghasilkan keropok rumpai laut dan menjalankan ujian proksimat, ujian fizikal dan ujian mutu penyimpanan	39
Jadual 3.3	Senarai bahan kimia unuk analisis proksimat, ujian fizikal dan ujian mikrobiologi	40
Jadual 3.4	Formulasi-formulasi keropok rumpai laut	41
Jadual 4.1	Hasil keputusan analisis Ujian Pemeringkatan	60

Jadual 4.2	Nilai min dan sisihan piawai daripada analisis Ujian Hedonik bagi keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>E. denticulatum</i> untuk pemilihan formulasi yang terbaik berdasarkan n=30	62
Jadual 4.3	Hasil keputusan Analisis Proksimat bagi keropok rumpai laut dan keropok kawalan	67
Jadual 4.4	Hasil keputusan Ujian Fizikal bagi keropok rumpai laut dan keropok kawalan	72
Jadual 4.5	Hasil keputusan Aktiviti Air, $a_w$ bagi sampel keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>E. denticulatum</i> yang telah disimpan selama 12 minggu dalam plastik polipropilena	76
Jadual 4.6	Hasil keputusan kiraan cfu mikroorganisma dalam media PCA bagi sampel keropok rumpai laut yang telah disimpan dalam inkubator pada suhu 35°C	77
Jadual 4.7	Hasil keputusan kiraan cfu yis dan kulat dalam media PDA bagi sampel keropok rumpai laut yang telah disimpan dalam inkubator pada suhu 37°C	79
Jadual 4.8	Nilai min dan sisihan piawai bagi Ujian Perbandingan Berganda untuk keropok rumpai laut	81
Jadual 4.9	Nilai min dan sisihan piawai bagi penerimaan pengguna berdasarkan atribut yang dikaji dalam Ujian Pengguna terhadap sampel produk keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ).	82

## SENARAI RAJAH

		Muka surat
Rajah 2.1	Rumpai laut, <i>Eucheuma denticulatum</i>	16
Rajah 2.2	Pengkulturan secara panjang ( <i>Staking</i> ) separa rakit	23
Rajah 2.3	Pengkulturan secara separa terapung	23
Rajah 2.4	Pengkulturan secara rakit ( <i>Raft Floating</i> )	23
Rajah 4.1	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan warna di Gaya Street, Kota Kinabalu	83
Rajah 4.2	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan aroma di Gaya Street, Kota Kinabalu	84
Rajah 4.3	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan keranggupan di Gaya Street, Kota Kinabalu	85
Rajah 4.4	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan kemasinan di Gaya Street, Kota Kinabalu	86
Rajah 4.5	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan rasa rumpai laut di Gaya Street, Kota Kinabalu	87
Rajah 4.6	Kajian pasaran terhadap penerimaan produk keropok rumpai laut merah ( <i>E. denticulatum</i> ) berdasarkan penerimaan keseluruhan di Gaya Street, Kota Kinabalu	88
Rajah 4.7	Kajian pasaran terhadap potensi pembelian oleh pengguna terhadap produk keropok rumpai laut ( <i>E. denticulatum</i> ) di sekitar Kota Kinabalu	89

## **SENARAI SINGKATAN**

Arg	Arginin
Asp	Asid aspartik
Glu	Asid glutamik
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
MOH	<i>Ministry of Health</i>
LKIM	Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia
FAMA	Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan
MARDI	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
UMS	Universiti Malaysia Sabah
UK	<i>United Kingdom</i>
USA	<i>United State of America</i>
IPMB	Institut Penyelidikan Marin Borneo
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
NaOH	Natrium hidroksida
HCl	Asid hidroklorik
kcal	Kilokalori
kJ	Kilojoule
PP	Polipropilena
TPC	<i>Total Plate Count</i>
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
CFU	<i>Colony Forming Unit</i>
SPSS	<i>Statistical Package of Social Science</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
TNTC	<i>Too Numerous To Count</i>

## **SENARAI UNIT DAN SIMBOL**

US\$	Mata Wang Amerika Syarikat
RM	Ringgit Malaysia
m	Meter
sm	Sentimeter
mm	Milimeter
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
L	Liter
ml	Mililiter
M	Kemolaran
psi	<i>Pound-force per square inch</i>
P	Darjah keyakinan
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Darjah selsius
%	Peratus
>	Lebih daripada
<	Kurang daripada
$\pm$	Lebih atau kurang

## **SENARAI LAMPIRAN**

		Muka surat
Lampiran A	Contoh borang penilaian sensori untuk Ujian Pemeringkatan	108
Lampiran B	Contoh borang penilaian sensori untuk Ujian Hedonik	109
Lampiran C	Contoh borang penilaian sensori untuk Ujian Perbandingan Berganda	110
Lampiran D	Contoh borang penilaian sensori untuk Ujian Pengguna	112
Lampiran E	Susunan sampel BIB Design untuk Ujian Pemeringkatan	113
Lampiran F	Keputusan analisis ANOVA satu hala untuk Ujian Hedonik bagi keropok rumpai laut	114
Lampiran G	Keputusan analisis Ujian-T yang telah dilakukan untuk membandingkan Analisis Proksimat keropok kawalan dengan keropok rumpai laut	117
Lampiran H	Keputusan analisis Ujian-T yang telah dijalankan untuk membandingkan Peratus Penyerapan Minyak bagi keropok kawalan dengan keropok rumpai laut	118
Lampiran I	Keputusan analisis Ujian-T yang telah dijalankan untuk membandingkan Peratus Pengembangan Linear bagi keropok kawalan dengan keropok rumpai laut	119
Lampiran J	Gambar rajah mengenai keropok kawalan dan keropok berumpai laut sebelum dan selepas digoreng	120
Lampiran K	Keputusan analisis Ujian-T yang telah dijalankan untuk membandingkan tekstur (keranggupan) bagi keropok kawalan dengan keropok rumpai laut	121



