

**PENGHASILAN COKOLAT RUMPAI LAUT
BERKALORI RENDAH**

MAHAAMBIKAI PALANNIAPPAN

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

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN
PEMAKANAN**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2012



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENGHASILAN COKOLAT RUMPAI LAUT BERKALORI RENDAH

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROCESS)

SESI PENGAJIAN: 2008/2012

Saya MAHAAMBILAI PALANNIAPPAN

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

[Signature]

(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 491, JALAN CENGAL 12,

TAMAN AMPANGAN, 70400

SEREMBAN, N. SEMBILAN.

EN. MANSOOR ABD. HAMID

Nama Penyalia

Tarikh: 12/7/2012

Tarikh: 12/7/2012.

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

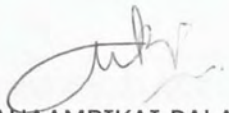
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

22 JUN 2012

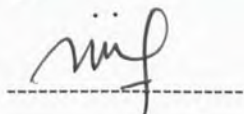
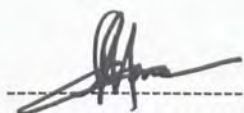

MAHAAMBIKAI PALANNIAPPAN
BN08110112

PENGESAHAN

NAMA : **MAHAAMBIKAI PALANNIAPPAN**
NO. MATRIK : **BN08110112**
TAJUK : **PENGHASILAN COKOLAT RUMPAI LAUT
BERKALORI RENDAH**
IJAZAH : **IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN
DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN &
BIOPROSES)**
TARIKH VIVA : **22 JUN 2012**

DISAHKAN OLEH

- 1. PENYELIA**
EN.MANSOOR ABDUL HAMID
- 2. PEMERIKSA 1**
CIK FAZLINI MD. FADZWI
- 3. PEMERIKSA 2**
PUAN FAN HUI YIN
- 4. DEKAN**
PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI



PENGHARGAAN

Dalam kesempatan ini, saya ingin merakankan setinggi-tinggi penghargaan kepada beberapa pihak yang telah banyak memberi sokongan, dorongan, nasihat dan panduan di sepanjang penyempurnaan latihan ilmiah ini.

Terlebih dahulu, ribuan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya iaitu Encik Mansoor Abdul Hamid diatas tunjuk ajar dan sokongan yang diberikan kepada saya. Beliau juga banyak memberi teguran, cadangan dan galakan serta bantuan kepada saya dalam menyiapkan projek penyelidikan ini.

Tidak lupa juga kepada semua kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah (UMS) diatas bantuan yang diberikan kepada secara langsung dan tidak langsung.

Di sini, saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada keluarga tersayang, teman rapat dan rakan-rakan seperjuangan diatas motivasi, nasihat, serta sokongan moral sepanjang masa pengajian ini bagi menyiapkan projek penyelidikan ini dengan sempurna.

Akhir sekali, sekali lagi saya ingin merakankan ucapan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Jasa kalian amat saya hargai.

Sekian, terima kasih.

MAHAAMBIKAI PALANNIPPAN
BN08110112



ABSTRAK

Kajian ini merupakan salah satu usaha untuk menghasilkan produk coklat rumpai laut berkalori rendah. Kajian awal adalah menentukan nilai kalori 24 formulasi coklat rumpai laut supaya kurang daripada 396 kcal/ 100 g bagi memilih satu formulasi terbaik coklat rumpai laut berkalori rendah daripada 9 formulasi berlainan yang dibangunkan berdasarkan pengubahsuaian keatas kandungan likur koko iaitu 28 %, kandungan lemak koko iaitu 20 %, 17 % dan 14 %, kandungan serbuk rumpai laut *Kappaphycus alvarezii*, 8 %, 10 % dan 12 %, gula iaitu 39 %, 37 %, 35 %, 42 %, 40 %, 38 %, 45 %, 43 % dan 41 %, diikuti dengan Polydextrose 4 %, lesitin soya 0.5 % serta vanillin 0.5 %. Tiga formulasi terbaik daripada 9 formulasi disaring daripada ujian pemeringkatan. Formulasi 4 yang terdiri 28 % likur koko, 17 % lemak koko, 40 % gula, 8 % serbuk rumpai laut *Kappaphycus alvarezii*, 4 % Polidektrosa, 0.5 % lesitin serta 0.5 % vanillin dipilih sebagai formulasi terbaik melalui ujian skala hedonik. Analisis proksimat menunjukkan coklat rumpai laut berkalori rendah mengandungi 5.17 ± 0.67 % lembapan, 26.11 ± 0.65 % lemak, 2.02 ± 0.74 % protein, 1.15 ± 0.43 % serat kasar, 2.43 ± 0.78 % abu, 63.12 ± 0.00 % karbohidrat dan 3.12 ± 0.34 % serat diet. Ujian mutu simpanan turut dijalankan untuk mengkaji perubahan keatas produk coklat yang disimpan selama 8 minggu pada suhu 18 ± 3 °C. Diperhatikan selepas 8 minggu penyimpanan, peningkatan berlaku iaitu kandungan lembapan meningkat dari 5.17 ± 0.03 % kepada 5.97 ± 0.15 %, kandungan asid lemak bebas meningkat dari 0.60 ± 0.02 % kepada 0.90 ± 0.03 % dan takat lebur meningkat dari 28.13 ± 0.20 kepada 32.90 ± 0.10 °C. turut didapati terdapat perbezaan penilaian atribut kualiti produk coklat disimpan pada minggu ke-8 pada suhu sejuk 18 ± 3 °C dengan produk coklat segar. Pertumbuhan mikroorganisma disepanjang tempoh penyimpanan selama 8 minggu pada suhu sejuk 18 ± 3 °C adalah kurang daripada 30 cfu/g.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF LOW CALORIE SEAWEED CHOCOLATE

