

**PENYAHHIDRATAN OSMOSIS RUMPAI LAUT  
(*Kappaphycus alvarezii*)**

**CHENNIE SHIELA WONG**

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

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITEL: PENYAHHIDRATAN OSMOSIS RUMPAI LAUTIJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUIJIAN SAINS MAKANAN DAN PEMAKANANSESI PENGAJIAN: 2008 / 2009NAMA: CHENNIE SHIELA WONG

(HURUF BESAR)

Perpustakaan mengemukakan 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

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO.5, LRG 10,TMN SRI KEPAYAN 88200KOTA KINABALULEE JAU SHYA

Nama Penyelia

Tarikh: 22/08/2012Tarikh: 22/08/2012

PERHATIAN: \* 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.

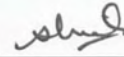
\* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENAKUAN

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

21 MEI 2012



---

Chennie Shiela Wong  
BN08110017




## PENGESAHAN

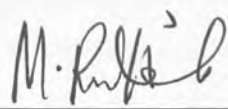
NAMA : **CHENNIE SHIELA WONG**  
NO. MATRIKS : **BN08110017**  
TAJUK : **PENYAHHIDRATAN OSMOSIS RUMPAI LAUT  
(*K. alvarezii*)**  
IJAZAH : **IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN  
DENGAN KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN  
PEMAKANAN)**  
TARIKH VIVA : **21 JUN 2012**

### DIPERAKUKAN OLEH

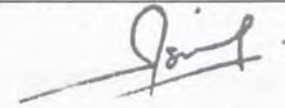
1. **PENYELIA**  
Dr. Lee Jau Shya
2. **PEMERIKSA 1**  
Dr. Mohd Rosni Sulaiman
3. **PEMERIKSA 2**  
Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah
4. **DEKAN**  
Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



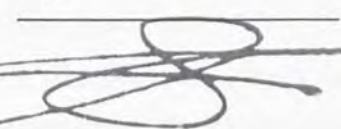
---



---



---



---



## PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya iaitu Dr. Lee Jau Shya atas bimbingan beliau daripada awal proses pemilihan tajuk tesis sehingga proses membuat kesimpulan kajian. Terima kasih atas kesudian beliau berkorban masa untuk memberi nasihat dan tunjuk ajar kepada saya sehingga berjaya menyiapkan projek penyelidikan tahun akhir ini.

Ucapan terima kasih juga buat keluarga terutama ibu bapa saya yang banyak membantu dari segi kewangan dan sokongan moral sepanjang saya menyiapkan projek penyelidikan tahun akhir ini. Tidak lupa juga mengucapkan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal yang membimbing saya selama saya berada di dalam makmal dan kesudian mereka memberikan perkhidmatan walaupun pada hari cuti. Selain itu, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Pn. Stephanie Fam kerana telah membekalkan bahan sampel kepada saya dalam menyiapkan projek ini.

Ahkir sekali, jutaan terima kasih saya ucapkan kepada Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani selaku dekan, para pemeriksa, para pensyarah dan kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan untuk segala pandangan dan idea, bahan-bahan bantuan serta sokongan dalam menyiapkan projek penyelidikan tahun akhir ini.



## ABSTRAK

Objektif utama kajian ini adalah mengkaji kesan kepekatan dan suhu larutan sukrosa terhadap penyahhidratan osmosis rumpai laut (*K. alvarezii*) dari segi kehilangan air, pengambilan gula, aktiviti air, kelembapan, warna, tekstur dan penerimaan sensori. Penentuan kandungan proksimat dan kandungan mineral ke atas rumpai laut *K. alvarezii* turut dijalankan. Reka Bentuk Faktorial 3x3 yang terdiri daripada tiga suhu larutan (30°C, 35°C dan 40°C) dan tiga kepekatan larutan (50°Briks, 60°Briks dan 70°Briks) telah digunakan. Penyahhidratan osmosis selama 12 jam telah diamalkan berdasarkan kajian awal dan nisbah rumpai laut kepada larutan sukrosa ditetapkan pada 1:10 (w/w). Hasil kajian menunjukkan tren kehilangan air rumpai laut adalah berbeza daripada kebanyakan kajian lepas. Peningkatan kehilangan air rumpai laut diperhatikan pada tiga jam pertama diikuti dengan penurunan pada jam seterusnya. Hal ini disebabkan oleh pengeluaran air yang cepat berlaku pada peringkat awal proses penyahhidratan osmosis menyebabkan pengecutan sel rumpai laut berlaku, seterusnya menyebabkan kemasukan larutan sukrosa seiring dengan pemanjangan masa rendaman. Kepekatan larutan yang tinggi didapati meningkatkan kehilangan air ( $p < 0.05$ ) akibat wujudnya perbezaan tekanan yang tinggi antara larutan sukrosa dengan sel rumpai laut. Hal ini mempercepatkan kehilangan air rumpai laut. Kesan kepekatan larutan terhadap pengambilan gula rumpai laut didapati tidak konsisten. Kepekatan larutan yang tinggi menunjukkan pengambilan gula rumpai laut yang tinggi apabila masa rendaman dipanjangkan. Selain itu, kepekatan larutan yang tinggi turut merendahkan nilai aktiviti air, kelembapan, dan nilai  $L^*$  ( $p < 0.05$ ). Keteguhan rumpai laut ternyahhidrat osmosis didapati lebih tinggi pada kepekatan larutan yang tinggi ( $p < 0.05$ ) disebabkan kehilangan air yang tinggi dan pengecutan rumpai laut. Kepekatan larutan sukrosa didapati tidak mempengaruhi nilai  $a^*$  dan  $b^*$  ( $p > 0.05$ ) rumpai laut ternyahhidrat osmosis. Suhu larutan yang tinggi meningkatkan kehilangan air, aktiviti air dan kelembapan ( $p < 0.05$ ) rumpai laut ternyahhidrat osmosis. Didapati suhu yang tinggi merendahkan kekekatan larutan osmosis seterusnya memudahkan kehilangan air pada permukaan rumpai laut. Bagaimana pun, kesan suhu terhadap pengambilan gula rumpai laut adalah tidak konsisten. Pengambilan gula rumpai laut adalah rendah pada suhu larutan yang tinggi. Ini kerana suhu yang tinggi bersama dengan pH larutan yang rendah menyebabkan degradasi karagenan dan seterusnya menghalang pengambilan gula rumpai laut. Selain itu, kesan suhu larutan terhadap nilai  $L^*$  rumpai laut juga kurang konsisten. Nilai bagi  $a^*$ ,  $b^*$ , dan tekstur bagi rumpai laut didapati tidak dipengaruhi oleh suhu larutan ( $p > 0.05$ ). Hasil penilaian sensori menunjukkan rumpai laut yang dirawat dengan suhu larutan 40°C dan kepekatan larutan 70°Briks mendapat penerimaan yang tertinggi ( $p < 0.05$ ) bagi setiap atribut diuji. Resapan nutrient ke dalam larutan osmosis mengakibatkan pengurangan kandungan proksimat dan mineral dalam rumpai laut ternyahhidrat osmosis. Bagaimana pun, rumpai laut ternyahhidrat osmosis yang dihasilkan dalam kajian ini boleh dituntut sebagai satu snek berfungsi dengan kandungan serabut diet yang tinggi serta lemak yang rendah.



