

**PEMBANGUNAN BURGER DAGING LEMBU  
CAMPURAN RUMPAI LAUT *KAPPAPHYCUS  
ALVAREZII***

**WONG CHIEW FONG**

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA  
SABAH 2012**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: Pembangunan Burger Produk Daging Lembu Campuran Rumpai Laut Kappaphycus alvarezii

IAJAZAH: Sarjana Muda Sains Makanan dengan Kejuruteraan dalam Program Teknologi Makanan dan Pemakanan

SESI PENGAJIAN: 2008/2009

Saya WONG CHEW FONG

(HURUF BESAR)

Mengakuan membenarkan tesis (LPS/ Sarjana/ Doktor Falsafah) ini di simpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\* Sila tandakan (/)

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

*[Signature]*

(TANDATANGAN PENULIS)

*[Signature]*

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: P.O. BOX 78, 89728

MEMBAKUT, SABAH

Dr. Patricia Matanjun

Nama Penyelia

Tarikh: 30 JULAI 2012

Tarikh: 30 JULAI 2012

- CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.  
 \* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan 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).



## PENGAKUAN

Karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang setiap sumber-sumber telah dijelaskan.

2 Julai 2012



---

WONG CHIEW FONG

BN08110035



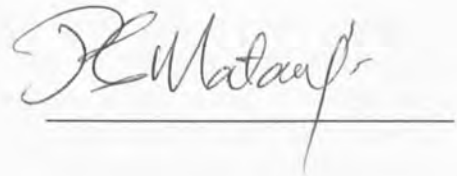
## PENGESAHAN

**NAMA** : WONG CHIEW FONG  
**NO.MATRIK** : BN08110035  
**TAJUK** : PEMBANGUNAN BURGER DAGING LEMBU CAMPURAN RUMPAI LAUT *KAPPAPHYCUS ALVAREZII*  
**IJAZAH** : IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGIMAKANAN DAN BIOPROSES)  
**TARIKH VIVA** : 2 JULAI 2012

### DIPERAKUKAN OLEH

**1. PENYELIA**

DR. PATRICIA MATANJUN



---

**2. PEMERIKSA PERTAMA**

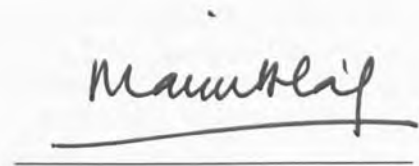
EN. MOHD NAZRI ABDUL RAHMAN



---

**3. PEMERIKSA KEDUA**

PROF. MADYA HJH. MARIAM ABDUL LATIF



---

**4. DEKAN**

PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD.SHAARANI



---

## PENGHARGAAN

Dengan segala hormatnya saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi jutaan kesyukuran kerana dianugerahkan peluang keemasan dan kekuatan fizikal serta mental untuk menyiapkan projek penyelidikan dan penulisan karya disertai ini.

Pada peluang keemasan ini, saya ingin mengambil peluang ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada penyelia projek penyelidikan serta penulisan disertai ini iaitu Dr. Patricia Matanjun atas segala usaha, kesudian dan kerjasama beliau dalam memberi tunjuk ajar, nasihat, dorongan serta tunjuk ajar yang tidak terhingga sepanjang proses penyelidikan ini.

Selain itu juga saya ingin merakamkan ribuan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan saya kerana sentiasa sedia memberi sokongan dan bantuan kepada saya terutama sekali kepada Azzah Umairah yang sentiasa bersama-sama membeli bahan mentah serta bersama-sama menyiapkan produk pembangunan masing-masing. Begitu juga dengan Anisa yang sentiasa menghibur hari-hari semasa berada di UMS, Baitul yang sentiasa berfikiran positif, Maureen yang sentiasa menghibur hari-hari yang penuh dengan tekanan, Mercy yang sentiasa senyum, Mis yang riang dan Dwana yang penuh dengan motivasi.

Tidak lupa juga saudara dan saudari dalam Kristus yang sentiasa memberi doa serta dorongan kepada saya, ucapan terima kasih atas segala khidmat nasihat dan doa sehingga membolehkan saya menjayakan penulisan karya disertai ini. Saya sangat bersyukur dan puji Tuhan kepada ahli-ahli Lifefire Campus Ministry yang sentiasa memberi sokongan moral dan mental serta doa-doa mereka, malah sentiasa ada untuk memberi bantuan dan menceriakan hari-hari yang penuh dengan tekanan. Antaranya ialah Maureen, Brenda, Nicholas, Jessie, Joener, Yvonne, Geraldine, Gaby, Yvette, Valarie, Emmanuel, Debbie, Wenceslaus, Clare, Conny, Louisa dan semua.

Akhir kata, turut tidak dilupakan juga ungkapan jutaan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada ahli keluarga saya terutamanya kepada kedua ibu bapa tercinta iaitu En. Wong dan Puan Sue yang sentiasa memberi sokongan dan doa sepanjang proses penyelidikan dan penulisan projek ini. Saya sangat bersyukur dengan dorongan semangat yang telah diberikan sepanjang empat tahun yang sungguh bermakna ini. Terima kasih yang tidak terhingga atas sokongan, bimbingan, kasih sayang dan perhatian yang sangat berharga.

Sekian.