This research was carried out as an effort to develop new low calorie seaweed chocolate. Preliminary studies conducted to determine the formulations that less than 396 kcal/ 100 g out of 24 formulations to choose one best formula of low calorie seaweed chocolate from 9 different formulations that under low calorie category and the formulations based on modifications included, 28 % of cocoa liquor, 20 %, 17 % and 14 % of cocoa butter, 8 %, 10 % and 12 % of Kappaphycus alvarezii seaweed powder, 39 %, 37 %, 35 %, 42 %, 40 %, 38 %, 45 %, 43 % and 41 % sugar, 4 % polydextrose, 0.5 % soy lecithin as well as 0.5 % vanillin. Three best formulations were selected via ranking test. Formula 4 which contained 28 % cocoa liquor, 17 % cocoa butter, 40 % sugar, 8 % Kappaphycus alvarezii seaweed powder, 4 % Polydextrose, 0.5 % soy lecithin as well as 0.5 % vanillin was chosen as the best formulation via hedonic scale test. Based on proximate analysis, low calorie seaweed chocolate contained 5.17 ± 0.67 % moisture, 26.11 ± 0.65 % fat, 2.02 ± 0.74 % protein, 1.15 ± 0.43 % crude fiber, 2.43 ± 0.78 % ash, 63.12 ± 0.00 % carbohydrate and 3.12 ± 0.34 % dietary fiber. Storage studies were also executed to determine the changes in the chocolate stored during 8 weeks period at 18 ± 3 °C. After 8 weeks period, discovered there were increment of moisture content from 5.17 ± 0.03 % to 5.97 ± 0.15 %, free fatty acid increased from 0.60 ± 0.02 % to 0.90 ± 0.03 % and melting point increased from 28.13 ± 0.20 °C to 32.90 ± 0.10 °C. Also detected, changes in the quality attributes assessment between a 8 weeks stored chocolate and a fresh made chocolate. The growth of microorganism during 8 weeks storage refrigeration temperature 18 ± 3 °C was less than 30 cfu/ g.

SENARAI KANDUNGAN

TAJUK	HALAMAN
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI UNIT DAN SINGKATAN	xv
SENARAI PERSAMAAN	xvi
SENARAI LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Pengenalan koko	4
2.1.1 Aspek botani koko	4
2.1.2 Sejarah industri koko di Malaysia	5
2.1.3 Pemprosesan biji koko	6
2.1.4 Pemprosesan produk koko	7
a. Penghasilan likur koko	7
b. Penghasilan lemak koko	7
c. Penghasilan serbuk koko	8
2.1.5 Pemprosesan coklat	8
a. Pengadunan	9

b. Penghalusan	9
c. Penyebatilumatan	9
d. Penstabilan hablur	11
e. Penyejukan	12
f. Pembungkusan dan penyimpanan	12
2.1.6 Jenis-jenis kerosakan coklat	13
a. Fenomena <i>Fat Bloom</i>	13
b. Fenomena <i>Sugar Bloom</i>	13
2.1.7 Faktor-faktor mempengaruhi kualiti coklat	14
a. Kandungan lembapan	14
b. Suhu	14
c. Pendedahan kepada oksigen dan cahaya	14
2.1.8 Khasiat coklat	15
2.1.9 Tanggapan negatif terhadap coklat	15
2.1.10 Kebaikan pengambilan coklat	16
2.2 Coklat rendah kalori	18
2.3 Rumpai laut	18
2.3.1 Rumpai laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	19
2.3.2 Kandungan nutrien rumpai laut	19
2.3.3 Ciri-ciri karagenan	20
2.3.4 Aplikasi dan penggunaan	21
2.4 Polydextrose	21
2.5 Gula	22
2.6 Lesitin soya	22
2.7 Vanilin	22
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	23
3.1 Bahan-bahan	23
3.1.1 Bahan mentah	23

3.1.2 Bahan kimia	23
3.1.3 Peralatan yang digunakan dalam penghasilan coklat	24
3.2 Rekabentuk formulasi	24
3.3 Kaedah-kaedah	26
3.3.1 Penghasilan serbuk rumpai laut	26
3.3.2 Penghasilan coklat rumpai laut	27
3.4 Ujian kalori	27
3.5 Ujian penilaian sensori	28
2.5.1 Ujian pemeringkatan	28
2.5.2 Ujian skala hedonik	29
3.6 Analisis proksimat	30
3.6.1 Penentuan kandungan kelembapan	30
3.6.2 penentuan kandungan lemak	31
3.6.3 Penentuan kandungan serat kasar	32
3.6.4 Penentuan kandungan protein	33
3.6.5 Penentuan kandungan abu	34
3.6.6 Penentuan kandungan karbohidrat	34
3.6.7 Penentuan jumlah serat diet	34
3.7 Ujian mutu penyimpanan	36
3.7.1 Ujian fizikokimia	36
a. Penentuan kandungan kelembapan	36
b. Penentuan takat lebur	36
c. Penentuan kandungan asid lemak bebas	37
3.7.2 Ujian mikrobiologi	38
a. Penyediaan <i>Peptone water</i>	38
b. Penyediaan medium agar (PCA)	38
C. Penyediaan sampel	39

d. Pemiringan sampel dengan kaedah TPC dan kaedah yeast and mould count	39
e. Pengiraan koloni	39
3.8 Ujian penilaian deria	40
3.9 Analisis statistik	40
BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	41
4.1 Ujian kalori	41
4.2 Ujian penilaian sensori	42
4.2.1 Ujian pemeringkatan	43
4.2.2 Ujian skala hedonik	44
a. Warna	45
b. Aroma	46
c. Tekstur	46
d. Kemanisan	47
e. Kemasinan	47
f. <i>Aftertaste</i>	48
g. Penerimaan keseluruhan	49
4.3 Analisis proksimat	49
4.3.1 Kandungan lembapan	50
4.3.2 Kandungan lemak	50
4.3.3 Kandungan protein	50
4.3.4 Kandungan serat kasar	51
4.3.5 Kandungan abu	51
4.3.6 Kandungan karbohidrat	51
4.3.7 Kandungan serat diet	52
3.7 Ujian mutu simpanan	52
3.7.1 Ujian fizikokimia	52
a. Penentuan kandungan lembapan	52