## ABSTRACT

### *Osmotic Dehydration of Seaweed (Kappaphycus Alvarezii)*

The main objective of this research was to study the effects of sucrose solution concentration and temperature on osmotic dehydration of seaweed (*K. alvarezii*) in terms of water loss, solid gain, water activity, moisture, color, texture and sensory acceptance. Determination of proximate and mineral content of seaweed *K. alvarezii* was also conducted. A 3x3 Factorial Design consisting of three solution temperature (30°C, 35°C and 40°C) and three concentrations (50°Briks, 60°Briks and 70°Briks) were used. Osmotic dehydration for 12 hours was adopted based on preliminary study and the ratio of seaweed to the sucrose solution was set at 1:10 (w/w). Results obtained showed that the trend of water loss was different from most of the previous studies. An increased of water loss was observed in first three hours, followed by a decline in the next hours. This was due to rapid water loss occurred in the early stages of osmotic dehydration caused by contraction of seaweed, followed by absorption of sucrose solution. High concentration was found to improve the water loss ( $p < 0.05$ ) due to high osmotic pressure gradient between the sucrose solution with the cells of seaweed and thus accelerated the water loss of seaweed. Effect of solution concentration towards solid gain was found to be inconsistent. Higher concentration of osmotic solution showed greater solid gain in seaweed if the immersion time was prolonged. In addition, high concentration also lowered the water activity, moisture, and the  $L^*$  value ( $p < 0.05$ ) of seaweed. The firmness of osmotic dehydrated seaweed was higher at higher concentration ( $p < 0.05$ ) due to high water loss and shrinkage of seaweed. Concentration of sucrose solution did not affect the  $a^*$  and  $b^*$  values ( $p > 0.05$ ) of osmotic dehydrated seaweed. High solution temperature increased water loss, water activity and moisture ( $p < 0.05$ ) of the osmotic dehydrated seaweed. High temperature lowered the osmotic solution viscosity thus facilitating the water loss on the surface of the seaweed. However, the effect of temperature on solid gain was inconsistent. The solid gain of seaweed was low at high temperature solution. High temperature together with low pH solution caused carrageenan degradation and prevented solid gain in seaweed. In addition, the effect of solution temperature on the  $L^*$  value of seaweed was found inconsistent as well. The texture,  $a^*$  and  $b^*$  values of seaweed were not influenced by solution temperature ( $p > 0.05$ ). Sensory evaluation results showed that seaweed treated with sucrose solution of 40°C and 70°Brix scored the highest acceptance ( $p < 0.05$ ) for each attribute tested. Leaching of nutrients into osmotic solution resulted reduction of proximate and mineral content in the osmotic dehydrated *K. alvarezii*. Nonetheless, the osmotic dehydrated seaweed produced in this study could be claimed as a functional snack with high dietary fiber and low fat content.



## SENARAI KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI FORMULASI</b>	xii
<b>SENARAI UNIT DAN SIMBOL</b>	xiii
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiv
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xv
<b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif kajian	4
<b>BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1 Rumpai Laut	5
2.1.1 Pengkulturan dan Penuaian Rumpai laut	5
2.1.2 Rumpai Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	7
2.1.3 Nilai Pemakanan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	7
a. Kebaikan Serat Diet terhadap Kesihatan	8
b. Kebaikan Asid Lemak Poli tak Tepu (PUFA) terhadap Kesihatan	9
2.2 Penyahhidratan Osmosis	10
2.2.1 Aktiviti Air ( $a_w$ )	12
2.2.2 Pemindahan Jisim semasa Proses Osmosis	13
2.2.3 Rawatan Pra-nyahhidratan Osmosis	14
2.2.4 Faktor-faktor mempengaruhi Proses Penyahhidratan Osmosis	14





	a.	Ejen Osmosis	14
	b.	Kepekatan Larutan Osmosis	15
	c.	Suhu Larutan Osmosis	15
	d.	Masa Rendaman	16
	d.	Pergolakan Larutan Osmosis	16
2.2.5		Kelebihan Proses Penyahhidratan Osmosis	16
	a.	Kualiti	17
	b.	Penjimatan Tenaga	18
2.3		Snek	18
2.3.1		Snek Buah Ternyahhidrat	19