## ABSTRAK

Objektif kajian ini adalah untuk membangunkan produk burger daging lembu campuran rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* iaitu sebanyak 14% yang mengandungi tinggi kandungan serat diet, mineral dan protein. Sebanyak 15 formulasi dibangunkan dan formulasi terbaik dipilih melalui ujian pemeringkatan dan ujian hedonik. Formulasi 11 merupakan formulasi terbaik, yang terdiri daripada 65% daging lembu, 4% lemak, 14% rumpai laut, 17% air ais, 0.8% garam, 0.4% fosfat (STPP), 4% Protein Sayuran Bertekstur (*Textured Vegetable Protein (TVP)*), 1.3% Protein Soya Terasing (*Isolated Soy Protein (ISP)*), 0.7% gula, 0.5% lada putih, 1.2% tepung jagung dan 0.8% bawang putih segar. Analisis proksimat bagi kandungan lembapan;  $66.46 \pm 0.55\%$ , abu;  $2.23 \pm 0.23\%$ , protein;  $17.39 \pm 0.06\%$ , lemak;  $2.40 \pm 0.10\%$ , serabut diet;  $10.12 \pm 0.03\%$  dan karbohidrat;  $1.40 \pm 0.02\%$ . Ujian jangka hayat simpanan produk dijalankan selama lapan minggu dengan suhu penyejukbekuan  $-18^{\circ}\text{C}$ . Ujian fizikokimia menunjukkan terdapat penurunan signifikan ( $p > 0.05$ ) untuk ujian warna, pH dan pengecutan burger (%). Ujian mikrobiologi menunjukkan kiraan bakteria, yis dan kulat (cfu/g) berkurangan secara signifikan ( $p < 0.05$ ) di mana sampel masih selamat untuk dimakan pada minggu kelapan. Ujian perbandingan berganda menunjukkan penurunan signifikan ( $p < 0.05$ ) untuk atribut warna, tekstur, kekenyalan dan rasa berbanding sampel segar. Ujian pengguna menunjukkan produk daging lembu campuran rumpai laut berpotensi dipasarkan dan mampu menandingi burger di pasaran. Daripada 100 orang responden, 91% responden bersetuju gabungan rumpai laut dalam pemrosesan burger daging lembu dan 82% responden akan membeli produk ini sekiranya berjaya dipasarkan. Secara kesimpulan, tahap penerimaan pengguna adalah memuaskan.



## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF BEEF PATTIES WITH SEAWEED, *KAPPAPHYCUS ALZAREZII***

*Objective of this research was carried out to develop beef burger mixed with 14 seaweed, *Kappaphycus alvarezii* with high dietary fibre, minerals and protein. 15 formulations were developed through hedonic scale sensory test. Formulation 11 was chosen to be the best formulation with combination of 65% beef meat, 4% fat, 14% seaweed, 17% ice, 0.8% salt, 0.4% phosphate, 4%, Textured Vegetable Protein (TVP), 1.3% Isolated Soy Protein (ISP), 0.7% sugar, 0.5% pepper, 1.2% corn starch and 0.8% onion. Proximate analysis showed that the  $66.46 \pm 0.24\%$  of moisture content;  $2.23 \pm 0.23\%$  of ash content,  $2.40 \pm 0.10\%$  of fats content,  $17.39 \pm 0.06\%$  of protein content,  $10.12 \pm 0.03\%$  of dietary fiber and carbohydrates  $1.40 \pm 0.02\%$ . Shelf life study conducted for eight weeks at freezing temperature  $-18^{\circ}\text{C}$ . Physicochemical test has showed significant decrease ( $p < 0.05$ ) in colour, pH and shrinkage percentage of burger (%). Microbiological test indicates significant decrease ( $p < 0.05$ ) in TPC, yeast and mould count where sample are still safe to be eaten within eight weeks storage. Consumer test showed that product were potential to be marketed and capable to be compared with the existing burger at market. From 100 respondent, 91% respondent agreed mixture of seaweed in processing of meat burger and 82% respondent will buy the product if it is marketed. Overall, the acceptance level was reaching consumers satisfactory.*



## SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN PELAJAR</b>	ii
<b>PERAKUKAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xii
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiii
<b>SENARAI UNIT DAN SIMBOL</b>	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Pengenalan	2
1.2 Objektif Kajian	3
<b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	4
2.1 Rumpai Laut	5
2.1.1 Jenis Rumpai Laut	5
2.2 <i>Kappaphycus Alvarezii</i>	6
2.2.1 Morfologi <i>Kappaphycus Alvarezii</i>	7
2.3 Khasiat Rumpai Laut	7
2.4 Pengkulturan Rumpai Laut	10
2.5 Kegunaan Rumpai Laut	11
2.5.1 Karageenan	11
2.5.2 Sumber makanan	12
2.6 Pemprosesan Rumpai Laut	13
2.7 Pemprosesan Burger Daging Lembu	14
2.8 Bahan-bahan Makanan bagi Pemprosesan Burger	15
2.8.1 Lemak	16
2.8.2 Protein Sayuran Bertekstur (TVP)	16
2.8.3 Bawang Putih	17
2.8.4 Lada Putih	17
2.8.5 Sodium Tripolifosfat (STPP)	17
2.8.6 Protein Soya Terasing (ISP)	18
2.5.7 Tepung Jagung	18
2.8.8 Air Ais	19
2.8.9 Gula	19
2.8.10 Garam	19
2.9 Penyimpanan dan Pembungkusan Produk Burger	20
2.9.1 Penyejukbekuan produk burger	20
2.9.2 Pembungkusan produk burger	21
2.10 Penggorengan ( <i>pan frying</i> )	21





<b>BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH</b>	22
3.1 Bahan Mentah	22
3.2 Senarai Alatan dan Radas Yang Digunakan	23
3.3 Formulasi asas burger lembu	24
3.4 Penyediaan Formulasi dan Reka Bentuk Eksperimen	25
3.5 Pemprosesan burger daging lembu campuran rumpai laut	26
3.5.1 Penyediaan puri Rumpai Laut ( <i>K. alvarezii</i> )	26
3.5.2 Penyediaan isi daging lembu	26
3.5.3 Penyediaan Sampel Burger Daging Lembu Campuran Puri Rumpai Laut	27
3.6 Ujian Sensori	27
3.7 Ujian Pemingkatan BIB Test	28
3.8 Ujian Hedonik	28
3.9 Analisis Proksimat	29
3.9.1 Penentuan kandungan Lembapan	29
3.9.2 Penentuan Kandungan Abu	30
3.9.3 Penentuan Kandungan Protein	31
3.9.4 Penentuan Kandungan Lemak	33
3.9.5 Penentuan Serabut Diet	34
3.9.6 Penentuan Karbohidrat	37
3.10 Ujian Kajian Mutu Penyimpanan	37
3.11 Ujian Fizikokimia	38
3.11.1 Penentuan Warna	38
3.11.2 Pengecutan selepas digoreng	38
3.11.3 Penentuan pH	38
3.12 Ujian Sensori Perbandingan Berganda	39
3.13 Ujian mikrobiologi	39
3.13.1 Kaedah total plate count (TPC) dengan plate count agar (PCA)	40
3.13.2 Pencairan	40
3.13.3 Kaedah curahan plat	40
3.13.4 Kaedah TPC dengan potato dextrose agar (PDA)	40
3.13.5 Pengiraan Koloni	41
3.14 Ujian Pengguna	41
3.15 Analisis statistik	41
<b>BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	
4.1 Penilaian Ujian Sensori	42
4.1.1 Ujian Pemingkatan	42
4.1.2 Ujian Hedonik	44
4.2 Pemilihan Formulasi Terbaik	48
4.3 Kajian Mutu Simpanan	49
4.3.1 Kandungan Lembapan	50
4.3.2 Kandungan Abu	51
4.3.3 Kandungan Protein	51
4.3.4 Kandungan Lemak	52
4.3.5 Kandungan Serabut Diet	52