b. Penentuan takat lebur	53
c. Penentuan kandungan asid lemak bebas	55
3.7.2 Ujian mikrobiologi	56
3.8 Ujian R perbandingan	58
3.8.1 Warna	59
3.8.2 Aroma	60
3.8.3 Tekstur	60
3.8.4 Kemanisan	61
3.8.5 Kemasinan	62
3.8.6 <i>Aftertaste</i>	62
3.8.7 Penerimaan keseluruhan	63
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Cadangan	65
RUJUKAN	66
LAMPIRAN	73

SENARAI JADUAL

	HALAMAN
Jadual 2.1 Hubungan bentuk hablur dengan takat lebur coklat	12
Jadual 2.2 Kandungan khasiat daripada empat jenis coklat	15
Jadual 3.1 Senarai bahan mentah dan sumber	23
Jadual 3.2 Formulasi bagi penghasilan coklat rumpai laut	25
Jadual 3.3 Rekabentuk BIB bagi sembilan formulasi	29
Jadual 4.1 Keputusan nilai kalori bagi 24 formulasi coklat rumpai laut	42
Jadual 4.2 Perbezaan nilai jumlah susunan antara sembilan formulasi coklat rumpai laut berkalori rendah.	44
Jadual 4.3 Nilai skor min penerimaan atribut warna, aroma, tekstur, kemanisan, kemasinan, <i>aftertaste</i> dan penerimaan keseluruhan sampel coklat rumpai laut berkalori rendah.	45
Jadual 4.4 Hasil keputusan analisis kandungan kelembapan, lemak, protein, serat kasar, abu, karbohidrat, dan serat diet bagi coklat rumpai laut berkalori rendah (Formulasi 4).	49
Jadual 4.5 Keputusan bilangan koloni per gram bakteria yang hadir dalam coklat yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan.	56
Jadual 4.6 Keputusan purata bilangan koloni kulat dan yis yang hadir dalam coklat yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan.	57
Jadual 4.7 Nilai skor min bagi ujian sensori R perbandingan produk akhir yang disimpan pada minggu ke-2, minggu ke-4, minggu ke-6 dan minggu ke-8 pada suhu 18 ± 3 °C.	59

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 Pokok koko bersama buah koko	4
Rajah 2.2 Buah koko bersama biji koko dan pulpa	5
Rajah 2.3 Proses penyebatilumatan	10
Rajah 4.1 Keluk peratusan kandungan kelembapan bagi coklat rumpai laut berkalori rendah yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan	53
Rajah 4.2 Keluk perubahan takat lebur bagi coklat rumpai laut berkalori rendah yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan	54
Rajah 4.3 Keluk perubahan asid lemak bebas bagi coklat rumpai laut berkalori rendah yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan.	55

SENARAI SIMBOL

%	Peratus
% v/v	Peratusan isipadu per isipadu
-	Hingga
±	Lebih kurang



SINGKATAN UNIT DAN SINGKATAN

cm	Sentimeter
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Milligram
μ	Mikron
ml	Milliliter
L	Liter
M	Molar
N	Newton
m	Meter
cps	Centipoise
$^{\circ}\text{C}$	Darjah celcius
β	Beta
α	Alfa
\square	Gama
kcal	Kilokalori
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
SPSS	Statistical package of social science
ANOVA	Analysis of Variance
MARDI	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
FAMA	Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan
NaOH	Natrium Hidroksida
HCl	Asid Hidroklorik
H ₂ SO ₄	Asid Sulfurik



SENARAI PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 3.1 Penentuan kandungan lembapan rumpai laut	26
Persamaan 3.2 Penentuan kandungan lembapan	31
Persamaan 3.3 Penentuan kandungan lemak	32
Persamaan 3.4 Penentuan kandungan serat kasar	33
Persamaan 3.5 Penentuan kandungan abu	34
Persamaan 3.6 Penentuan kandungan karbohidrat	34
Persamaan 3.7 Penentuan serat diet	35
Persamaan 3.8 Penentuan asid lemak bebas	38
Persamaan 3.9 Pengiraan koloni	40



SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran A	Carta aliran proses penghasilan coklat rumpai laut	73
Lampiran B	Rajah rumpai laut basah dan serbuk rumpai laut	74
Lampiran C	Rajah coklat rumpai laut berkalori rendah	75
Lampiran D	Rajah alat-alat yang digunakan dalam penghasilan coklat	76
Lampiran E	Borang ujian pemeringkatan	77
Lampiran F	Borang ujian sensori skala hedonik	78
Lampiran G	Borang penilaian ujian perbandingan berganda	79
Lampiran H	Rajah coklat rumpai laut berkalori rendah yang tidak berkilau	81
Lampiran I	Data yang diperolehi melalui ujian pemeringkatan dengan rekabentuk <i>BIB</i>	82
Lampiran J	Hasil analisis <i>Friedman Test</i>	83
Lampiran K	Hasil analisis ANOVA satu hala bagi ujian sensori hedonik	84
Lampiran L	Hasil analisis ANOVA satu hala bagi kandungan kelembapan untuk 8 minggu penyimpanan	88
Lampiran M	Hasil analisis ANOVA satu hala bagi takat lebur coklat untuk 8 minggu penyimpanan	89
Lampiran N	Hasil analisis ANOVA satu hala bagi kandungan asid lemak bebas untuk 8 minggu penyimpanan	90
Lampiran O	Keputusan kiraan plat jumlah dan kiraan yis dan kulat dalam coklat rumpai laut berkalori rendah yang disimpan pada suhu 18 ± 3 °C sepanjang 8 minggu penyimpanan	91
Lampiran P	Hasil analisis ANOVA satu hala ujian perbandingan berganda bagi minggu ke-2, minggu ke-4, minggu ke-6 dan minggu ke-8	92