### **BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH**

3.1		Penyediaan Sampel	21
3.2		Rekabentuk Eksperimen	21
3.3		Penyahhidratan Osmosis	22
3.4		Pengeringan	22
3.5		Penyalutan Rumpai Laut	22
3.6		Penentuan Kehilangan Air dan Pengambilan Bahan Larut	23
3.7		Penentuan Aktiviti Air	24
3.8		Penentuan Warna	24
3.9		Analisis Tekstur	25
3.10		Penilaian Sensori	25
	3.10.1	Ujian Pemingkatan	25
	3.10.2	Ujian Hedonik	27
3.11		Analisis Proksimat	27
	3.11.1	Penentuan Kandungan Kelembapan	27
	3.11.2	Penentuan Serat Diet	28
	3.11.3	Penentuan Protein Kasar	30
	3.11.4	Penentuan Lemak Kasar	31
	3.11.5	Penentuan Abu	31
	3.11.6	Penentuan Karbohidrat	32
	3.11.7	Penentuan Mineral	32
3.12		Analisis Statistik	34

### **BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN**

4.1		Kehilangan Air	35
4.2		Pengambilan Gula	39
4.3		Aktiviti Air dan Kelembapan	42
4.4		Penentuan Warna	45
4.5		Analisis Tekstur	47
4.6		Penilaian Sensori	48
	4.6.1	Ujian Pemingkatan	48
	4.6.2	Ujian Hedonik	49
	a.	Warna	50
	b.	Aroma	50
	c.	Kemanisan	50
	d.	Keteguhan	51
	e.	Penerimaan Keseluruhan	51
4.7		Keputusan Analisis Proksimat	52



4.7.1	Kandungan Kelembapan	52
4.7.2	Kandungan Abu	52
4.7.3	Kandungan Protein	53
4.7.4	Kandungan Lemak	54
4.7.5	Kandungan Serat Diet	54
4.7.6	Kandungan Karbohidrat	55
4.7.7	Kandungan Mineral	55
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Cadangan	59
<b>RUJUKAN</b>		62
<b>LAMPIRAN</b>		71



## SENARAI JADUAL

		Halaman
Jadual 2.1	Peratusan peningkatan penjualan makanan ringan di Malaysia (2006-2011)	20
Jadual 3.1	Rekabentuk <i>Balanced Incomplete Block</i> (BIB) untuk penilaian sensori rumpai laut <i>K. alvarezii</i>	26
Jadual 4.1	Kesan suhu dan kepekatan larutan terhadap kehilangan air (%) rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	38
Jadual 4.2	Kesan suhu dan kepekatan larutan terhadap pengambilan gula (%) rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	40
Jadual 4.3	Kesan suhu dan kepekatan larutan terhadap warna rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	46
Jadual 4.4	Nilai jumlah skor hasil penilaian sensori daripada Ujian Pemingkatan terhadap penerimaan rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	49
Jadual 4.5	Nilai skor min bagi Ujian Hedonik bagi rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	49
Jadual 4.6	Nilai min kandungan kelembapan, abu, protein kasar, lemak kasar, serabut diet, dan karbohidrat bagi produk akhir rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	52
Jadual 4.7	Kandungan mineral-mineral dalam rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	56



## SENARAI RAJAH

		Halaman
Rajah 2.1	Pemindahan jisim dalam bahan makanan semasa penyahhidratan osmosis	11
Rajah 2.2	Aplikasi penyahhidratan osmosis dalam perindustrian bagi buah-buahan	12
Rajah 4.1	Kesan kepekatan dan suhu larutan terhadap WL dan SG rumpai laut <i>K. alvarezii</i> pada (a) 30°C, (b) 35°C, dan (c) 40°C	36
Rajah 4.2	Kesan suhu dan kepekatan larutan terhadap aktiviti air pada akhir proses penyahhidratan osmosis rumpai laut <i>K. alvarezii</i> (jam ke-12) sebelum pengeringan kabinet	43
Rajah 4.3	Kesan masa pengeringan terhadap aktiviti air rumpai laut <i>K. alvarezii</i> pada kepekatan (a) 50°Briks, (b) 60°Briks, (c) 70°Briks	44
Rajah 4.4	Kesan kepekatan dan suhu terhadap kelembapan rumpai Laut <i>K. alvarezii</i> pada akhir proses penyahhidratan osmosis (jam ke-12) sebelum pengeringan kabinet	45
Rajah 4.5	Kesan suhu dan kepekatan larutan terhadap keteguhan rumpai laut <i>K. alvarezii</i> selepas pengeringan kabinet	48

## SENARAI FORMULASI

	Halaman
Formulasi 3.1 Penentuan kehilangan air	23
Formulasi 3.2 Penentuan pengambilan bahan larut	23
Formulasi 3.3 Penentuan kandungan kelembapan	28
Formulasi 3.4 Penentuan <i>Blank</i>	29
Formulasi 3.5 Penentuan serat diet	29
Formulasi 3.6 Penentuan kandungan Nitrogen	30
Formulasi 3.7 Penentuan kandungan protein kasar	30
Formulasi 3.8 Penentuan kandungan lemak	31
Formulasi 3.9 Penentuan kandungan abu	32
Formulasi 3.10 Penentuan kandungan karbohidrat	32
Formulasi 3.11 Peratus elemen mineral	33

## SENARAI UNIT DAN SIMBOL

°C	darjah Celsius
°B	darjah Briks
%	peratus
g	gram
RM	Ringgit Malaysia
mm	milimeter
cm	sentimeter
ml	mililiter
L	liter
mg	miligram
mm/s	milimeter per saat
M	Kemolaran
N	Normaliti
±	lebih atau kurang
w/w	<i>weight by weight</i>