4.3.6	Kandungan Karbohidrat	53
4.4	Keputusan Jangka Hayat Simpanan	53
4.4.1	Keputusan Fizikokimia	54
4.5	Analisis Mikrobiologi	57
4.6	Ujian Sensori Perbandingan Berganda	59
4.6.1	Warna	60
4.6.2	Tekstur	60
4.6.3	Kekenyalan	61
4.6.4	Rasa	61
4.7	Ujian Pengguna	62
4.7.1	Maklum balas pengguna terhadap produk burger daging lembu campuran rumpai laut	63
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Cadangan	70
<b>RUJUKAN</b>		71
<b>LAMPIRAN</b>		78



## SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1	Taksonomi rumpai laut <i>Kappaphycus Alvarezii</i> 6
Jadual 2.2	Komposisi nutrien <i>Eucheuma cottonii</i> , <i>Caulerpa lentillifera</i> dan <i>Sargassum polycystum</i> (% berat kering setiap sampel) 9
Jadual 2.3	Kegunaan karageenan dalam beberapa sektor 12
Jadual 3.1	Bahan mentah serta sumber bahan diperolehi dalam pemprosesan burger daging lembu campuran rumpai laut 22
Jadual 3.2	Senarai alatan yang digunakan untuk pemprosesan pemprosesan burger daging lembu campuran rumpai laut 23
Jadual 3.3	Formulasi asas burger daging 24
Jadual 3.4	Formulasi burger daging campuran Rumpai Laut <i>K. alvarezii</i> 25
Jadual 4.1	Rumusan jumlah skor bagi 15 formulasi yang dikaji dan statistik analisis data 43
Jadual 4.2	Nilai skor min bagi hasil ujian penilaian sensori bagi burger daging lembu campuran rumpai laut <i>K.alvarezii</i> . 45
Jadual 4.3	Formulasi terbaik bagi burger daging lembu campuran rumpai laut <i>K.alvarezii</i> . 49
Jadual 4.4	Keputusan analisis proksimat bagi burger daging lembu campuran <i>K.alvarezii</i> bagi formulasi terbaik dan formulasi kawalan puri. 50
Jadual 4.5	Keputusan warna bagi burger daging lembu campuran <i>K.alvarezii</i> bagi formulasi terbaik. 54
Jadual 4.6	Perubahan pengecutan selepas penggorengan burger daging 55
Jadual 4.7	pH burger daging lembu 56
Jadual 4.8	Hasil pengiraan bakteria, yis dan kulat dalam media PCA dan PDA 58
Jadual 4.9	Keputusan Ujian Sensori Perbandingan Berganda 59

## SENARAI RAJAH

	Halaman	
Rajah 4.1	Peratusan pengguna yang menyukai warna, tekstur, kekenyalan dan rasa keseluruhan burger daging lembu campuran rumpai laut	63
Rajah 4.2	Peratusan pengguna sama ada mereka pernah mendengar mengenai rumpai laut	64
Rajah 4.3	Peratusan pengguna bersetuju gabungan rumpai laut ke dalam pemprosesan burger daging lembu	65
Rajah 4.4	Peratusan pengguna yang bersetuju serta akan membeli sekiranya produk ini dipasarkan di pasaran pada masa hadapan	66

## SENARAI LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran A	Reka bentuk BIB bagi ujian pemeringkatan burger daging lembu campuran <i>K. alvarezii</i>	79
Lampiran B	Pemprosesan burger lembu campuran rumpai laut, <i>K.alvarezii</i>	80
Lampiran C	Ujian Pemeringkatan BIB Test	81
Lampiran D	Pemprosesan Puri Rumpai Laut	82
Lampiran E	Ujian Hedonik	83
Lampiran F	Ujian Sensori Perbandingan Berganda	84
Lampiran G	Ujian Soal selidik Pengguna	85
Lampiran H	Keputusan Ujian Pemeringkatan BIB	86
Lampiran I	Data Analisis Statistik Ujian Hedonik	88
Lampiran J	Data Analisis Statistik Perbandingan T-Berganda	92
Lampiran K	Data Analisis Statistik Ujian PH	93
Lampiran L	Ujian Sensori Perbandingan Berganda	95



## SENARAI SINGKATAN

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BIB	<i>Balanced Incomplete Block</i>
CFU	<i>Colony Forming Unit</i>
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	Asid Sulfurik
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kalium sulfat
NaOH	Natrium Hidroksida
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
TPC	<i>Total Plate Count</i>
UMS	Universiti Malaysia Sabah
SSMP	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>



## SENARAI UNIT DAN SIMBOL

RM	Ringgit Malaysia
F	Formulasi
%	Peratus
°C	Darjah Celcius
$\alpha$	Alfa
g	Gram
$\kappa$	Kappa
$\lambda$	Gamma
$\lambda$	Lambda
$i$	Iota
kg	Kilogram
ml	Mililiter
m.t	Matrix tan
$\pm$	Lebih atau kurang
<	Kurang daripada
>	Lebih daripada

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Burger daging lembu diperbuat daripada daging lembu yang telah dicincang dan digaul dengan campuran rempah ratus serta ramuan tertentu dan dibentuk kepada bentuk burger iaitu bulat. Burger daging lembu merupakan makanan segera yang diminati ramai oleh masyarakat masa kini, samada di Malaysia atau di mana sahaja. Burger daging lembu merupakan produk segera yang sedia dimakan. Jangka hayat bagi burger daging melebihi enam bulan sekiranya diproses dengan kaedah yang betul dan mematuhi Amalan Pengilangan yang Baik (GMP). Burger daging lembu perlu disimpan di dalam peti sejuk pada suhu  $-18^{\circ}\text{C}$  supaya tidak rosak (Wan Rosli *et al.*, 2011).