Lampiran M	Keputusan analisis ANOVA satu hala bagi Ujian Aktiviti Air untuk mengkaji mutu penyimpanan keropok rumpai laut	122
Lampiran N	Keputusan analisis ANOVA satu hala bagi Ujian Perbandingan Berganda untuk mengkaji mutu penyimpanan keropok rumpai laut	123
Lampiran O	Contoh rekabentuk bagi produk keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, <i>Eucheuma denticulatum</i>	126

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang kajian

Marina merupakan sumber bahan berfungsi utama, iaitu asid lemak omega-3, mineral dan vitamin, antioxidan, peptida dan enzim. Marina alga kerap didapati di negara Asia dan kadang-kala di tempat-tempat lain di seluruh dunia (Nisizawa *et al.*, 1987). Ia merupakan salah satu sumber makanan ruji sejak masa dahulu dengan kehadiran kandungan nutrien yang tinggi dalam sumber ini (Ruperez, 2002). Marina makroalga ini boleh diklasifikasikan kepada alga merah (*Rhodophyta*), alga perang (*Phaeophyta*) dan alga hijau (*Chlorophyta*), bergantung kepada kandungan nutrien dan komposisi kimianya. (Dawczynski, *et al.*, 2007).

Dari segi pemakanan, rumpai laut adalah alga yang kaya dengan serabut diet, (Lahaye, 1991; Wong and Cheung, 2000), protein, (Jurkovic *et al.*, 1995), mineral (Lee *et al.*, 2008) dan vitamin (Wataneba *et al.*, 1991). Majoriti sumber makanan yang dihasilkan daripada rumpai laut adalah tergolong kepada rumpai laut perang, genus *Undaria* dan *Laminaria* (biasanya dikenali sebagai *wakame* dan *kombu* masing-masing) serta rumpai laut merah, genus *Porphyra* (juga dikenali sebagai *nori*) (McHugh, 2003). Di samping sebagai sumber makanan, rumpai laut juga diproses untuk memperolehi sumber hidrokoloid, iaitu agar, alginat dan karageenan untuk diaplikasikan dalam industri makanan (Xia and Abbott, 1987).

Industri rumpai laut menghasilkan pelbagai jenis produk yang memberikan anggaran jumlah nilai tahunan sebanyak US\$ 5.5-6 ribu juta. Produk makanan yang dihasilkan daripada rumpai laut terdiri daripada lebih kurang US\$ 5 ribu juta daripada jumlah tersebut. Manakala produk rumpai laut yang lain seperti baja dan bahan tambahan dalam makanan ternakan memberi keuntungan yang selebihnya. Jumlah pengeluaran rumpai laut sedunia pada tahun 2005 adalah lebih kurang 1.3 juta tan metrik daripada sumber semula jadi dan 14.8 juta tan metrik melalui penuaian daripada sumber pertanian (FAO, 2007). Penanaman rumpai laut

menjadi semakin meluas akibat permintaan yang semakin meningkat terhadap sumber rumpai laut ini. Di samping itu, kajian-kajian terhadap rumpai laut yang dapat membuktikan faedah rumpai laut turut meningkatkan permintaan terhadap rumpai laut (McHugh, 2003).

Rumpai laut telah digunakan sejak zaman dahulu sebagai sumber makanan (Chapman and Chapman, 1980). Kini, pengeluaran secara pukal bagi tumbuhan akuatik secara pengkulturan (termasuk rumpai laut perang, merah dan hijau) telah diproses menjadi sumber makanan dan diambil oleh orang ramai di negara China, Jepun dan Korea (FAO, 1994). Rumpai laut adalah tinggi dari segi nilai pemakanan, sama ada dalam keadaan yang segar, diproses menjadi kering, ataupun sebagai bahan ramuan semasa penyediaan makanan (Robledo and Pelegrin, 1997). Khususnya, sesetengah rumpai laut mengandungi kandungan protein, lemak, mineral, dan vitamin yang ketara, walaupun kandungan nutrien ini berbeza atas faktor geografi, spesis, musim dan suhu (Kim *et al.*, 2008; Manivannan *et al.*, 2008)

Pasaran untuk produk makanan telah menjadi semakin dinamik dan produktif. Pelbagai cara dalam penyediaan makanan yang mengutamakan masa penyediaan makanan telah dikaji. Hasil daripada kajian tersebut, cara penyediaan makanan dengan masa yang lebih singkat telah diaplikasikan dalam pelbagai produk makanan dan telah dipasarkan serta mendapat penerimaan ramai. Antara produk makanan termasuklah makanan ringan bergoreng (Jonnalagadda *et al.*, 2001).

Berdasarkan Lusas (2001), snek atau makanan ringan dimakan di antara waktu makanan utama sehari-hari, iaitu di antara sarapan pagi, makan tengah hari atau makan malam. Makanan ringan telah menjadi sebahagian daripada diet yang telah dikomersialkan secara besar-besaran sejak terdahulu (Senthil *et al.*, 2002). Ia biasanya lebih tahan lasak dan lebih menarik berbanding dengan makanan semula jadi. Terdapat pelbagai jenis makanan ringan yang boleh diperolehi dalam pasaran dan ia dikategorikan kepada produk rendah lemak, masak tanpa digoreng,

produk yang berserabut diet tinggi yang diperbuat daripada bran gandum dan sebagainya (Mazumder *et al.*, 2006).