BAB 1

PENDAHULUAN

1.0 LATAR BELAKANG KAJIAN

Cokolat adalah makanan manis yang berasal daripada pokok *Theobroma Cacao* yang membawa maksud "makanan para dewata" dalam bahasa Greek (Grosvenor dan Smolin, 2002). Cokolat secara umumnya dibuat daripada bahan-bahan yang diperolehi daripada pemprosesan biji koko dimana biji koko akan difermentasi dan dipanggang terlebih dahulu untuk mendapatkan produk separa siap koko seperti lemak koko, likur koko dan serbuk koko. Jenis-jenis coklat adalah dibezakan berdasarkan kandungan lemak koko, likur koko dan serbuk koko yang berbeza serta penambahan bahan-bahan lain seperti susu, gula dan sebagainya. Jenis-jenis coklat yang lazimnya terdapat di pasaran ialah coklat gelap, coklat susu, coklat manis, coklat gelap manis dan coklat putih (Muhamad Bakri *et al.*, 2001).

Menurut Nuraini Udin (2008), produk-produk coklat di Malaysia merupakan penyumbang ketiga yang terbesar iaitu sebanyak 8.5 % daripada keseluruhan perolehan eksport Malaysia pada tahun 2007. Namun, produk ini menunjukkan penurunan sebanyak 12.3 % berbanding tahun 2003. Pada tahun 2007, produk coklat dipasarkan ke 67 buah negara berbanding 68 buah negara pada tahun 2003. Pasaran utama produk coklat adalah di negara-negara ASEAN, Asia dan Oceania dan Timur Tengah. Negara pengimport utama produk-produk coklat buatan Malaysia adalah negara Indonesia, Filipina, India, republic Arab Yemen, dan Thailand manakala pasaran baru pada tahun 2007 adalah *Guyana, Azerbaijan, Guatemala* dan *Swaziland*.

Cokolat sering dikatakan mempunyai banyak khasiat terhadap kesihatan manusia. Namun begitu, coklat masih mempunyai kesan sampingan terhadap kesihatan disebabkan oleh kandungan lemak tepu dan kalori coklat yang tinggi. Dengan ini, pengambilan coklat dikatakan mempunyai batasan bagi mengurangkan risiko kesihatan. Faktor ini bukan sahaja mengurangkan



pengambilan coklat malah mempengaruhi penghasilan koko di Malaysia dan mengurangkan tahap ekonomi negara.

Rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* adalah tanaman perairan iaitu alga merah yang juga dikenali sebagai *Euchema cottonii*. Menurut FAO (2005), pemasaran *Kappaphycus alvarezii* semakin meningkat dari semasa ke semasa iaitu sebanyak 10 %. Ini secara langsung mendorong kepada perkembangan pengkulturan rumpai laut ini. Berdasarkan statistik, pada tahun 1988 jumlah pengeluaran rumpai laut ini ialah sebanyak 1.25 juta MT (tan metrik) iaitu 33 % daripada jumlah keseluruhannya. Di samping itu, terdapat juga kajian yang mengatakan *Kappaphycus alvarezii* merupakan alga merah spesis *Euchema* yang paling banyak dikomersialkan. Selain itu, di kawasan pengkulturan rumpai laut di Semporna, Sabah, terdapat kajian yang mengatakan dalam sebulan kira-kira 48,000 kg rumpai laut spesis *Kappaphycus alvarezii* diproses dalam bentuk karagenan separa tulen (Jabatan Pertanian Malaysia, 2003).

Menurut Sandrou dan Arvanitoyannis (2000), produk makanan berkalori rendah pada asalnya dibangunkan khas untuk penghidap kencing manis dan juga masalah kesihatan yang lain seperti penyakit jantung dan obesiti. Namun begitu, terdapat kajian terkini yang mengatakan generasi zaman ini lebih gemar akan makanan berkalori rendah bagi mengamalkan cara hidup yang sihat, dan che Rahani Zakaria (2009) juga menambah pengambilan makanan berkalori rendah merupakan penyelesaian yang baik dalam mengurangkan risiko kesihatan dan membantu pengguna mengambil makanan yang digemari oleh mereka.

Sejak beberapa tahun ini, produk makanan berkalori rendah ditempatkan pada bahagian yang berasingan di pasar raya dengan harga yang tinggi berbanding produk yang lain di pasaran. Namun begitu, persaingan yang tinggi di antara industri makanan telah membantu dalam memperbaiki kualiti produk-produk rendah kalori terutamanya dari segi ciri-ciri sensori dan juga mengurangkan harga produk di pasaran (Sandrou dan Arvanitoyannis, 2000).

Sejajar itu, pelbagai strategik telah dikaji untuk menghasilkan makanan berkalori rendah seperti mengurangkan kandungan lemak dan gula; menambah kandungan air atau udara serta mengguna bahan makanan yang lama atau baru yang boleh mengurangkan kandungan lemak dan gula (Dennis, 2009).