Menurut Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985, kandungan daging dalam produk burger tidak boleh kurang daripada 65% dan kandungan lemak tidak melebihi 30% berat hasil (Peraturan 147). Pemilihan daging dilakukan berasaskan keupayaan untuk mengikat atau mengemulsi, menahan air dan menyumbangkan ciri produk yang menarik.

Burger mula diperkenalkan ke negara ini oleh restoran-restoran yang menawarkan makanan berbentuk makanan segera seperti McDonald, Burger King dan banyak lagi. Pada mulanya burger popular di kalangan penduduk-penduduk di bandar-bandar sahaja. Kini, burger telah diterima oleh ramai penduduk negara Malaysia terutamanya dalam kalangan generasi muda. Burger daging lembu merupakan tren pemakanan masyarakat ramai, terdapat banyak strategi pemasaran yang dijalankan. Bukan sahaja restoran-restoran menghidangkan burger daging lembu namun, sudah ada gerai-gerai yang menjualnya pada waktu petang.





Penggunaan rumpai laut sebagai campuran dalam burger daging lembu adalah disebabkan ia kaya dengan serabut diet, sumber mineral, vitamin dan protein. Khasiat rumpai laut adalah dari segi anti-oksidan, tinggi kandungan serat, agen anti penuaan, pengawal kolestrol dan kandungan gula dalam badan, pencegah sembelit, ulser, cirit birit dan rambut gugur, menguatkan saluran darah dan kitaran darah, makanan yang sesuai bagi 'vegetarian' dan 'pra-menopause' dan sesuai untuk mengurangkan berat badan (Jabatan Perikanan Sabah, 2006). Ini dapat memberi keunikan sesuatu produk baru sekiranya dicampurkan bersama rumpai laut.

Kepentingan pembangunan pemprosesan burger daging lembu berkalori rendah campuran rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* ini adalah untuk menghasilkan burger daging lembu campuran rumpai laut yang berkalori rendah dan mengandungi kandungan nutrisi yang diperlukan terutamanya kandungan serabut diet, mineral dan protein. Hal ini memberi manfaat yang besar kepada golongan yang mengamalkan tren pemakanan sihat dengan pengambilan makanan yang berkhasiat dan seimbang. Burger daging lembu, lebih dikenali sebagai makanan segera yang kaya dengan kalori yang tinggi dan merupakan makanan kegemaran bagi semua golongan masyarakat. Oleh itu, dengan adanya burger daging lembu campuran rumpai laut, lemak dalam burger daging dapat dikurangkan iaitu rumpai laut dapat dijadikan pengganti lemak. Malahan, hal ini selaras dengan gaya pemakanan sihat yang harus ditingkatkan.

Dengan berkembangnya hasil pembangunan produk burger daging lembu campuran rumpai laut, secara tidak langsung, dapat mempelbagaikan hasil burger daging sedia ada dalam pasaran. Kepelbagaian produk burger daging di pasaran dan produk ini menekankan aspek kesihatan iaitu dari segi nutrisi yang penting dalam badan seperti mineral, serabut diet dan protein. Keunikan pemprosesan produk burger daging lembu ini adalah dengan menggunakan isi daging lembu sepenuhnya agar hasil yang diperolehi adalah berkualiti tinggi.

Produk burger daging lembu campuran rumpai laut ini pasti dapat memberi peluang kepada pasaran yang tinggi kepada burger daging lembu untuk bersaing dan mempromosikan rumpai laut Sabah kepada pasaran yang lebih besar. Justeru, menyumbang kepada perkembangan industri rumpai laut di Sabah yang mempunyai pelbagai manfaat dari segi khasiat pemakanan. Penghasilan burger daging lembu campuran rumpai laut dapat mempelbagaikan hasil burger daging yang telah sedia ada dalam pasaran terutamanya dari aspek kesihatan. Pembangunan produk burger daging lembu ini juga berpotensi untuk kormersilkan rumpai laut di perairan Sabah. Ini disebabkan Sabah kaya dengan rumpai laut.

## 1.2 Objektif

- i. Menghasilkan burger daging lembu campuran rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* yang menentukan formulasi terbaik melalui ujian sensori.
- ii. Menentukan kandungan nutrisi yang terkandung dalam burger daging lembu campuran rumpai laut *K. alvarezii* melalui ujian analisis proksimat.
- iii. Menjalankan ujian fizikokimia, ujian sensori dan ujian mikrobiologi bagi menentukan mutu dan kesan penyimpanan ke atas burger daging lembu campuran rumpai laut *K. alvarezii* yang dihasilkan.
- iv. Menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap burger daging lembu berkalori rendah campuran rumpai laut *K. alvarezii* yang dihasilkan melalui ujian pengguna.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Rumpai laut

Makroalga seperti rumpai laut merupakan makanan tradisional di sebahagian negara-negara Asia sejak zaman dahulu kala (Nisizawa *et al.*, 1987). Masyarakatnya secara tradisi telah menjadikan rumpai laut yang kaya dengan nutrisi sebagai sebahagian daripada diet mereka (Dawczynski *et al.*, 2007). Makroalga iaitu rumpai laut mempunyai sejarah yang panjang dalam eksploitasi dan pengkulturrannya. Penggunaan rumpai laut adalah secara terus sebagai makanan atau diproses untuk menghasilkan produk yang digunakan sebagai aditif, farmaseutikal dan industri kimia (Chapman dan Chapman, 1980).