Keropok adalah makanan ringan bergoreng Indonesia dan Malaysia yang berperisa ikan, udang atau sayur-sayuran (Parker, 2008). Di negara barat, ia biasanya dirujuk sebagai “*half-products*” atau “*intermediates*” makanan ringan dikembang. Biasanya, keropok didapati dalam 2 jenis yang sedia ada dalam pasaran, iaitu keropok segera dan keropok kering yang belum digoreng dengan kandungan lembapan di antara 5-7%. Keropok kering perlu digoreng sebelum dimakan (Wan Rahimah, 1984). Mengikut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan Malaysia 1985, keropok kering yang diperbuat daripada udang atau sotong yang belum digoreng hendaklah mengandungi tidak kurang daripada 6.9% protein.

Secara tradisional, makanan ringan lazimnya dijumpai dalam jenis keropok ubi, pisang, keledek, udang, ikan dan sotong, tetapi kini terdapat barbaga-bagai jenis makanan ringan dengan pelbagai perisa didapati dalam pasaran. Pembangunan keropok rumpai laut boleh dijadikan satu alternatif yang baru dalam mempelbagaikan produk makanan ringan dalam pasaran. Tambahan pula, keropok rumpai laut merupakan sejenis keropok sayuran memandangkan rumpai laut merupakan sejenis tumbuh-tumbuhan. Maka, ia turut meningkatkan varieti pemilihan makanan ringan di kalangan pengguna vegetarian. Pada masa yang sama, rumpai laut juga merupakan sejenis sayuran yang mempunyai nilai pemakanan yang tinggi yang merupakan bahan makanan yang penting dalam diet seseorang (Wong and Cheung, 2000). Justeru itu, pembangunan keropok rumpai laut juga dapat menghasilkan produk yang lebih baik dari segi nutrisi berbanding dengan keropok biasa di samping meningkatkan kepelbagaian pemilihan makanan ringan di kalangan masyarakat Malaysia.

Keropok rumpai laut yang diperbuat daripada spesis *Eucheuma denticulatum*, dengan formulasi yang mempunyai kandungan nutrien yang tertentu dan berkualiti dari segi penilaian sensori, mempunyai potensi menjadi sumber makanan ringan bernutrisi, terutamanya di kalangan kanak-kanak dan remaja.

Makanan ringan yang bernutrisi dan berkualiti dari segi sensori ini, bersamaan formulasi dan pembungkusan yang menarik adalah berpotensi menjadi suatu produk yang berkomersial dalam industri makanan ringan secara kecil-kecilan di negara yang sedang membangun (Tettweiler, 1991).

Menurut Dawczynski *et al.* (2007), rumpai laut mengandungi kandungan serabut diet dan protein yang tinggi. Selain itu, kandungan asid lemak dalam produk daripada rumpai laut juga menyumbang kepada kandungan asid lemak omega-3 yang tinggi. Ini menunjukkan bahawa produk makanan daripada rumpai laut dapat membekalkan nilai nutrisi yang tinggi. Oleh yang demikian, kajian ini dilakukan demi menghasilkan suatu formulasi keropok rumpai laut yang dapat meningkatkan nilai nutrisinya demi memenuhi keperluan pengguna yang kian mementingkan nilai pemakanan.

Pengambilan makanan ringan sering dianggap sebagai bahan makanan yang kurang atau tiada nilai nutrisi yang akan menjadikan kesihatan pengguna. Lebih-lebih lagi, kekurangan aktiviti fizikal di kalangan masyarakat kini turut menjadi faktor kepada peningkatan kejadian kes-kes penyakit kronik seperti diabetes, penyakit kardiovaskular dan hipertensi (Ismail *et al.*, 2002). Dengan peningkatan perhatian terhadap diet, kawalan berat badan dan kesihatan, makanan yang lebih sihat dan semula jadi sering disyorkan. Maka, pembangunan produk keropok rumpai laut dijangka dapat memenuhi keperluan masyarakat Malaysia.

Selain itu, pembangunan produk ini adalah penting memandangkan ia bukan sahaja dapat menambahkan varieti kepada cara pemakanan rumpai laut di kalangan masyarakat Malaysia, tetapi turut mengoptimumkan penggunaan sumber semula jadi yang semakin popular ini. Rumpai laut ini senang diperolehi, dimana ia boleh didapatkan dari kawasan pengkulturan rumpai laut, iaitu Semporna, Kunak, Kudat, Lahad Datu dan Bangi, Sabah (Galid, 1997). Pada masa yang sama, rumpai laut juga boleh didapatkan dengan harga yang murah, iaitu RM 0.80 sekilogram untuk berat basah dan RM 1.50 sekilogram untuk rumpai laut berat kering. Di samping itu, penyelidikan yang dijalankan ke atas rumpai laut ini turut membantu

dalam memperkembangkan industri ini di Malaysia serta meningkatkan sumber pendapatan negara memandangkan sumber rumpai laut mempunyai nilai komersialnya yang tinggi di samping terdapat pasaran keropok yang menggalakkan.

## **1.2 Objektif**

1. Membangunkan suatu formulasi keropok ubi keledek campuran rumpai laut merah, spesis *Eucheuma denticulatum* yang paling diterima ramai melalui ujian penilaian sensori.
2. Menentukan dan membandingkan kandungan nutrisi dan sifat fizikal antara formulasi keropok rumpai laut terbaik dengan keropok kawalan (keropok tanpa rumpai laut) melalui analisis proksimat, dan ujian fizikal.
3. Mengkaji mutu penyimpanan keropok rumpai laut melalui ujian penilaian sensori, ujian mikrobiologi dan ujian aktiviti air.
4. Menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap keropok rumpai laut melalui ujian pengguna.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Rumpai Laut

Rumpai laut adalah sejenis tumbuhan tak bervaskular yang terdapat di sekitar lautan. Ia boleh dijumpai di atas batu karang, di tepi pantai dan di dasar laut. Tumbuhan ini berperanan sebagai flora yang membekalkan habitat, sumber organik dan sumber makanan untuk pelbagai bentuk kehidupan haiwan. Rumpai laut yang terdapat di tepian pantai memainkan peranan yang penting dalam mengelakkan hakisan pantai.