Disebabkan oleh masalah-masalah ini, penghasilan coklat rumpai laut berkalori rendah melalui formulasi coklat yang baru merupakan satu jalan penyelesaian yang baik untuk menghasilkan coklat yang lebih sihat dan juga membantu mempelbagaikan produk coklat berkalori rendah. Formulasi baru ini dihasilkan dengan mengurangkan kandungan lemak dalam lemak koko dan likur koko. Di samping itu, rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* juga digunakan untuk menghasilkan produk coklat yang lebih berkhasiat. Oleh itu, objektif kajian ini ialah:

- (a) Menghasilkan produk coklat rumpai laut berkalori rendah yang terbaik melalui ujian sensori
- (b) Menentukan kandungan protein, lemak, karbohidrat,serabut kasar, air dan abu keatas produk akhir yang dipilih melalui ujian hedonik
- (c) Mengkaji corak mutu penyimpanan bagi coklat rumpai laut berkalori rendah

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

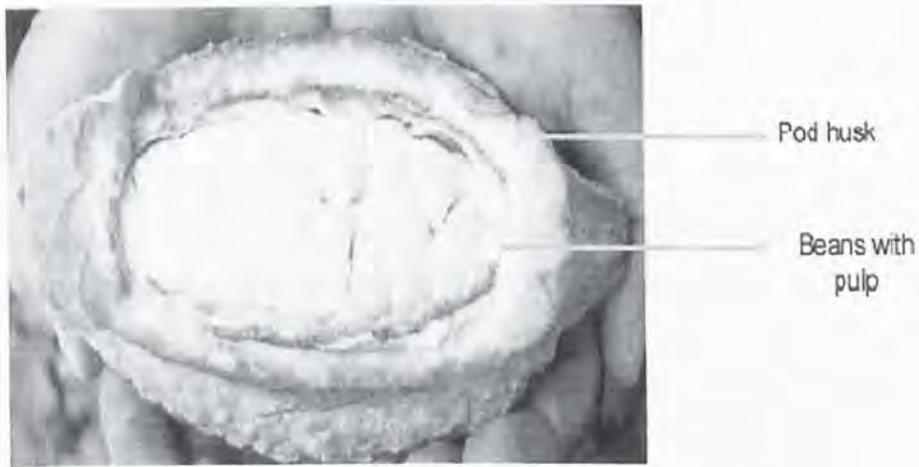
2.1 PENGENALAN KOKO

2.1.1 Aspek botani koko

Genus *Theobroma* ialah koko yang berasal daripada famili Sterculiaceae yang merupakan kumpulan pokok kecil yang berasal dari sekitar Amazon dan kawasan tropika di selatan dan tengah Amerika. Menurut kajian, *Theobroma Cacao* merupakan salah satu spesies daripada 20 spesies yang ditanam secara meluas dan digunakan secara ekonomi (Samah, 1993). Menurut Lembaga Koko Malaysia (2009), pokok koko adalah tumbuhan yang tumbuh secara semula jadi dan ketinggiannya adalah kira-kira 1,000 kaki (300m). Buah koko lazimnya dikenali sebagai pod koko yang berbentuk bujur, sepanjang 15 – 30 cm, dan 8 – 10 cm lebar. Di dalam pod koko, terdapat kira-kira 20 - 60 biji benih dalam isi putih dan setiap benih dikatakan mengandungi sejumlah besar lemak iaitu kira-kira 40 – 50 % dalam bentuk lemak koko.



Rajah 2.1: Pokok koko bersama buah koko (Sumber: Meursing, 2008)



Rajah 2.2: Buah koko bersama biji koko dan pulpa
(Sumber: Adzimah & Asiam, 2010)

2.1.2 Sejarah industri koko di Malaysia

Di Malaysia, penanaman koko diusahakan di kedua-dua bahagian timur dan barat Malaysia. Negara ini mempunyai taburan hujan tahunan 2030 mm, purata suhu lebih kurang 27 °C dan kelembapan tinggi, menjadikan Malaysia sebagai kawasan paling sesuai untuk penanaman koko. Pada tahun 1976, sejumlah 11673 hektar koko telah ditanam di Sabah, 3342 hektar di Sarawak dan 20796 hektar di Semenanjung Malaysia (Othman Abd. Samah, 1993). Perusahaan koko telah berkembang begitu pesat sejak pertengahan tahun 70-an. Pada masa kini, Malaysia merupakan pengeluar koko terbesar di rantau ini. Selain itu, koko merupakan komoditi yang ketiga pentingnya selepas kelapa sawit dan getah di Malaysia (Hassan Ramli, 1993).

Industri koko boleh dibahagikan kepada tiga komponen penting iaitu pengeluaran primer iaitu pengeluaran biji koko kering, kedua pemprosesan sekunder iaitu pengeluaran aktiviti pengisaran bagi menghasilkan produk separuh siap seperti pes, lemak dan serbuk koko dan akhir sekali ialah aktiviti peringkat pembuatan produk seperti blok coklat, minuman koko dan coklat dan produk-produk konfeksioneri dan bakeri (Lees *et al.*, 1973; Minife *et al.*, 1982; Matz *et al.*, 1984). Antara produk yang dihasilkan daripada biji koko kering yang dikenal pasti adalah seperti serbuk koko, lemak koko dan likur koko. Penggunaannya yang

meluas seperti dalam pembuatan coklat, konfeksioneri, minuman, kosmetik dan farmaseutikal (Lembaga Koko Malaysia, 2009).

Perolehan eksport biji koko dan produk-produk koko dari tahun 2003 sehingga 2007 menunjukkan kadar peningkatan yang konsisten. Nilai eksport meningkat sebanyak 103.5 % dari RM 1.271 billion pada tahun 2003 kepada RM 2.586 billion pada tahun 2007. Dalam tempoh ini, perolehan eksport biji koko dan produk-produk koko Malaysia meningkat pada kadar purata 20 % setahun. Walau bagaimanapun, peningkatan tertinggi dicatatkan pada tahun 2004 iaitu sebanyak 32.8 % kepada RM 1.688 billion berbanding tahun sebelumnya. Bagi produk-produk coklat Malaysia, kedua-dua kuantiti dan nilai eksport pada tahun 2007 masing-masing meningkat sebanyak 58.5 % dan 43.2 % kepada 24,254 tan metrik dan RM 220.9 juta berbanding tahun 2003 (Nuraini Udin, 2008).