## SENARAI SINGKATAN

AOAC	Association of Analytical Communities
ANOVA	Analysis Of Varians
BIB	Balanced Incomplete Block
SPSS	Statistical Program for Social Sciences
SSMP	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan



## SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>DECA CAB (Beewax)</i>	23
Lampiran B Borang sensori Ujian Pemingkatan	25
Lampiran C Borang sensori Ujian Hedonik	27
Lampiran D Keputusan ANOVA bagi ujian kesan suhu dan kepekatan terhadap kehilangan air (WL) rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	37
Lampiran E Keputusan ANOVA bagi ujian kesan suhu dan kepekatan terhadap pengambilan gula (SG) rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	39
Lampiran F Rumpai laut selepas 12 jam penyahhidratan osmosis pada suhu 40°C	47
Lampiran G Keputusan Ujian Friedman bagi unit-unit eksperimen rumpai laut <i>K. alvarezii</i> ternyahhidrat osmosis	48
Lampiran H Produk akhir rumpai laut ternyahhidrat osmosis pada 40°C 70°Briks	51



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Kebanyakan buah-buahan dan sayur-sayuran mempunyai masa tuai yang berlainan dan hayat penyimpanan yang terhad. Buah-buahan dan sayuran selepas dituai merosot dengan cepat atas sebab aktiviti mikroorganisma dan biokimia (Mohammad, 2007). Oleh itu, terdapat banyak cara pengawetan yang diguna untuk memanjangkan hayat penyimpanan buah-buahan dan sayuran kepada beberapa minggu, setahun ataupun lebih lama.

Penyahhidratan makanan merupakan salah satu cara pengawetan yang telah lama diguna. Objektif asas bagi penyahhidratan adalah penyingkiran air daripada bahan mentah dan seterusnya memanjangkan jangka penyimpanan atau mengurangkan beban bagi operasi seterusnya (Brennan, 2006). Air merupakan komponen penting dalam menentukan jangka penyimpanan sesuatu makanan kerana air merupakan medium untuk pertumbuhan mikroorganisma (Leon *et al.*, 2003). Walau bagaimanapun, proses penyingkiran air menyebabkan kemerosotan kualiti produk kerana perubahan yang tidak diingini akan berlaku pada warna, rasa dan tekstur bagi produk akhir (Hui, 2008). Untuk mengatasi masalah ini, pelbagai cara digunakan untuk meningkatkan kualiti makanan, salah satu cara ini adalah penyahhidratan osmosis. Penyahhidratan osmosis merupakan proses yang kerap digunakan sebagai pra-rawatan bagi pengeringan makanan. Bahan makanan direndam ke dalam larutan hipertonik dan langkah ini telah mengurangkan sebahagian kandungan air di dalam buah atau sayuran dan mengurangkan masa proses pengeringan yang seterusnya.



Proses penyahhidratan osmosis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Antara faktor yang biasanya dipertekankan semasa proses ini adalah: jenis agen osmosis, kepekatan larutan, suhu larutan, pergolakan larutan, geometri bahan makanan, dan nisbah larutan kepada bahan makanan. Agen osmosis yang paling biasa digunakan adalah sukrosa untuk buah-buahan, manakala natrium klorida untuk sayur-sayuran (Mohammad, 2007). Pemilihan jenis agen bergantung kepada rasa yang ingin dicapai pada produk akhir. Kepekatan larutan pula mempengaruhi kehilangan air bagi bahan makanan. Kepekatan yang tinggi membantu proses penyahhidratan dan mengurangkan kehilangan nutrien semasa proses (Mundada *et al.*, 2011). Bagi faktor suhu larutan pula, suhu yang tinggi menunjukkan proses kehilangan air yang cepat dan seterusnya mempercepatkan penyahhidratan (Khin *et al.*, 2006). Proses penyahhidratan boleh ditingkatkan dengan mewujudkan pergolakan pada larutan dan ini dapat mengelakkan pencairan larutan yang berdekatan dengan bahan makanan (Singh *et al.*, 2006). Kesan pergolakan turut berkaitan dengan nisbah larutan kepada bahan makanan.

Kebanyakan hasil produk ternyahhidrat osmosis adalah sedia dimakan ataupun dijadikan sebagai makanan ringan. Produk ternyahhidrat osmosis kerap digunakan dalam industri pemprosesan gula-gula, bakeri, dan tenusu. Di negara Asia, penyahhidratan osmosis bagi buah tropika kepada makanan ringan adalah cara pengawetan yang sangat popular (Hui, 2008).

Antara kebaikan penyahhidratan osmosis sebagai pra-rawatan pengeringan makanan adalah proses ini dapat mengekalkan warna asal (Rodrigues *et al.*, 2003). Dari segi komposisi nutrien, proses penyahhidratan osmosis dapat mengurangkan kehilangan nutrien larut air seperti vitamin C. Ini disebabkan halangan gula yang tinggi di mana terhasil pada periferi, seterusnya menghalang peresapan keluar komponen larut air (Mohammad, 2007). Proses penyahhidratan osmosis juga dapat menjimatkan penggunaan tenaga dalam mengeringkan bahan makanan kerana kebanyakan air telah dikeluarkan semasa proses osmosis dan ini memendekkan masa pengeringan dan seterusnya menjimatkan penggunaan tenaga (Hui *et al.*, 2008).