Selain itu, rumpai laut juga merupakan pembekal oksigen dan makanan kepada organisme laut dan berfungsi membersihkan air laut (Ahmad Ismail, 1995). Bagi penduduk yang tinggal di sepanjang kawasan pantai, rumpai laut merupakan sumber makanan dan mata pencarian kepada mereka. Oleh yang demikian, rumpai laut menjadi semakin penting sebagai bahan makanan, bahan dagangan dan bahan penyelidikan.

Rumpai laut juga dikenali sebagai "sayur-sayuran laut" dan berpotensi digunakan dalam industri makanan (Matanjun, 2001). Ia boleh dimakan secara mentah, dimasak atau diproses (Neori *et al.*, 2004). Rumpai laut biasanya diambil bersama dengan bahan makanan yang lain. (Angkono *et al.*, 2001). Khususnya, sesetengah rumpai laut mengandungi kandungan protein, lemak, mineral dan vitamin yang ketara. Namun, kandungan nutrien ini berbeza atas faktor geografi, spesis, musim dan suhu (Kim *et al.*, 2008; Manivannan *et al.*, 2008).

#### 2.1.1 Klasifikasi Rumpai Laut

Istilah 'alga' mula diperkenalkan oleh Linnaeus pada tahun 1754 (Ahmad Ismail, 1995). Rumpai laut tergolong dalam kumpulan tumbuhan marin yang dikenali sebagai alga. Kumpulan alga ini telah dibahagikan kepada beberapa divisi berdasarkan cara pembiakan, sifat kimia dan pigmentasi sel (Teo dan Wee, 1983).

Terdapat anggaran 45,000 spesis berjaya dijumpai. Rumpai laut biasanya diklasifikasikan kepada 3 kumpulan berdasarkan pigmentasi: perang (1,000 spesis), merah (4,500 spesis) dan hijau (900 spesis) (Bequette dan France, 1997). Ahli botani menggelarkan kumpulan ini sebagai Phaeophyta, Rhodophyta dan Chlorophyta masing-masing. Antara alga yang mendapat perhatian adalah spesis *Caulerpa*, *Eucheuma*, *Padina* dan *Sargassum*.

*Phaeophyta* atau alga perang boleh dibezakan daripada rumpai laut yang lain dengan warna perangnya. Ini adalah disebabkan oleh kehadiran fukoxantin protein yang menyembunyikan klorofil *a* dan *c*. Ia mempunyai struktur yang paling kompleks. Dinding sel tumbuhan ini mengandungi alginat, *fucans* dan selulosa (Nishide *et al.*, 1990). Semua tumbuhan dalam kumpulan *phaeophyta* adalah berasal dari laut. Ia tidak dapat dijumpai di kawasan daratan maupun dalam air tawar. Alga perang lazimnya paling banyak dikeluarkan di kawasan pantai berbatu yang bersuhu sederhana dan polar (Castro dan Huber, 1997).

*Rhodophyta* atau alga merah boleh didapati dalam laut. Terdapat juga beberapa spesis dalam kumpulan *rhodophyta* ini yang bertumbuh di kawasan air tawar (Castro dan Huber, 1997). Dinding sel *rhodophyta* mengandungi *sulphated galactans*, *xylans*, *mannans* dan selulosa (Nishide *et al.*, 1990). Tumbuhan ini berwarna merah disebabkan oleh kehadiran *phycoerythrins* dan *phycocyanins* yang telah menyembunyikan pigmen-pigmen karotenoid dan klorofil *a* yang terkandung dalam sel ini. Rumpai laut merah tidak selalunya kelihatan merah; ia boleh dijumpai dalam warna ungu atau merah keperangan, namun mereka masih diklasifikasikan dalam kumpulan *rhodophyta* dengan adanya sifat-sifat tertentu.

*Chlorophyta* atau alga hijau merangkumi jenis morfologi yang luas, dimana ia terdapat dalam bentuk unisel dan juga pelbagai jenis multisel yang kompleks. Tumbuhan ini biasanya dijumpai dalam warna hijau terang, kerana ianya mengandungi klorofil *a* dan *b* yang lebih dominan berbanding dengan  $\alpha$ -karotin,  $\beta$ -karotin dan pigmen xantin (Taylor and Francis, 2006). Tumbuhan dalam golongan ini boleh bertumbuh di pelbagai jenis habitat, antaranya termasuk di kawasan daratan, air tawar dan juga lautan.

## RUJUKAN

- Adom, K. K., Dzogbefia, V. P., Ellis, W. O. and Simpson, 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*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Aishah Salleh. 1996. *Panduan Mengenali Alga Air Tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan 1985. Kuala Lumpur: MDC Publishers Sdn. Bhd.
- Angkono, N., Mohd. Azizani, R. and Matanjun, P. 2001. *Kajian Awal Komposisi Nutrien Beberapa Rumpai Laut dari Sabah*. Sabah: Universiti Malaysia Sabah.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis* (17<sup>th</sup> edition). Gaithersburg: AOAC International.
- Arman Shah Ambo Dalli. 1988. Seaweed farming in East Malaysia. In Lovatelli, A. and Bueno, P. B. (eds.). *Seminar report on the status of seaweed culture in China, India, Indonesia, ROK, Malaysia, Philippines and Thailand*, pp. 79. Rome: Fisheries and Aquaculture Department.
- Atwater, W. O. and Woods, C. D. (1986). The chemical composition of American food materials, *US Official Experiment Stations, Experiment Station Bulletin No. 28*. Washington: DC.
- 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 of Food and Agriculture*. **82**: 87-97.
- Barsanti, L. and Gualtieri, P. 2006. *Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Florida: CRC Press.