2.1.3 Pemprosesan biji koko

Biji koko merupakan produk utama dari buah koko, iaitu mewakili kira-kira 10 % dari berat keseluruhan buah. Sebelum biji koko diproses menjadi keluaran seperti coklat, biji koko basah perlu diolah diproses terlebih dahulu. Biji koko akan melalui proses-proses penting iaitu fermentasi dan pengeringan. Selepas dituai, biji koko basah perlu melalui proses pemeraman atau fermentasi selama empat sehingga tujuh hari dan diikuti oleh pengeringan. Fermentasi ialah satu proses biokimia yang menghasilkan bahan kimia baru seperti alkohol daripada gula melalui aktiviti mikroorganisma (Ranken *et al.*, 1997). Terdapat dua peringkat fermentasi iaitu 'fermentasi luar': pemecahan lapisan lendir oleh mikroorganisma dan fermentasi 'dalam': perubahan biokimia di dalam biji koko sebagai lanjutan daripada fermentasi luar. Proses yang berlaku semasa fermentasi luar terutamanya proses pengoksidaan alkohol kepada asid asetik kepada karbon dioksida dan wap air mengeluarkan haba. Fermentasi dalam menghasilkan bahan perangsang perisa seperti gula penurunan, asid amino dan flavonoid (Engel *et al.* 1990).

Sharifah Shamsiah (1995) meringkaskan fungsi-fungsi fermentasi koko adalah untuk mewujudkan bahan perangsang perisa coklat kerana tanpa

RUJUKAN

- Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. dan Vieira, J. 2008. Effects of tempering and fat crystallization behavior on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate systems. *Journal Food Engineering*. **89**(2).
- Afoakwa, E.O., Paterson, A. dan Fowler, M. 2007. Trends. *Journal of Food Science Technology* **18**:290–298.
- Adzimah, S.K. dan Asiam, E.K. 2010. Design of a cocoa pod splitting machine. *Research Journal of Applied Sciences*. **2**(7): 622-634.
- Ahmad, M. 1995. *'Cell walls' in biology of the red algae*. Cambridge University Press, Cambridge. PP. 221-257
- Ali, A., Salamat, J., Che Man, Y.B. dan Suria, A.M. 2001. Characterization and fat migration of palm kernel stearin as affected by addition of desiccated coconut used as base filling center in dark chocolate. *International Journal of Food Science Nutrition*. **52**:251–261
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Selangor: Universiti Malaysia Malaysia, Bangi.
- Ardhana, M.M. dan Fleet, G.H. 2003. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. *International Journal of Food Microbiology*. **86**: 87-99.
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan 1985*: Pindaan hingga Oktober 2009. 2009. Kuala Lumpur: MDC Publishers Printers Sdn. Bhd.
- AOAC. 2007. *Official Methods of Analysis*, 13th ed. Association of Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Arasaki, S. dan Arasaki, T. 1983. *Low Calorie; high nutrition vegetables from the sea to help you look and feel better*. Tokyo: Japan Publications. PP. 196
- AusAID. 2006. *Cocoa processing methods for the production of high quality cocoa in Vietnam*. Department of Science and Technology, Australian Government.
- Beckett, S.K. 1999. *Industrial chocolate manufacture and use*. (3rd Edition). New York. Blackwell Science.
- Becker, G.F. 1951. *Fats, oils, hard butters*. In: *Proc 1947–1966 Annual production Conf, Twenty years of confectionery and chocolate progress Pennsylvania Manufacturing Confectioner's Association, Pennsylvania*. AVI Publication Co, IC. pp 429–440.
- Blahovec, J. 2007. *Role of water content in food and product texture*. Department of physics, Czech University of Life Sciences. **21**. 209-215



- Boal, C. 2006. *Dark chocolate acts as aspirin, study*.
<http://epmk.koko.gov.my/mom/cm/content/view/view.htm>. Retrieved on 3 Ogos 2011.
- Brownlee, I.A., Allen, A., Pearson, J.P., Dettmar, P.W., Havler, M.E., Atherton, M.R. dan Onsoyen, E. 2005. Alginate as a source of dietary fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **45**: 497–510.
- Burtin, P. 2003. Nutritional Value of Seaweeds. *Electron Journal Environ agric Food Chem*. **2**: 498:503.
- Chopin, T., Sharp, G., Belyea, E., Semple, R. dan Jones, D .1999. Open-water aquaculture of the red algae *Chondrus Crispus* in Prince Edward Islands, Canada. *Hydrobiologia*. **398/399**: 417-425.
- Cochran, W.G. dan Coz, G.M. 1975. *Experiment Design*: (2nd Edition). Canada. John Wiley & Son, INC.
- Cornillon, P. dan Walter, P. 2001. *Influence of Thermal conditions and presence of additives on fat bloom in chocolate*. Department of Food Science, Purdue University.
- Darcy-Vrillon, B. 1993. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *International Journal of Food Science Nutrition* **44**:23-35.
- Dennis, T. 2009. Fat substitutes, fat mimetics and bulking agents.
[www. Nutrientdataconf.org/PastConf/NDBC19/4-2 Gordon.pdf](http://www.Nutrientdataconf.org/PastConf/NDBC19/4-2 Gordon.pdf). Accessed on 10 May 2012
- De Ritter, E. 1976. Stability characteristics of minerals in processed foods. *Food Technology* **30**(1): 43-54.
- Dietschy, J.M. 1998. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition* **128**: 444S-448S
- Doty, M.S. and Alvarez, V.B. 1995. *Eucheama farm productivity*. In: Fogg, G. E., Jones, w. E. (Eds.), *Proceedings of the Eight International Seaweed Symposium*. The Marine Science Laboratory, Menai Bridge, Hawaii, PP. 688-691
- Engeseth, N. 2006. *High-temperature storage impacts texture, flavor of dark chocolate*. Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois. USA. Food Technology Intelligence, Inc.