Dalam penghasilan burger di Malaysia, hasil kajian sebelum ini, iaitu kepelbagaian burger daging ayam, sutera jagung telah ditambah ke dalam produk burger. Kajian Wan Rosli *et al.* (2011), sutera jagung iaitu rambut *zea mays* memperbaiki nutrien, ciri-ciri fizikal tanpa mengubah sifat-sifat penilaian deria burger ayam. Analisis proksimat, ciri-ciri fizikal dan sifat-sifat penilaian deria terhadap burger ayam campuran sutera jagung kering dikaji, kandungan protein dan serabut diet meningkat dengan peningkatan kandungan sutera jagung dalam produk burger. Malahan, penambahan sutera jagung tidak mengubah ciri-ciri sensori dan penerimaan pengguna terhadap burger ayam (Wan Rosli *et al.*, 2011). Manakala dalam kajian ini, rumpai laut digunakan dalam prouk burger.

Sejak akhir-akhir ini, rumpai laut mendapat permintaan yang tinggi daripada pengguna dari pelbagai aspek seperti sumber makanan, makanan ternakan, baja, dan juga produk ubat-ubatan. Kepentingan permintaan produk rumpai laut yang tinggi memberi peluang kepada peningkatan kajian untuk



menjadikan rumpai laut sebagai sumber makanan tambahan daripada laut untuk kegunaan manusia dan juga ternakan (Matanjun *et al.*, 2009).

Rumpai laut dikategorikan kepada tiga kumpulan iaitu alga perang, alga merah dan alga hijau berdasarkan pigmentasi. Ini merujuk sebagai Phaeophyceae, Rhodophyceae, dan Chlorophyceae (Chapman *et al.*, 1980). Malaysia juga merupakan antara negara penyumbang kepada pengeluaran rumpai laut merah dari spesies *Eucheuma* dan *Kappaphycus* (Jabatan Perikanan Sabah, 2006). Rumpai laut banyak ditemui di Malaysia, terutamanya di Sabah dan Sarawak. Rumpai laut juga merupakan sebahagian daripada makanan yang diambil oleh penduduk Sabah secara meluas.

### 2.1.1 Jenis Rumpai Laut

Rumpai laut yang boleh didapati di perairan Sabah kebanyakannya terdiri daripada genus *Eucheuma* (Rhodophyta), *Gracilaria* (Rhodophyta), *Sargassum* (Phaeophyta), *Caulerpa* (Chlorophyta), *Turbinaria* (Phaeophyta), *Dictyota* (Phaeophyta) dan *Padina* (Phaeophyta) (Ridzwan, 1993). Phaeophyceae merupakan alga perang, Rhodophyceae merupakan alga merah dan Chlorophyceae merupakan alga hijau (Chapman *et al.*, 1980). Spesies yang dipilih dalam pembangunan burger daging lembu campuran rumpai laut ialah *Kappaphycus alvarezii*. Rumpai laut ini merupakan alga merah dan dikenali oleh masyarakat setempat sebagai 'aring-aring'. Ia mudah didapati di tamu-tamu serta pasar-pasar dan merupakan salah satu makanan kegemaran masyarakat Sabah.

#### a. Rumpai Laut Perang (Phaeophyceae)

Rumpai laut perang merupakan rumpai laut terbesar antara ketiga-tiga rumpai laut. Rumpai laut perang adalah bahan unik yang digunakan sebagai *biosorbent* bagi logam berat kerana ia mempunyai kelebihan untuk mengikat berat logam tersebut di samping kosnya yang rendah. Ini termasuklah proses rawatan bagi air kumbahan hitam dari kilang memproses kertas dan baki air dari proses penyulingan air (Padmakumar, 2004). Antara contoh rumpai laut merah ialah *Ecklonia maxima*, *Lessonia flavicans* dan *Sargassum polycystum*.

### **b. Rumpai Laut Merah (Rhodophyceae)**

Rhodophyceae, atau lebih dikenali sebagai rumpai laut merah mempunyai warna yang sangat menarik kerana mempunyai pigmen merah dominan iaitu *phycoerythrin*. Rumpai laut ini boleh hidup dalam air laut yang mempunyai kedalaman yang tinggi berbanding rumpai laut perang dan hijau kerana rumpai laut ini menyerap cahaya ungu dan biru. Manakala, rumpai laut merah sangat sensitif terhadap cahaya matahari. Rumpai laut merah merupakan sumber alga merah yang sangat penting dalam pengekstrakan karageenan dan gel makanan (McCandless, 1981). Antara contoh rumpai laut merah ialah *Kappaphycus alvarezii*, *Palmaria palmate*, *Cyanidioschyzon merolae* dan *Schmitzia hiscockiana*.

### **c. Rumpai Laut Hijau (Chlorophyceae)**

Chlorophyceae atau lebih dikenali sebagai rumpai laut hijau. Habitat bagi rumpai laut hijau ialah di kawasan marin ataupun air tawar dan juga di daratan. Rumpai laut hijau dapat ditemui di kawasan perairan cetek kerana rumpai laut ini mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap cahaya matahari yang terik. Sebanyak 90 peratus rumpai laut hijau dijumpai di kawasan air tawar berbanding di daratan (Chapman *et al.*, 1980). Antara contoh rumpai laut hijau ialah *Caulerpa lentillifera*, *Ulva* dan *Chlorella*.

## **2.2 *Kappaphycus Alvarezii***

*Euchema cottonii* iaitu merupakan salah satu jenis rumpai laut merah, *Rhodophyceae* dan juga spesies *Kappaphycus alvarezii*. Perubahan tersebut secara taksonomi didasarkan jenis kandungan karageenan yang dihasilkan iaitu k-karageenan (Doty, 1986). Spesies *Kappaphycus* merupakan spesies alga merah tropikal yang terbesar dengan pertumbuhan yang sangat cepat mana boleh bertumbuh sebanyak dua kali ganda dalam masa 15 sehingga 30 hari terutama sekali di kawasan tropika. Warna bagi *K. alvarezii* adalah dari warna hijau sehingga perang kekuningan (Doty, 2001). Jadual 2.1 menunjukkan taksonomi bagi rumpai laut *K.alvarezii*.