- Bartkowiak, A. and Hunkeler, D. 2001. Carrageenan-Oligochitosan Microcapsules: Optimization of the Formulation Process. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. **21**: 285-298.
- BeMiller, J. N. and Whistler, R. L. 2009. *Starch: Chemistry and Technology (3rd edition)*. New York: Academic Press.
- Bequette and France. 1997. Seaweed at your service. *UNESCO Courier*. **50**(11): 40-42.
- Borneo Marine Research Institute. 2008. *Universiti Malaysia Sabah Seaweed Cultivation Project*. Sabah: Borneo Marine Research Institute.
- Bourne, C. M. 1982. *Food texture and viscosity: Concept and measurement*. New York: Academic Press.
- Bourne, M. C. 2002. *Food texture and viscosity: concept and measurement*. (2<sup>nd</sup> edition). New York: New York State Agricultural Experiment Station and Institute of Food Science
- Bovell-Benjamin, A. C. 2007. Sweet Potato: A Review of Its Past, Present, and Future Role in Human Nutrition. In S. L. Taylor (eds.). *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 52). California: Academic Press.
- Campo, N. L., Kawano, D. F., Silva Jr., D. B. and Carvalho, I. 2009. Carrageenan: Biological properties, chemical modifications and structural analysis - A review. *Carbohydrate Polymers*. **77**(2): 167-180.
- Candogean, K. and Kolsarici, N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Schience*. **64**: 199-206.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H. and Hasdell, T. A. 2000. *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control* (2<sup>nd</sup> edition). Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.
- Castro, P. and Huber, M. 1997. *Marine Biology*. Dubuque (USA): Wm. C. Brown Publishers.

Chandini, S. K., Ganesan, P., Suresh, P. V. and Bhaskar, N. 2008. Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds-A review. *Journal of Food Science and Technology*. **45**(1): 1-13.

Chapman, V. J. and Chapman, D. J. 1980. Sea vegetables (algae as food for man). In *Seaweeds and their uses*, pp. 62-97. London: Chapman & Hall.

Cheow, C. S., Yu, S. Y., Howell, N. K., Che Man, Y. and Mohamed, S. K. 1991. Effect of Salt and Fish Contents on The Mincrostructure and Expansion of Fish Cracker (Keropok). *Journal of Food Agriculture*. **79**: 874-885.

Chong, S. H. 2007. *Penghasilan Keropok Rumpai Laut (Eucheuma cottonii)*. Thesis Sarjana. Universiti Malaysia Sabah.

Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*. **103**(3): 891-899.

Doty, M. S. 1986. Estimating Farmer Returns from Producing *Gracilaria* and *Eucheuma* on Line Farms. *Monog. Biol.* **4**: 45-62.

Dupont, M. S., Kirby, A. R. and Smith, S. C. 1992. Instrumental and sensory tests of texture of cooked frozen French fries. *International Journal of Food Science and Technology*. **27**: 285-295.

Edmund, W. L. and Lloyd, W. R. 2001. *Snack Food Processing*. Lancaster: Techomic Publishing Company, Inc.

FAMA. 2002. *Industri keropok di Malaysia*. Kuala Lumpur: Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan.

FAO. 1994. *The Viability of Establishing a one hectare Cooperative Seaweed Farm*. Manila: Fisheries and Agricultural Department.

FAO. 2002. *Prospects for seaweed production in developing countries*. Rome: Fisheries and Aquaculture Department.

FAO. 2007. *Year book of fishery statistics 2005 (Vol.100-1/2)*. Rome: Food and Agricultural Organization.

FAO. 2009. *Fisheries & Agriculture: Cultured Aquatic Species Information Programme*, *Eucheuma spp.* Rome: FAO Fisheries and Agriculture Department.

Fennema, O. R. 1985. *Food Chemistry* (Vol. 1). New York: Marcel Dekker Inc.

Ferris, D. A., Flores, R. A., Shanklin, C. W. and Whitworth, M. K. 1995. Proximate Analysis of Food Service Wastes. *Applied Engineering in Agriculture*, **11**(4): 567-572.

Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*. **10**: 25-28.

Fleurence, J., Guthier, G., Mabeau, S. and Leray, C. 1994. Fatty acids from 11 marine macroalgae of the French Brittany coast. *Journal of Applied Phycology*. **6**: 527-532.

Fontana, A. J. 1998. *Water Activity: Why It Is Important For Food Safety*. Paper presented at the NSF International Conference on Food Safety.

Galid, R. S. 1997. *Investment Prospects and Potential in The Fisheries Sector in Sabah*. Sabah: Fisheries Department of Sabah.

Glicksman, M. 1980. *Red seaweed extracts (agar, carrageenan, furcelleran)*. Florida: CRC Press.

Goni, I., Guidel-Urbano, M., Bravo, L. and Saura-Calixto, F. 2001. Dietary modulation of bacterial fermentative capacity by edible seaweeds in rats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **49**: 2663-2668.

Goni, I., Valdivieso, L. and Garcia-Alonso, A. 2000. Nori seaweed consumption modifies glycemic response in healthy volunteers. *Nutrition Research*. **20**: 1367-1375

Govindan, T. K. 1985. *Fish Processing Technology*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co.