Dari segi nilai pemakanan, rumpai laut merupakan sumber makanan yang berkhasiat kerana mengandungi nutrisi penting terutamanya dalam jumlah serabut dietari, kandungan abu, karotenoid, asid lemak perlu, mineral dan juga asid amino perlu yang mencukupi (Wong & Cheung, 2000; Krishnaiah, 2008; Matanjun *et al.*, 2008). Rumpai laut sangat digemari sebagai bahan asas makanan kerana mengandungi kandungan karbohidrat dan kalori yang rendah. Oleh demikian, rumpai laut sangat sesuai ditambahkan ke dalam makanan semasa penyediaan makanan untuk mengurangkan pengambilan tenaga yang terlalu tinggi dan mengurangkan paras kolesterol dalam badan. Selain itu, menurut Matanjun *et al.* (2011), kandungan asid lemak omega-3 dan 6 yang hadir dalam rumpai laut dapat menghalang pembentukan plak ateri, mengawal tekanan darah, dan meningkatkan fungsi sistem imunisasi dalam badan.

Rumpai laut telah dikultur secara besar-besaran di daerah Semporna dan adalah senang didapati di Sabah. *Kappaphycus alvarezii* yang dijual di pasar tempatan Sabah telah digunakan dalam penghasilan makanan seperti acar, sup dan puding (Phang *et al.*, 2010). Di samping itu, minuman berkhasiat (minuman herba rumpai laut), kordial, jeli, jem, sos cili turut dihasilkan daripada *K. alvarezii* pada masa kini. Oleh itu, potensi perkembangan penghasilan makanan daripada rumpai laut adalah tinggi.

Kajian proses penyahhidratan osmosis ke atas rumpai laut belum pernah dijalankan sebelum ini. Penghasilan dan penggunaan rumpai laut merupakan industri yang bernilai berjutaan ringgit (Phang, 2010). Pelbagai sumber rumpai laut masih belum digunakan dengan sepenuhnya sebagai produk komersial. Hasil kajian ini dapat menjadi panduan, bahan rujukan dan memberi maklumat kepada penghasilan produk rumpai laut ternyahhidrat osmosis. Selain itu, kandungan nutrisi yang tinggi dalam rumpai laut membolehkannya berpotensi untuk dijadikan sebagai makanan berfungsi. Kajian ini juga bertujuan untuk menghasilkan rumpai laut yang sedia dimakan atau sebagai snek.

## 1.2 Objektif Kajian

- i) Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kesan pembolehubah tidak bersandar iaitu suhu larutan dan kepekatan rendaman terhadap kadar kehilangan air, pengambilan gula, aktiviti air, tekstur, warna dan penerimaan sensori bagi *K. alvarezii* ternyahhidrat.
- ii) Kajian ini juga bertujuan menentukan komposisi nutrien penting seperti abu, protein kasar, lemak kasar, serat diet, karbohidrat, dan mineral (Natrium, Kalium, Magnesium, Kalsium, Ferum, Zink, dan Kuprum) bagi *K. alvarezii* ternyahhidrat.

## 1.2 Objektif Kajian

- i) Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kesan pembolehubah tidak bersandar iaitu suhu larutan dan kepekatan rendaman terhadap kadar kehilangan air, pengambilan gula, aktiviti air, tekstur, warna dan penerimaan sensori bagi *K. alvarezii* ternyahhidrat.
- ii) Kajian ini juga bertujuan menentukan komposisi nutrien penting seperti abu, protein kasar, lemak kasar, serat diet, karbohidrat, dan mineral (Natrium, Kalium, Magnesium, Kalsium, Ferum, Zink, dan Kuprum) bagi *K. alvarezii* ternyahhidrat.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Rumpai Laut

Rumpai laut dibahagikan kepada tiga kelas berdasarkan pigmentasi iaitu merah (*Rhodophyta*), hijau (*Chlorophyta*), dan perang (*Phaeophyta*) (Chan *et al.*, 2006; Phang, 2006). Rumpai laut merupakan tumbuhan marin yang mempunyai peranan sama seperti tumbuhan darat dari segi ekologi dan ekonomi (Ahmad, 1995). Rumpai laut menjalankan aktiviti fotosintesis untuk menukarkan bahan tak organik kepada bahan organik yang kemudiannya boleh digunakan oleh hidupan laut yang lain. Perbezaan divisi adalah berdasarkan kepada kriteria seperti pigmen fotosintetik, simpanan makanan, komponen sel dinding dan ultrastruktur yang lain (Phang, 2010).

Rumpai laut adalah penting dari segi ekologi kerana membantu dalam membekalkan oksigen kepada laut dan merupakan salah satu pengeluar pertama di dalam rantai makanan marin. Seseengah rumpai laut digunakan untuk merawat air kumbahan dari sektor perindustrian, iaitu mengurangkan bahan besi bertoksik dalam air. Ini kerana rumpai laut mempunyai kebolehan untuk meresap besi berat dan seterusnya membersihkan air (Davis *et al.*, 2000; Senthikumar *et al.*, 2006; Chan *et al.*, 2006). Kegunaan rumpai laut yang lain adalah dijadikan sebagai baja. Kandungan nitrogen dan kalium yang tinggi membolehkan rumpai laut dijadikan baju setelah dikeringkan dan dihancurkan (McHugh, 2003).