**Jadual 2.1: Taksonomi rumpai laut *Kappaphycus Alvarezii***

Kingdom	Plantae
Divisi	Rhodophyta
Kelas	Rhodophyceae
Order	Gigartinales
Famili	Solieriaceae
Genus	Kappaphycus
Spesies	<i>Euचेuma alvarezii</i>

Sumber: Doty (2001)

### 2.2.1 Morfologi *Kappaphycus Alvarezii*

Rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* yang sinonimnya *Euचेuma cottonii* merupakan spesies rumpai laut merah yang telah digunakan secara meluas dan komersil di Malaysia iaitu sumber utama pemprosesan karageenan dan penghasilan, menghasilkan gel dalam makanan. Spesies rumpai laut ini termasuk dalam famili Solieracea. Produk utama daripada makroalga *K. alvarezii* adalah fitokoloid, agar utama dan karrageenan (McCandless, 1981; Glicksman, 1987). Fitokoloid ini penting dalam pembangunan mikrobiologi dan bioteknologi moden (Renn, 1990).

*K. alvarezii* mempunyai ciri-ciri yang dipelbagai oleh *thallus silindris* dengan permukaan licin (Doty, 2001). Warna *thallus* tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, kuning, atau merah. Duri-duri pada *thallus* adalah runcing memanjang, kedudukan yang agak jarang-jarang dan tidak tersusun melingkari *thallus*. Cabangnya yang menghala ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar dan adalah saling berdekatan.

### 2.3 Khasiat Rumpai Laut

Komposisi bagi proksimat ketiga-tiga rumpai laut tropika yang boleh dimakan iaitu spesies *Euचेuma cottonii* (Rhodophyta), *Caulerpa lentillifera* (Chlorophyta) dan *Sargassum polycystum* (Phaeophyta) dikaji dari segi vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol, serabut diet, lemak dan amino asid (Matanjun *et al.*, 2009). Menurut Matanjun *et al.* (2009), rumpai laut kaya dengan abu, serabut diet, rendah kandungan lemak

dalam berat kering, kaya dengan mineral-mineral contohnya kalsium, sodium, magnesium, potassium, iodin, besi, dan zink. Selain itu juga rumpai laut kaya dengan vitamin yang terdiri daripada ialah vitamin C, B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niasin) B6 (piridoksin) dan B12 (sianokobalamin). Kepentingan rumpai laut dari segi kesihatan ialah dapat digunakan sebagai pembuangan sisa toksik dalam badan dan memberi kelebihan kepada kecantikan serta kesihatan kulit kepala (Athukorala *et al.*, 2006).

Rumpai laut penting dari segi nutrisi, ia mengandungi vitamin, mineral, protein dan serat. Penentuan komposisi proksimat dapat membantu dalam kepentingan industri dan nutrisi. Rumpai laut adalah sumber mineral yang bagus dan bertindak aktif sebagai hidrokoloid. Sebelas spesies makroalga termasuklah empat spesies daripada komersil genera penting di bahagian analisis bagi kandungan kelembapan, abu, lemak, protein, serat, nilai kalori, dan kalsium. Rumpai laut mempunyai khasiat yang tinggi dalam anti-oksidasi, kandungan serat diet, agen anti penuaan, pengawal kolestrol dan kandungan gula dalam badan, pencegah sembelit, ulser, cirit birit dan rambut gugur, menguatkan saluran darah dan kitaran darah dan sesuai untuk mengurangkan berat badan (Jabatan Perikanan Sabah, 2006).

Menurut Matanjun *et al.* (2009), rumpai laut mengandungi jumlah lipid yang rendah dan jumlah Omega-3 yang berperanan merendahkan tahap kolestrol dalam badan mencukupi untuk kesihatan. Kajian yang dilakukan di peringkat antarabangsa mendapati bahawa omega-3 PUFA, asid lemak yang penting, boleh mengelakkan pembentukan *atherosclerotic* yang mempengaruhi pembekuan darah, merendahkan trigliserida, memperbaiki sistem pertahanan badan dan mengurangkan kolestrol HDL. Rumpai laut kaya dengan omega-6 PUFA dapat mengurangkan kolestrol *low density lipoprotein* (LDL), manakala omega-3 PUFA dapat mengurangkan risiko tinggi kepada penyakit jantung juga iaitu membantu dalam mengurangkan kolestrol *low density lipoprotein* (LDL) tetapi tidak mengurangkan kolestrol *high density lipoprotein* (HDL).

**Jadual 2.2 Komposisi nutrien *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* dan *Sargassum polycystum* (% berat kering setiap sampel)**

Nutrien	<i>E.cottonii</i>	<i>C.lentillifera</i>	<i>S.polycystum</i>
Protein (%)	9.76 <sup>a</sup> ± 1.33	10.41 <sup>a</sup> ± 0.26	5.40 <sup>b</sup> ± 0.07
Lemak(%)	1.10 <sup>a</sup> ± 0.05	1.11 <sup>a</sup> ± 0.05	0.29 <sup>b</sup> ± 0.01
Abu (%)	46.19 <sup>a</sup> ± 0.42	37.15 <sup>c</sup> ± 0.64	42.40 <sup>b</sup> ± 0.41
Serbuk kasar (%)	5.91 <sup>b</sup> ± 1.21	1.91 <sup>c</sup> ± 0	8.47 <sup>a</sup> ± 1.21
Karbohidrat (%)	26.49 <sup>c</sup> ± 3.01	38.66 <sup>a</sup> ± 0.96	33.49 <sup>b</sup> ± 1.70
Kandungan Lembapan (%)	10.55 <sup>a</sup> ± 1.60	10.76 <sup>a</sup> ± 0.80	9.95 <sup>a</sup> ± 0.55
Serabut terlarut (%)	18.25 <sup>a</sup> ± 0.93	17.21 <sup>a</sup> ± 0.87	5.57 <sup>b</sup> ± 0.28
Serabut tak terlarut (%)	6.80 <sup>c</sup> ± 0.06	15.78 <sup>b</sup> ± 1.20	34.10 <sup>a</sup> ± 0.28
Jumlah serabut diet (%)	25.05 ± 0.99	32.99 ± 2.07	39.67 ± 0.56
Vitamin C (mg 100 g <sup>-1</sup> WW)	35.3 <sup>a</sup> ± 0.01	34.7 <sup>a</sup> ± 0.02	34.5 <sup>a</sup> ± 0.01
α-tocopherol(mg/100 g DW)	5.85 <sup>c</sup> ± 0.27	8.41 <sup>b</sup> ± 0.12	11.29 <sup>a</sup> ± 0.61
Natrium (mg/100 g mg 100 g <sup>-1</sup> DW)	1771.84 <sup>b</sup> ± 0.01	8917.46 <sup>a</sup> ± 0.00	1362.13 <sup>c</sup> ± 0.00
Kalium (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	13,155.19 <sup>a</sup> ± 1.14	1142.68 <sup>c</sup> ± 0.00	8371.23 <sup>b</sup> ± 0.01
Kalsium (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	329.69 <sup>c</sup> ± 0.33	1874.74 <sup>b</sup> ± 0.20	3792.06 <sup>a</sup> ± 0.51
Magnesium (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	271.33 <sup>c</sup> ± 0.20	1028.62 <sup>a</sup> ± 0.58	487.81 <sup>b</sup> ± 0.24
Ferum (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	2.61 <sup>c</sup> ± 0.00	21.37 <sup>b</sup> ± 0.00	68.21 <sup>a</sup> ± 0.03
Zink (mg/100 g mg 100 g <sup>-1</sup> DW)	4.30 <sup>a</sup> ± 0.02	3.51 <sup>b</sup> ± 0.00	2.15 <sup>c</sup> ± 0.00
Kuprum (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	0.03 <sup>b</sup> ± 0.00	0.11 <sup>a</sup> ± 0.00	0.03 <sup>b</sup> ± 0.00
Selenium (mg.100 g <sup>-1</sup> DW)	0.59 <sup>c</sup> ± 0.00	1.07 <sup>b</sup> ± 0.00	1.14 <sup>a</sup> ± 0.03
Iodin (µg g <sup>-1</sup> DW)	9.42 <sup>a</sup> ± 0.12	4.78 <sup>c</sup> ± 0.59	7.66 <sup>b</sup> ± 0.10
Nisbah Na/K	0.14	7.8	0.16
Jumlah Kation	15,535.58 <sup>a</sup> ± 1.70	12,989.56 <sup>c</sup> ± 0.78	14,084.76 <sup>b</sup> ± 0.82