Greenspan, L. 1977. Humidity fixed point of binary saturated aqueous solutions. *L.R.N.B.S.* **81A**: 89-96.

Guidel-Urbano, M. and Goni, I. 2002. Effect of edible seaweeds (*undaria pinnatifida* and *Porphyra tenera*) on the metabolic activities of intestinal microflora in rats. *Nutrition Research*. **22**: 323-331.

Heidenreich, S., Jaros, D., Rohm, R. and Ziems, A. 2004. Relationship between water activity and crispness of extruded rice crisps. *Journal of Texture Studies*. **35**: 621-633.

Hinrichs, R., Gotz, J. and Weisser, H. 2003. Water-holding capacity and structure of hydrocolloid-gels, WPC-gel and yogurts characterised by means of NMR. *Food Chemistry*. **82**(1): 155-160.

Ibrahim Che Omar, Darah Ibrahim and Baharudin Salleha. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Imeson, A. P. 2000. Carrageenan. In G. O. Philips and P. A. Williams (eds.). *Handbook of hydrocolloids*, pp. 87-102. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Indegaard, M. and Ostgaard, K. 1991. Polysaccharides for food and pharmaceutical uses. In M. D. Guiry and G. Blunden (eds.). *Seaweed resources in Europe: uses and potential*, pp. 169-183. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Ismail, M. N., Chee, S. S., Nawawi, H., Yusoff, K., Lim, T. O. and James, W. P. T. 2002. Obesity in Malaysia. *Obesity Review*. **3**(3): 203-208.

Jabatan Penerangan Sabah. 2009. *Keropok ikan: Keropok Lekor & Keropok Kering*. Sabah: Jabatan Penerangan Sabah.

Jabatan Perikanan Malaysia. 2009. *Produk Perikanan: Keropok*. Kuala Lumpur: Jabatan Perikanan Malaysia.

Jabatan Perikanan Sabah. 2008. *Pengenalan Kepada Industri Rumpai Laut*. Sabah: Jabatan Perikanan Sabah.

Jabatan Perikanan Sabah. 2009. *Eucheuma*. Sabah: Jabatan Perikanan Sabah.

Jimenez-Escriv, A. and Sanchez-Muniz, F. J. 2000. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physiochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutrition Research*. **20**: 585-598.

Jonnalagadda, P. R., Bhat, R. V., Sudershan, R. V. and Naidu, A. N. 2001. Suitability of chemical parameters in setting quality standards for deep-fried snacks. *Food Quality and Preference*. **12**: 223-228.

Jurkovic, N., Kolb, N. and Colic, I. 1995. Nutritive value of marine algae *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Nahrung*. **1**:63-66.

Kanisius, A. A. 1980. *Lada*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Kayacier, A. & Singh, R. K. 2003. Textural properties of baked tortilla chips. *Lebnsm.-Wiss. u.-Technol.* **36**: 463-466.

Kementerian Kesihatan Malaysia. 2005. *Panduan Perlabelan dan Akaun Permakanan*. Putrajaya: Keienterian Kesihatan Malaysia.

Kok, T. N., Yeap, S. E., Lee, W. P., Lee, H. K. and Ang, G. T. 2004. Innovative Techniques for Traditional Dried Fish Products. In M. Sakuguchi (eds.), *More efficient utilization of fish and fisheries products*, pp. 397-406. Amsterdam: Elservier Ltd.

Kim, M. S., Kim, J. Y., Choi, W. H. and Lee, S. S. 2008. Effect of seaweed supplementation on blood glucose concentration, lipid profile, and antioxidant enzyme activities in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Research and Practice*. **2**(2): 62-67.

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.

Lahaye, M. 1991. Marine algae as source of fibres: determination of soluble and insoluble DF contents in some sea vegetables. *Journal of the Science of Food and Agricultural*. **54**:587-594.

Lawless, H. T. and Hildegarde, H. (1998). *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices*. New York: Chapman & Hall.

Lee, S. B., Lee, J. Y., Song, D. G., Pan, C. H., Nho, C. W. and Kim, M. C. et al. 2008. Cancer chemopreventive effects of Korean seaweed extracts. *Food Science and Biotechnology*. **17**(3):613-622.

Lembaga Lada Malaysia. 2009. *Lada*. Kuala Lumpur: Lembaga Lada Malaysia.

Lewis, L. 2001. *Special Diets for Special Kids, Two: New! More Great Tasting Recipes & Tips*. Texas: Future Horizons, Inc.

Li, S., Zhang, H. Q., Jin, Z. T. and Hsieh, F. 2005. Textural modification of soya bean/corn extrudates as affected by moisture content, screw speed and soya bean concentration. *International Journal of Food Science and Technology*. **40**: 731-741.

Liu, P. F., Ming, Z., Gong, N. X., Jin, C. S. and Qian, T. 2005. The Optimization of Vacuum Frying to Dehydrate Carrot Chips. *International Journal of Food Science and Technology*. **40**: 911-919.

Lujan-Acosta, J. and Moreira, R. G. 1997. Effect of different drying processes on oil absorption and microstructure of totilla chips. *Cereal Chemistry*. **74**: 216-233.

LKIM. 2005. *Cadangan Pelaburan Dalam Bidang Perikanan Bagi GLCs*. Kuala Lumpur: Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia.

LKIM. 2009. *Rumpai Laut*. Kuala Lumpur: Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia.

Lusas, E. W. 2001. Overview. In E. W. Lusas and L. W. Rooney (eds.). *Snack Foods Processings*, pp. 29-35. Boca Raton: CRC Press.