##### 2.1.1 Pengkulturan dan Penuaian Rumpai Laut

Malaysia kini menduduki sebagai pengeluar global ketiga bagi spesis ini setelah Indonesia dan Filipina. Menurut Jabatan Perikanan (2009), ketiga-tiga negara ini menyumbang 98% bekalan rumpai laut dunia, dengan anggaran 100,000 tan

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Rumpai Laut

Rumpai laut dibahagikan kepada tiga kelas berdasarkan pigmentasi iaitu merah (*Rhodophyta*), hijau (*Chlorophyta*), dan perang (*Phaeophyta*) (Chan *et al.*, 2006; Phang, 2006). Rumpai laut merupakan tumbuhan marin yang mempunyai peranan sama seperti tumbuhan darat dari segi ekologi dan ekonomi (Ahmad, 1995). Rumpai laut menjalankan aktiviti fotosintesis untuk menukarkan bahan tak organik kepada bahan organik yang kemudiannya boleh digunakan oleh hidupan laut yang lain. Perbezaan divisi adalah berdasarkan kepada kriteria seperti pigmen fotosintetik, simpanan makanan, komponen sel dinding dan ultrastruktur yang lain (Phang, 2010).

Rumpai laut adalah penting dari segi ekologi kerana membantu dalam membekalkan oksigen kepada laut dan merupakan salah satu pengeluar pertama di dalam rantai makanan marin. Seseengah rumpai laut digunakan untuk merawat air kumbahan dari sektor perindustrian, iaitu mengurangkan bahan besi bertoksik dalam air. Ini kerana rumpai laut mempunyai kebolehan untuk meresap besi berat dan seterusnya membersihkan air (Davis *et al.*, 2000; Senthikumar *et al.*, 2006; Chan *et al.*, 2006). Kegunaan rumpai laut yang lain adalah dijadikan sebagai baja. Kandungan nitrogen dan kalium yang tinggi membolehkan rumpai laut dijadikan baju setelah dikeringkan dan dihancurkan (McHugh, 2003).

##### 2.1.1 Pengkulturan dan Penuaian Rumpai Laut

Malaysia kini menduduki sebagai pengeluar global ketiga bagi spesis ini setelah Indonesia dan Filipina. Menurut Jabatan Perikanan (2009), ketiga-tiga negara ini menyumbang 98% bekalan rumpai laut dunia, dengan anggaran 100,000 tan

metrik kering yang dikeluarkan oleh Indonesia, Filipina (80,000 tan metrik) dan Malaysia (11,000 tan metrik). Pada tahun 1989, pengeluaran secara komersil di Malaysia sebanyak 100 tan metrik (basah), yang kemudian meningkat kepada 111,298 tan metrik (basah) pada tahun 2008.

Pengkulturan rumpai laut diperkenalkan di Sabah sejak 1978 dan telah menjadi sumber ekonomi yang penting di Malaysia, terutamanya Sabah (Ahemad *et al.*, 2006). Pada masa ini, tapak pengkulturan rumpai laut adalah berada di kawasan Daerah Semporna, Daerah Kunak, Daerah Lahad Datu, Daerah Kudat, dan Daerah Kota Belud. Dua genera rumpai laut menjadi sasaran utama Malaysia dalam meningkatkan produk tempatan iaitu *K. alvarezii* dan *Gracilaria sp.* Pada masa kini, hanya rumpai laut *K. alvarezii* dikultur secara berterusan di Sabah.

Tiga keadah pengkulturan rumpai laut yang digunakan, iaitu kaedah pancang, kaedah rakit dan kaedah rawai. Menurut Jabatan Perikanan Sabah (2009), benih rumpai laut (200-400 kg) mengalami pertumbuhan dalam tempoh sebulan. Seterusnya, para pengkultur memotong tunas dan mengkulturnya sehingga mencapai keluasan 0.5-1.0 ekar. Dalam masa 45-55 hari, rumpai laut akan dituai. Pengenalpastian tapak pengkulturan adalah penting untuk mendapatkan hasil kulturan yang berkualiti sepanjang tahun. Faktor asas yang mempengaruhi pertumbuhan rumpai laut termasuklah keamatan cahaya, kelajuan pergerakan air, bekalan makronutrien dan mikronutrien, suhu air laut, kemasinan dan kualiti air laut (Ahmad, 1995).

Industri-industri yang berasaskan rumpai laut telah bermula dan berkembang, termasuklah pengkulturan dan penghasilan karagenan *semi refined* daripada rumpai laut. Selain daripada agensi kerajaan, syarikat swasta tempatan turut terlibat dalam pemprosesan dan pengkulturan berskala besar di Semporna (Ahemad *et al.*, 2006).



## RUJUKAN

- Abate, G. & Peterson, H. C. 2005. *Rapid opportunity Assessment: Fruit sector*. MSU Product Center for Agriculture and Natural Resources.
- Al-Muhtaseb, A. a. H., Al-Harahsheh, M., Hararah, M. & Magee, T. R. A. 2010. Drying characteristics and quality change of unutilized-protein rich-tomato pomace with and without osmotic pre-treatment. *Industrial Crops and Products*. **31** (1): 171-177
- Alejandra, M. M. 2002. Advances in sensory evaluation for quality control. *Food Quality and Preferences*. **13**: 327-328
- Ahmad, I. 1995. *Rumpai laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ahemad, S., Ismail, A. & Mohammad, R. M. A. 2006. *The Seaweed Industri in Sabah, East Malaysia*. JATI. **11**:97-107.
- Aminah, A. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia
- Aminzadeh, R., Abarzani, M. & Sargolzaei, J. 2010, Preserving Melon by Osmotic Dehydration in a Ternary System. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. **68**: 1327-1333.
- Arnoldi, A. 2004. *Functional Foods, Cardiovascular Disease, and Diabetes*. Cambridge: CRC Press.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis of AOAC international*, 17<sup>th</sup> edn. AOAC International.
- Azarpazhooh, E. & Ramaswamy, H. S. 2011. Optimization of microwave-osmotic pretreatment of apple with subsequent air-dryig for preparing high-quality dried product. *International Journal of Microwave science and Technology*. **20**: 1-12
- Azoubel, P. M. & Murr, F. E. X. 2003. Optimisation of osmotic dehydration of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) in sugar solutions. *Food Science and Technology International*. **9**(6) 427- 433
- Barnes, H. & Barnes, M. 2005. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. United Kingdom: Taylor & Francis Library.
- Booth, R. G. 1991. *Snack Food*. United States of America: Library of Congress.
- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Florida: Academic Press.
- Brennan, J. G. 2006. *Food Processing Handbook*. Germany: Wiley-VCH.