- FAO/WHO. 1998. *Carbohydrate in Human Nutrition. Report of a Joint Expert FAO/WHO Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 66*. Food and Agriculture Organization, Rome. 140 p.
- FAO. 2005. *Carrageenan*. Food and Agriculture Organization, Malaysia.
- FAO. 2006. *Year book of fishery statistics*. Food and Agriculture Organisation of The United Nations, Rome.
- FAO. 2007. *Carrageenan*. Food and Agriculture Organization, Malaysia.
- FDA. 2011. *Nutrient Content Claims for the Calorie Content of foods*. Food and Drugs Administration.
- Fryer, P., Moole, S. dan Norton, I. 2006. Understanding food structuring and breakdown: Engineering approaches to obesity. *American Institute of Chemical Engineering Journal* **52**(2): 1632-1640.
- Food Texture. 2012.
<http://www.ifst.org/learninghome/helpforteachers/lessonplantopics/foodtexture>. Accessed on 13 October 2011
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends Food Science Technology*. **10**: 25-28.
- Galland-Irmouli, A.V. 1999. Nutritional Value of proteins from edible seaweeds palmaria palmate (dulse). *Journal of Nutrition Biochemistry* **10**: 353-359.
- Goung, M.E., Xu, S.Y., Wang, Z. dan Yang, W.G. 2008. Development of chocolate coating with freshly roasted and freeze-dried Chinese chestnut. *Journal of Food Science*. **73**(4):151-161.
- Greweling, P.P. 2007. *Chocolate and confectionary: Formula Theory and Technique for the Artisan confectioner*. America: John Wiley and Sons, Inc.
- Grosvenor, M.B. dan Smolin, L.A. 2002. *Nutrition from Science to Life*. United State of America. Harcourt College publishers.
- Hassan Ramli. 1993. *Produk koko dan khasiatnya*. Seminar Perkembangan koko negeri Melaka. Hotel City Bayview. Melaka. 27 April 1993.
- Hii, C.L., Law, C.L., Suzannah, S., Misnawi, S. and Cloke, M. 2009. Polyphenols in Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. **2**(4): 702-722.
- Hii, C.L., C.L. Law, Cloke M. and Suzannah, S. 2009. Thin layer drying kinetics of cocoa and dried product quality. *Journal of Biosystem. Eng.* **102**: 153-161.

- Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). 1990. *Panduan Penanaman dan Pemprosesan Koko*. Selangor. Berita Publishing Sdn. Bhd.
- Jimenez-Escrig, A. dan Sanchez-Muniz, F.J. 2000. Dietary Fibre from Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physicochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism. *Journal of Nutrition Research*. **4**: 585-598.
- Jinap Selamat, Siti Mordingah Harun dan Norsiat Mohd. Ghazali. 1994. Formation of a Methyl Pyrazine during Cocoa Bean Fermentation. *Journal of Tropika Agriculture Science*. **17**(1): 27-32.
- Jinap Selamat dan Dimick, P. 1990. Acidic characteristics of fermented and dried beans from different countries of origin. *Journal of Food Science*. **55**(2): 547.
- Kasran, R., Furtek, D.B. and Azhar, I. 2006. *Benefits of the health and nutrition of cocoa and chocolate*. Malaysia Cocoa Board 2006. **3**(2): 346-349.
- Keeney, P.G. 1972. Various interactions in chocolate flavor. *Journal Am Oil Chemistry Society* **49**:567-572.
- Kilcast, D. 1998. In: Rosenthal AJ (ed) *Food texture measurement and perception*. Chapman & Hall, Aspen, USA, pp 30-64.
- Kraft, G.T., 1969 *The red algal genus Eucheuma in the Philippines*. Master's Thesis deposited in the University of Hawaii Library, PP 358.
- Lees, R. and Jackson, E.B. 1973. *Sugar Confectionery and chocolate manufacture*. Aylesbury, England. Leonard Hill Books.
- Lembaga Koko Malaysia. 2006. *Malaysia Cocoa*. Perpustakaan Negara Malaysia. **3**(2).
- Lembaga Koko Malaysia. 2009. *Manual Teknologi Pembuatan Coklat Tulen*. (Edisi 1). Perpustakaan Negara Malaysia.
- Mabeau, S. and Fleurence, J. 1993. Seaweed in Food Products. Biochemical and Nutritional Aspects. *Trends in Food Science and Technology*. **4**(4): 103-107.
- Matanjun, P., Suhaila Mohamed. Noordin Mohd. Mustapha dan Kharidah Muhammad. 2008. Nutrient Content of Tropical Seaweeds, Eucheuma cottonii, Caulerpa lentillifera and Sargassum Polycystum. *Journal of Application*. **21**: 75-80.
- Matz, S.A. 1984. *Snack Food Technology: Flavours and Colors*. (2nd Edition). AVI PUNL. Co. Inc.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd Edition). Boca Raton. CRC Press LCC.