Nilai diungkap sebagai min sisihan piawai, n=3

Nilai dalam baris yang sama dengan abjad superskrip yang berlainan mempunyai perbezaan yang signifikan pada p<0.0

Sumber: Matanjun *et al.* (2009)



## RUJUKAN

- A.M.S.A. 1995. *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation And Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Beef*. American Meat Science Association, Chicago, U.S.A., pp:240.
- Athukorala, Y., Kim, K. N., and Jeon, Y. J. 2006. Antiproliferative and antioxidant properties of an enzymatic hydrolysate from brown alga, *Ecklonia cava*. *Food and Chemical Toxicology* **44**: 1065-1074.
- Babji, A. S., Fatimah, S., Abolhassani, Y. and Ghassem, M. 2010. Nutritional quality and properties of protein and lipid in processed meat products – a perspective. *International Food Research Journal* **17**: 35-44.
- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. London: Academic Press.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* **2**: 1579–4377.
- Chapman, V. J. and Chapman, D. J. 1980. *Sea Vegetables (algae as food for man)*. In *Seaweeds and their uses*. London: Chapman & Hall.
- Chen, H., Singh, R. P, and Reid, R. S. 1989. Quality Changes in hamburger during frozen storage. *International Journal of Refrigeration*. **12**: 18-94.
- Dawczynski, C., Schubert, R., and Jahreis, G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry Journal* **103**: 891e899.
- Da-Wen Sun. 2006. *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging*. United States of America: CRC Press Taylor and Francis Group.

- Desmelati, Ayob, M. K., Abdullah, A dan Babji, A. S. 2011. Penilaian kualiti fizikokimia nuget ikan komersil. *Sains Malaysiana* **40** (8): 871-875.
- Doty, M. S. 2001. Algae: Invasive Alien: *Kappaphycus alvarezii*. *Botany*. A-21.
- Downel, G. 2002. Quality changes in Frozen and Thawed, cooked, pureed vegetable containing hydrocolloids, gum and dairy. *International Journal of Food Science and Technology* **37**: 869-877.
- Druehl, L. 2000. *Pacific Seaweeds*. Canada: Harbour Publishing.
- Fikiin, K. 2003. Freezing of meat product. <http://www.flair-flow.com/industry-docs/sme-syn10.pdf>. Retrieved on 2 February 2011.
- Fukushima. 2000. *Soybean Processing, Food protein*. United Stated: Wiley-VCH, Inc.
- Galland-Irmouli, A. V., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowicki, J. P., Villaume, C. and Gue'ant, J. L. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse). *Journal of Nutrition Biochemistry* **10**: 353-359.
- Geiges, O. 1996. Microbial process in frozen food. *Advance Space Res.* **18** (12), 109-118.
- Gerhard, F. 2006. *Meat Product Handbook, Practical Science and Technology*. North America. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Glicksman, M. 1987. Utilization of seaweed hydrocolloids in the food industry. *Hydrobiologia.* **151/152**:31-47.

- Graham, P., Allen, V., James, S. and Ketteringham, L. 2005. The effects of surface steam treatment on bacterial reduction and storage of beef primals and retail cuts. *Journal of Food Engineering*. **68**: 419–427.
- Hashim, Y. 1986. *Perusahaan Memproses Burger*. Risalah Panduan No.24. Serdang Selangor: Bahagian Teknologi Makanan Mardi.
- Hashim, R. 1993. *Sumber makanan Laut Pesisiran Laut Sabah*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Heka Consult. 2002. Carageenan and PES –chemistry, properties and selection for food applications. Philipines.<http://www.user.skynet.be/heka/caragen.html>. Retrieved on 14 February 2012.
- Hermansen, K., Sondergaard, M., Hoie, L., Carstensen, M. and Brock, B. 2001. *Beneficial Effects of a Soy-Based Dietary Supplement on Lipid Levels and Cardiovascular Risk Markers in Type 2 Diabetic Subjects*. American Diabetes Association, Inc. **24** no. 2:228-233.
- Hoogenkamp, H. W., 2005. *Soy Protein and Formulated Meat Products*. London, UK: CABI Publishing.
- Jabatan Perikanan Sabah. 2006. *Perangkaan Tahunan Perikanan (Jilid 1)*. Sabah. Jabatan Perikanan Sabah.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2006. *Perangkaan Tahunan Pertanian (Jilid 3)*. Kuala Lumpur. Jabatan Pertanian.
- Jeremiah, L. E. 1995. *Freezing effects on Food Quality*. United States of America. Marcel Dekker, Inc.