- Brown, A. 2011. *Understanding Food: Principles and Preparation*. United States of America: Wassworth, Cengage Learning.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Journal of Environmental, Agricultural and food Chemistry*. **2** (4): 498-503
- Calvo, C. & Salvado, A. 2000. Use of natural colorants in food gels-influence of composition of gels on their colour and study on their stability during storage. *Food Hydrocolloids*. **14**: 439-443
- Cantor, J. M. 2008. *Progress in Food Engineering Research and Development*. New York: Nova Science Publisher.
- Chiralt, A. & Talens, P. 2005. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. *Journal of Food Engineering*. **67** (1-2): 167-177
- Chaiwong, N. & Pongsawatmanit, R. 2011. Effect of  $\kappa$ -Carrageenan Coating on the Quality of Osmotic Dehydrated Papaya. *The 12<sup>th</sup> ASEAN Food Conference*. 773-776
- Chang, P. C., Chen, Y. T. & Su, K. P. 2009. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids (n-3 PUFAs) in Cardiovascular Diseases (CVDs) and Depression. *Cardiovascular Psychiatry and Neurology*. **7**: 332-337
- Chan, C. X., Ho, C. L. & Phang, S. M. 2006. Trends in seaweed research. *Trends in Plant Science*. **11** (4): 165-166
- Chapman, V. J. & Chapman, D. J. 1980. *Seaweed and their uses*. London & New York: Chapman & Hall.
- Cochran, W. G. & Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs*. New York: Wiley.
- Conceição Silva, M. A, Silva, Z. E., Mariani, V. C. & Darche, S. 2011. Mass transfer during the osmotic dehydration of West Indian cherry. *LWT Food Science and Technology*: 1-7.
- Dauthy, M. E. 1995. *Fruit and vegetable processing*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Davis, T. A., Volesky, B. & Vieira, R. H. 2000. Sargassum Seaweed as Biosorbent for Heavy Metals. *Wat. Res*. **34**: 4270-4278.
- D'Elia, L., Barba, G., Cappuccio, F. P. & Strazzullo, P. 2011. Potassium Intake, Stroke, and Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Prospective Studies. *Journal of the American College of Cardiology*. **57** (10): 1210-1219
- Dermesonlouoglou, E. K., Pourgouri, S. & Taoukis, P. S. 2008. Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen



- cucumber. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **9**: 542–549
- El-Aouar, Â. A., Azoubel, P. c. M., Barbosa Jr, J. L. & Xidieh Murr, F. E. 2006. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Food Engineering*. **75** (2): 267-274
- Eren, İ. & Kaymak-Ertekin, F. 2007. Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. **79** (1): 344-352
- Ertekin, F. K. & Sultanoglu, M. 2000. Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. *Journal of Food Engineering*. **46**:243-250.
- Euromonitor International. 2011. *Market sizes of sweet and savoury snack in Malaysia*.
- Falade, K. O. Igbeka, J. C., Ayanwuyi, F. A. 2007. Kinetik of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. *Journal of Food Engineering*. **80**: 979-985
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A. & Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*. **22** (6): 292-303
- Famurewa, J. A. V., Oluwamukomi, M. O. & Adenuga, A. L. 2006. Dehydration of osmosised red bell pepper (*Capsicum annum*). *Journal of Food Technology*. **4** (4): 249-252
- Fernandes, F. A. N., Rodrigues, S., Gaspareto, O. C. P. & Oliveira, E. L. 2006. Optimization of osmotic dehydration of bananas followed by air-drying. *Journal of Food Engineering*. **77**: 188–193.
- Geissler C. A. & Power H. J. 2007. *Human Nutrition*. 3<sup>rd</sup> edition. The Netherlands: Elsevier Churchill Livingstone
- Garcia, C. C., Mauro, M. A., Kimura, M. 2007. Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (*Cucurbita moschata*). *Journal of Food Engineering*. **82**: 284 – 291
- Goodner, K. & Rouseff, R. 2011. *Practical Analysis of Flavor and Fragrance Material*. United Kingdom: Blackwell Publishing
- Grosvenor M. B. & Smolin G. 2002. *Nutrition From Science to Life*. United States of America: Harcourt College Publishers.
- Hayes, D. & Laudan, R. 2008. *Food and Nutrition*. United States of America: Library of Congress.