- Meursing, E.H. 2008. *Dezaan cocoa and chocolate manual*. 40th Anniversary edition. Switzerland: ADM Cocoa International.
- Mikle, H. dan Ziegleder, G. 2004. *Conching: Advanced Chocolate Technology*. Germany: Fraunhofer Institut Fur Verfahrenstechnik und Verpackung.
- Minifie, W.B. 1982. *Chocolate, cocoa and confectionery-Science and Technology*. Westport, Connecticut. AVI Publ. Co. Inc.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Australia. Thomson Wadsworth.
- Naturland. 2000. *Organic Farming in Tropics and Subtropics: Cocoa*. 1st Edition. <http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/English/cocoa.pdf>. Accessed on 10 September 2011
- Nielson, S.S. 2003. *Food analysis*. (3rd edition). New York. Plenum Publishers.
- Nicol, W.M. 1978. *Sucrose and Food Technology: Science and Technology*. London. Applied Science. 211-229.
- Nazaruddin Ramli dan Suriah Abdul Rahman. 2005. *Koko dan coklat (Sumber, Pemprosesan, Nilai pemakanan)*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ndukwu, M.C. 2009. Effect of drying temperature and drying air velocity on the drying rate and drying constant of cocoa bean. *Journal of Food Engineering*. **11**: 457-459.
- Nitisewojo. 1995. *Prinsip analisis makanan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Nuraini Udin. 2008. *Prestasi Perolehan Eksport dan Pasaran Produk-produk Koko Malaysia (2003-2007)*. Lembaga Koko Malaysia. **5**(1).
- Othman Abd. Samah. 1993. *Pengeluaran Koko di Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Pandey, A. dan Singh, G. 2011. Development and storage study of reduced sugar soy containing compound chocolate. *Journal of Food Science Technology* **48**(1): 76-82.
- Phillips, K.C. 1989. Stevia: steps in developing a new sweetener. In: Grendy TH (ed) Developments in sweeteners. *Elsevier Applied Science*. **3**:1-43.
- Pitt. J.L. dan Hocking, A.D. 1985. *Fungi and Food Spoilage*, Academic Press, Sydney.
- Ranken, M.D., Kill, R.C., Baker, C.G.J. 1997. *Food Industries Manual*. (24th edition). Great Britain. Blackie Academic and Professional UK.

- Russel L.C. 1972. *Chocolate Production and Use*. New York. Books for industry Inc.
- Samsuari, M. 1996. *Carragenean: Textural Ingredient for Food Systems*. Sunita Hydrocolloids Private Limited. pp. 1-7.
- Sanchez-Machado, D.I., López-Hernández, J. dan Paseiro-Losada, P. 2004. Fatty acids, total lipids, proteins and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chem* **85**:439-444.
- Savita, S.M., Sheela, K., Sunanda, S., Shahkar, A.G., Ramakrishna, P. dan Sakey, S. 2004. Health implications of Stevia rebaudiana. *Journal of Human Ecology* **15**:191-194.
- Schroder, M.J.A. 2003. *Food Quality and Consumer Value: Delivering food that satisfies*. Germany. Springer.
- Schumacher, A.B., Brandelli, A., Macedo, F.C., Pieta, L., Kling, T.V. dan De Jong, E.V. 2010. Chemical and sensory evaluation of dark chocolate with addition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Science Technology* **47**(2):202-206.
- Selamat, J., Hussin, N., Mohd Zain, A. dan Cheman, Y.B. 1998. Effects of soy proteins isolates on quality of chocolates during storage. *Journal of Food Process Preservative* **22**:185-197
- Senthil, A., Mamatha, B.S., Viswanath, P., Bhat, K.K. dan Ravishankar, G.A. 2010. Studies on development and storage studies of instant spice adjunct mix from seaweed (*Eucheuma*). *Journal of Food Science Technology* **48**(6):712-717.
- Stanley, G.A. dan Craigic, J.S. 1967. Carrageenans and agar. In *Handbook of Phytological Method. Journal of Physiological and Biochemical*. **9**: 109-131.
- Steve, R. 2010. U.S. *Whey Protein In ready-to-drink Beverages*. Edited by Kimberlee J. Burrington. Dairy Ingredient Applications Laboratory. Winsconsin center for Dairy Research, university of Winconsin, USA.
- Stone, N.J. 1997. Fish consumption, fish oil, lipids and coronary heart disease. *Am Journal of Clinical Nutrition* **65**:1083-1086.
- Talbot, G. 2009. *Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products*. Cambridge. Woodhead Publising Limited. 16-39.
- Tanaka, O. 1997. Improvement of taste of natural sweeteners. *Journal of Pure Applied Chemistry* **69**:675-683.

- Thirumaran, G., Manivannan, K., Karthikai Devi, G., Anantharaman, P. dan Balasubramanian, T. 2009. Photosynthetic pigments of different colour strains of the cultured seaweeds *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex. P. Silva in Vellar Estuary. *Academic Journal of Plant Sciences*. **2**(3):150-153.
- USDA Nutrient Database for Standard Reference. 2006. US: US Department of Agriculture, Agriculture Research Service.
- Yadav, P., Pandey, J.P., Garg, S.K. 2009. *Kinetics of moisture absorption and biochemical changes during storage of chocolate*. In: Proc National Conf 'Engineering for Food and Bio-processing', 27 Feb–1 March, College of Technology, G B Pant University of Agric. and Technol. Pantnagar, Uttarakhand, pp 192–196.
- William, B. 2008. *Health benefits of chocolate*.
<http://epmk.koko.gov.my/mom/cm/content/view/view.htm>. Retrieved 3 Ogos 2011.
- Winarmo, H.M. 1996. *The Utilization of Seaweeds in the United States*. Bull. U.S.Bur. Fish. **24**:169-171.
- Wong soon. 2002. *Chocolate, speciality fat and the cocoa business (a glossary to digest)*. Lembaga Koko Malaysia.
- Zafirah Zainal Abidin, Yus Aniza Yusof, Chin Nyuk Ling dan Suhaila Mohamed. 2011. Effect of binder on compressive characteristics of *Euchema Cottonii* powder. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol **9**(2): 137-141.
- Ziegleder, G. 2004. *Conching*. Buhler Seminar, Uzwil Switzerland. Advanced Chocolate Technology.
- Zumbe, A., Lee, A., Storey, D. 2001. Polyols in Confectionery: The route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. *British Journal of Nutrition*. **85**(1): S31-S45.