- Jetro Marketing. 2002. *Edible Seaweed. Jetro Marketing Gidebook for Major Imported Products*. Tokyo: Jetro Marketing.
- Kerry, J. P., Kerry, J. F. and Ledward, D. 2002. *Meat Product Handbook, Practical Science and Technology*. North America: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Kerry, J. P. and Kerry, J. F. 2011. *Processed Meat Improving safety, Nutrition and Quality*. New Delhi: Woodhead Publishing.
- Law of Malaysia. 2011. *Food Act and Regulations Act 281*. Malaysia: MDC Publishers.
- Levring, T., and Tanaka, Y. 1969. *Marine Algae in Pharmaceutical science*. Berlin: Walter de Gruyter. pp. 569–607.
- Li, B. and Sun, D. W., 2002. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods. *Journal of Food Engineering*. **54**: 175-182
- Matanjun, P. 2001. *Rumpai Laut: Penggunaan sebagai sebagai Sumber Makanan. Suara Makanan*. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M and Muhammad, K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottoni*, *Caulerpa Lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal Applied Phycology*. **21**: 75-80.
- McCandless, E. L. 1981. *Polysaccharides of the seaweeds. In: The Biology of Seaweeds*. Oxford: Blackwell Scientific.
- McHugh, D. J. 2003. *A guide to the seaweed industry, FAO Fisheries Technical Paper 441*, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations,

- Meilgaard, M., Civille, G. V., and Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Technique, 3<sup>rd</sup> Edition*. Florida: CRC Press LLC.
- “National Nutrient Database for Standard Reference Release 24. Nutrient Data Laboratory.” <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/7212>. Retrieved on 18 Mac 2012.
- Nisizawa, K., Noda, H., Kikuchi, R. and Watanabe, T. 1987. The main seaweed foods in Japan. *Hydrobiologia*. **151**: 5–29.
- Oroszvari, B. K., Bayod, E., Sjöholm, I. and Tornberg, E. 2005. The mechanisms controlling heat and mass transfer on frying of beefburgers. Part 2: The influence of the pan temperature and patty diameter. *Journal of Food Engineering*. **71**: 18-27.
- Oroszvari, B. K., Sjöholm, I. and Tornberg, E. 2005. The mechanisms controlling heat and mass transfer on frying of beefburgers. I. The influence of the composition and comminution of meat raw material. *Journal of Food Engineering*. **67**: 499–506.
- Oztan, Y and Mutlu, M. 2005. Mass transfer through meat. Part I. Determination of diffusion coefficient of nitrite by time lag method. *Journal of Food Engineering* **67**: 387–391.
- Pamela, G. K and Kathryn P. S. 2004. *Food and Culture. 4<sup>th</sup> Edition*. Canada: The Book Company.
- Poste, L. M., Mackie, D. A., Butler, G., and Larmond, E. 1991. Laboratory Methods For Sensory Analysis Of Food . Canada : Research Branch Agriculture Canada Publication.

- Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., Devries, J. W. and Furda, I. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. **71**(5):1017-23.
- “Peranan fosfat terhadap mutu olahan” /<http://id.shvoong.com/exact-sciences/1963974-peranan-fosfat-terhadap-mutuolahan/ixzz1bxoqkEy2>. Retrieved on 2 November 2011.
- Ramadhan, K., Huda, N. and Ahmad, R. 2011. Physicochemical characteristics and sensory properties of selected Malaysian commercial chicken burgers. *International Food Research Journal*. **18** (4): 1349-1357
- Rao, K. R., 1991. Effect of seaweed extracts on *Zizyphus mauratiana* Lamk, *Journal Ind. Bot. Soc.*, 71, 19.
- Ramavatar, M., Kamalesh, P. and Siddhanta. 2008. Development of a Stable Hydrogel Network based on Agar- Kappa- Carrageenan Blend Cross-linked with Genipin. *Food Hydrocolloids*. **23**: 497-509.
- Redmond, G. A., Gormley, T.R., and Butter, F. 2004. The Effect of Short and Long term freeze Chilling on the quality of Cooked Green Bean and Carrots. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **5**: 65-72.
- Renn, D. W. 1990. Seaweeds and biotechnology: inseparable companions. *Hydrobiologia* **204**: 7–13.
- Rouxel, C., 2001. Species identified cation by SDS-PAGE of red algae used as seafood or a food ingredient, *Food Chem* **74**: 349.
- Ruperez, P., 2002. Mineral content of edible marine seaweed. *Food Chemistry*. **79**: 23-26.

- Shrikant Baslingappa Swami a, S. K. Das, B and Maiti, B. 2005. Moisture sorption isotherms of black gram nuggets (bori) at varied temperatures. *Journal of Food Engineering*. **67**: 477–482.
- Sivasankar, B. 2002. *Food Processing and Preservation*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Venkataramam, L. V. and Becker, E. W. 1985. In: *Biotechnology and Utilization of Algae- The Indian Experience*, New Delhi: Department of Science and Technology.
- Wan Rosli, W. I., Nurhanan, A. R., Saleh, M.A. and Mohsin, S.S.J. 2011. Cornsilk (Zea mays Hairs) improves nutrient, physical traits without affecting sensory properties of chicken patties. *Sains Malaysiana*. **40** (10): 1165–1172
- Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T., & Hirano, T. 1994. Changes in the contents of dietary fibers, minerals, free amino acids, and fatty acids during processing of dry Nori. *Nippon Suisan Gakkaishi*. **60**: 117–123.
- Zemke-White, W. L. and Ohno, M. 1999. World Seaweed Utilization: an end of Century Summary. *Journal of Applied Phycology*. **11**: 369-376.
- Zemke-White, W. L. 2002. Assesment of the current knowledge on the environmental impacts of seaweed farming in the tropics. Proceedings of the Asia Pasific Conference on Marine Science and Technology. 12-16 May 2002, Kuala Lumpur.