Mabeau, S. and Fleurence, J. 1993. Seaweed in food products: bio-chemical and nutritional aspects. *Trend Food Science and Technology*. **4**: 103-107.

- Maier, C. and Calafut, T. 1998. Applications: Packaging. In W. Woishnis (eds.). *Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook*, pp. 99-105. Norwich: William Andrew Inc.
- Manivannan, K., Devi, G. K., Thirumaran, G. and Anantharaman, P. 2008. Mineral Composition of Marine Macroalge from Mandapam Coastal Regions; Southeast Coast of India. *Journal of Botany*. **1**(2): 58-67.
- MARDI. 2009. *Tanaman Ubi keledek*. Kuala Lumpur Institusi Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Matanjun, P. 2001. Rumpai Laut: Penggunaan sebagai Sumber Makanan. *Suara Makanan*. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.
- Mazumder, P., Roopa, B. S. and Bhattacharya, S. 2006. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. *Journal of Food Engineering*. **79**: 511-516.
- McCandless, E. L., West, J. A. and Guiry, M. D. 1982. Carrageenan patterns in the Giartinaceae. *Biochemical Systematics and Ecology*. **10**: 275-284.
- McCormick, R. 1988. Analytical developments target food structure and texture. *Prepared Foods*. **157**: 235-236.
- McDermid, K. J. and Stuercke, B. 2003. Nutritional composition of eible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology*. **15**: 513-524.
- McHugh, D. J. 2003. *A Guide To The Seaweed Industry*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Medina-Torres, L., Brito-De La Fuente, E., Torrestiana-Sanchez, B. And Alonso, S. 2003. Mechanical properties of gels formed by mixtures of mucilage gum (*Opuntia ficus indica*) and carageenans. *Carbohydrate Research*. **52**: 143-150.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Technique* (3rd Edition). Florida: CRC Press.

- Meullenet, J.-F. C. and Gross, J. 1999. Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of foods. *Journal of Texture Studies*. **30**: 167-180.
- Michon, C., Chapuis, C., Langendorff, V., Bouleger, P. and Cuvelier, G. 2005. Structure Evolution of Carrageenan/ Milk Gels: Effect of Shearing, Carrageenan Concentration and Nu Fraction on Rheological Behavior. *Food Hydrocolloids*. **16**: 375-385.
- MOH. 1995. *Microbiological Reference Criteria For Food*. Putrajaya: Ministry of Health.
- MOH. 2009. *Varieti Ubi Keledek*. Kuala Lumpur: Kementerian Pertanian & Industri Asas Tani Malaysia.
- Mohamed, A. A. A., Jowitt, R. and Brennam, J. G. 1982. Instrumental and sensory evaluation of crispness I-in friable foods. *Journal of Food Engineering*. **1**: 55-75.
- Mohamed, S., Abdullah, N. and Muthu, M. K. 1988. Expansion, oil adsorption, elasticity and crunchiness of keropok (fried crisps) in relation to the physico-chemical nature starch flours. In Maneepun, S., Varangoon, P. and Phithakpol, B. (eds.). *Food science and technology in industrial development*, pp. 108-113. Bangkok: Institute of Food Research and Product Development.
- Morcira, R. G., Sun, X. Z. and Chen, Y. H. 1997. Factors Affecting Oil Uptake in Tortilla Chips in Deep-fat Frying. *Journal of Food Engineering*. **31**: 485-498.
- Moreira, R. G., Palau, V. E., Sweat, V. E. and Sun, X. 1995. Thermal and physical properties of tortilla chips as a function of frying time. *Journal of Food Processing and Preservation*. **19**: 175-189.
- Moskowitz, H. R. 1983. *Product Testing and Sensory Evaluation of Foods: Marketing and R&D Approaches*. Connecticut: Food and Nutrition Press.
- Narayanan, C. S. 2003. Chemistry of Black Pepper. In P. N. Ravindran (eds.). *Black Pepper: Piper nigrum*, pp. 143-160. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.

Neish, A. C. and Doty, M. S. 2003. *The ABC of Eucheuma Seaplant Production*. Iowa: SuriaLink Seaplants.

Neori, A., Chopin, T., Troeli, M., Buschmann, A. H., Kraemerf, G. P. and Hallingd, C., et al. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biffiltration in modern mariculture. *Agriculture*. **231**: 361-391.

Nishide, E., Anzai, H., Uchida, N. and Nisizawa, K. 1990. Sugars constituents of fucose-containing polysaccharides from various Japanese brown algae. *Hydrobiologiy*. **204**(205): 523-576.

Nisizawa, K., Noda, H., Kikuchi, R. and Watanabe, T. 1987. The main seaweeds in Japan. *Hydrobiologia*. **151/152**: 5-29.

Norzhiah, M. N. and Ching, Y. C. 2000. Nutritional composition of edible seaweeds *Gracilaria changgi*. *Food Chem.* **68**: 69-76.

Nurhaida, A. M. 2002. *Disertasi Penghasilan Keropok Cendawan Shitake*. Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.

Nutriweb Malaysia. 2010. Food Database: Fish Cracker, Raw, <http://www.nutriweb.org.my/index.php>. Retrieved 02 April 2010.

Ong, H., C. 2007. *Sayuran: Khasiat Makanan & Ubatan*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.

Parker, P. M. 2008. *Fries: Webster's Quotations, Facts and Phrases*. California: ICON Group International, Inc.

Paulus, A. D. 2005. *Pepper varieties planted by farmers in Sarawak*. Sarawak: Department of Agriculture Sarawak.

Peryam, D. R. and Girardot, N. F. 1952. Advanced taste test method. *Food Engineering*. **24**: 58-61.

Planar, W. A. and Leung, H. R. 1985. Storage stability of dehydrated and Soy-fortified fermented maize meal. *Journal of Food Science* **50**: 182-187.

Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. (2<sup>nd</sup> edition). California: Academic Press, Inc.

Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., Hirosa, A., Stephen, N. And Gowda, L. R., et al. 2009. Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. *Food Chemistry*. **115**: 501-508.

Purseglove, J. W. 1991. *Tropical crops: Dicotyledons*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Quintero-Fuentes, X., Mcdonough, C. M., Rooney, L. W. and Almeida-Dominguez, H. 1999. Functionality of rice and sorghum flours in baked tortilla chips and corn chips. *Cereal Chemistry*. **76**: 705-710.

Radley, J. A. 1976. *Industrial uses of starch and its derivatives*. Essex: Applied Science Publishers Ltd.

Ravindran, P. N. and Kallupurackal, J. A. 2003. Black Pepper. In K. V. Peter (eds.). *Handbook of Herbs and Spices: Volume 1*. Cambridge Woodhead Publishing Limited.

Robledo, D. and Pelegrin, Y. F. 1997. Chemical and mineral composition of six potentially edible seaweed species of Yucatan. *Botanica Marina*. **40**: 301-306.

Roudaut, G., Dacremont, C., Valles Pamies, B., Colas, B. and Le Meste, M. 2002. Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. *Trend in Food Science & Technology*. **13**: 217-227.

Rudolph, B. 2000. Seaweed product Red algae of economic significance. In R. E. Martin, E. P. Carter, L. M. Davis and G. J. Flieh (eds.). *Marine and freshwater products handbook*, pp. 515-529. Lancaster: Technomic Publishing Company Inc.

Ruperez, P. and Saura-Calixto, F. 2001. Dietary fibre and physiochemical properties of edible Spanish seaweeds. *European Food Research Technology*. **212**: 349-354.

Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*. **79**(1): 23-26.

Ruperez, P. and Toledano, G. 2003. Indigestible Fraction of Edible Marine Seaweeds. *Journal of Science of Food and Agriculture*. **83**: 1267-1272.

Seaweed Industry Association of the Philippines. 2009. *Prospect and Perspective of the Seaweed Industry for Building Capacities of Local Communities to Cope with Globalization*. Philippine: Seaweed Industry Association of the Philippines.

Senthil, A., Ravi, R., Bhat, K. K. and Seethalakshmi, M. K. 2002. Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour. *Food Quality and Preference*. **13**: 267-273.

Siew, L. C. and Ahmad, Z. I. 1985. *Application of Intermediate Technology in The Processing of Fish Crackers (Keropok) in Malaysia*. Kuala Lumpur: APU.

Smith, P. R. 1971. *The determination of equilibrium relative humidity or water activity in food - a literature review*. Leatherhead: The British Food Manufacturing Industries Research Association.

Soleha, I., Osman, H., Mohd. Ali, A. R., Poedijono, N., Salam, A. B. and Mohd. Khan, A. 1993. *Kimia Makanan. Jil 1*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

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.

Taylor and France Group. 2006. *Handbook of Algae*. Boca Raton: CRC Press.

Teo, L. W. and Wee, Y. C. 1983. *Seaweeds of Singapore*. Singapore: Singapore University Press Pte. Ltd.

Tettweiler, P. 1991. Snack Foods Worldwide. *Food Technology*: 45-58.

Vatsala, C. N., Dharmesh, S., C. and Haridas Rao, P. 2001. Optimization of Ingredients and Process Conditions for The Preparation of Puri Using Response Surface Methodology. *International Journal of Food Science and Technology*. **36**: 407-414.

Walter Jr, W. M., Truong, V. D. and Espinel, K. R. 2002. Textural Measurements and Product Quality of Restructured Sweet Potato French Fries. *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie*. **35**(3): 209-215.

Wan Rahimah Wan Ismail. 1983. Penyediaan 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.

Watanabe, F., Nakamo, Y., Tamura, Y. and Yamanaka, H. 1991. Vitamin B<sub>12</sub> metabolism in a photosynthesizing green alga, Chlamydomonas reinhardtii. *Biochimica et Biophysica Acta*. **1075**:36-41.

Wilson, L. A. and Benjamin, C. 2003. Spices and Flavoring (Flavouring) Crops: Use of Spices in the Food Industry. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, pp. 5460-5465. Oxford: Academic Press.

Wong, K. H. and Cheung, P. C. K. 2000. Nutritional Evaluation of Some Subtropical Red and Green Seaweeds Part 1 - Proximate, Composition, Amino acid Profile and Some Physicochemical Properties. *Food Chemistry*. **71**: 475-482.

Wynne, M. J. and Lobban, C. S. 1981. *The Biology of Seaweeds*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Xia, B. M. and Abbott, I. A. 1987. Edible seaweeds of China anf their place in the Chinese diet. *Economic Botany*. **41**(3): 341-353.

Yongsawatdigui, Y. and Park, J. W. 2003. Thermal Denaturation and aggregation of Threadfin Bream Actomyosin. *Food Chemistry*. **83**: 409-416.

Yu, S. Y. and Low, S. L. 1992. Utilisation of Pre-gelatinised Tapioca Starch in The Manufacture of A Snakfood, Fish Cracker ('keropok'). *International Journal of Food Science and Technology*. **27**: 593-596.

Yu, S. Y., Mitchell, J. R. and Abdullah, A. 1981. Production and Acceptability Testing of Fish Crackers (Keropok) Prepared by Extrusion Method. *Journal of Food Technology*, **16**(1): 51-58.

Yu, S. Y. 1993. Effect of Slice Thickness on The Acceptability of Fish Crackers. *Journal of Food Technology*. **33**: 182-184.