- Heng, K., Guilbert, S., & Cuq, J. L. 1990. Osmotic dehydration of papaya: Influence of process variables on the product quality. *Sciences des Aliments*. **10**: 831–848
- Heredia, A., Peinado, I., Barrera, C. & Grau, A. A. 2009. Influence of process variables on colour changes, carotenoids retention and cellular tissue alteration of cherry tomato during osmotic dehydration. *Journal of Food Composition and Analysis*. **22** (4): 285-294
- Huang, Y. S. 2008. *Essential Fatty Acids and Eicosanoids*. United States of America: Library of Congress Cataloging.
- Hui, Y. H. 2008. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. United States of America: Library of Congress Catalog.
- Hui, Y. H., Clary, C., Farid, M. M., Fasina, O. O., Noomhorm, A. & Welte-Chanes, J. 2008. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. United State of America: DEStech Publication.
- Hui, Y. H. & Welte-Chanes, J. 2007. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. United States of America: Destech Publication
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. United States of America: Blackwell Publishing Ltd
- Jabatan Perikanan Sabah. 2009. *Pengenalan Kepada Industri Rumpai Laut*.
- Jerrold M. C. 2008. *Progress in Food Engineering Research and Development*. United States of America Nova Science Publisher, Inc.
- Jimenez-Escrig, A., Sanchez-Muniz, F.J. 2000. Dietary Fibre from Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physiochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism. *Nutrition Research*. **20**: 585 – 598.
- Jokic, A., Gyura, J., Levic, L. & Zavargo, Z. 2007. Osmotic dehydration of sugar beet in combined aqueous solutions of sucrose and sodium chloride. *Journal of Food Engineering*. **78**:47–51.
- Kaymak-Ertekin, F. & Sultanoglu, M. 2000. Modeling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. *Journal of Food Engineering*. **46**: 243–250.
- Khattar, J. I. S., Singh, D. P. & Kaur, G. 2009. *Algal Biology and Biotechnology*. New Dehli: International Publishing House.
- Khin, M. M., Zhou, W. & Perera, C. O. 2006. Impact of process condition and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering*. **79**: 817-827.



- Kim, S. K. 2012. *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd
- Krishnaiah, D., Sarbatly, R., Prasad, D. M. R. & Awang, B. 2008. Mineral Content of some seaweeds from Sabah's South China Sea. *Asian Journal of Scientific Research*. **1**:166-170.
- Lee, J. S. & Lim, L. S. 2011. Osmo-dehydration pretreatment for drying of pumpkin slice. *International Food Research Journal*. **18**: 1223-1230.
- Leon, S. Y., Meacham, S. L. & Claudio, V. S. 2003. *Global Handbook on Food and Water Safety: For the Education of Food Industry Management, Food Handler, and Consumers*. United States of America: Charles C Thomas Publisher, Ltd.
- Levent, I. A. & Ferit, A. 2011. Partial removal of water from red pepper by immersion in an osmotic solution before drying. *African Journal of Biotechnology*. **11**(6): 1449-1459
- Lewicki, P. P. & Lenart, A. 2006. *Osmotic dehydration of Fruits and Vegetable*. United States of America: Taylor & Francis Group
- Liu, S. 2002. A prospective study of Dietary Fiber intake and Risk of Cardiovascular Disease Among Women. *Journal of the American College of Cardiology*. **39**:49-56.
- Lobban, C. S. & Wynne, M. 1981. *The Biology of Seaweed*. Great Britian: Blackwell Scientific Publication.
- Mandala, I. G., Anagnostaras, E. F. Oikonomou, C. K. 2004. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. *Journal of Food Engineering*. **69**: 307-316
- Matanjun, P., Suhaila. M., Noordin, M. M. & Kharidah, M. 2008. Nutrient content of tropicaledeible seaweeds, *Euvheuma Cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *J Appl Phycol*. **21**: 75-80
- Matanjun, P., Mohamed. S., Mustapha, N. M., Muhammad, K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *J. Appl. Phycol*. **21**: 1-6.
- Matanjun, P., Chan, P. T., Norhafizah, I., Mohd, I. A., Chan, W. Y. & Tan, C. S. 2011. Nutrient Composition and Antioxidant Activities of Several Malaysian Tropical Seaweeds. *ASEAN Food Conference*. 713-716.
- Mayor, L., Cunha, R. L. & Sereno, A. M. 2007. Relation between mechanical properties and structural changes during osmotic dehydration of pumpkin. *Food Research International*. **40** (4): 448-460



- McHugh, D. J. 2003. *A Guide to the Seaweed Industry*. FAO Fishery Department.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V. & Carr, B. T. 2007. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press.
- Ministry of Health. 2006. *Dietary Intake of Adults Aged 18 to 59 Years. Malaysian Adult Nutrition Survey (MANS) 2003, Nutrition Section, Family Health Development Division*. Putrajaya: Ministry of Health Malaysia
- Mohammad, S. R. 2007. *Handbook of Food Process Design*. United States of America: Wiley Blackwell
- Mundada, M., Hathan, B. S. Maske, S. 2011. Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of pomegranate arils. *Journal of Food Science*. **76** (1): 31-39
- NCCFN. 1999. *Malaysian Dietary Guidelines*. National Coordinating Committee on Food and Nutrition. Kuala Lumpur: Ministry of Health
- Neish, I. C. 2003. *The ABC of Eucheuma Seaplant Production*. Surialink Seaplants. [http://www.fishdept.sabah.gov.my/download/ABC\\_eucheuma\\_a.pdf](http://www.fishdept.sabah.gov.my/download/ABC_eucheuma_a.pdf)
- Nieto, A. B., Salvatori, D. M., Castro, M. A. & Alzamora, S. M. 2004. Structural changes in apple tissue during glucose and sucrose osmotic dehydration: shrinkage, porosity, density and microscopic features. *Journal of Food Engineering*. **61** (2): 269-278
- Paes, S. S., Stringari, G. B. & Laurindo, J. B. 2008. Effect of vacuum impregnation temperature on the mechanical properties and osmotic dehydration parameters of apples. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **51** (4): 799-806
- Park, K. J., Bin, A., Reis Brod, F. P. & Brandini Park, T. H. K. 2002. Osmotic dehydration kinetics of pear D'anjou (*Pyrus communis* L.). *Journal of Food Engineering*. **52** (3): 293-298
- Patil, M. M., Kalse, S. B. & Jain, S. K. 2012. Osmo-convective Drying of union slices. *Research Journal of Recent Sciences*. **1**(1): 51-59
- Phang, S. M. 2006. Seaweed resources in Malaysia: Current status and future prospects. *Aquatic Ecosystem Health and Management*. **9**(2): 185-202
- Phang, S. M., Yeong, H. Y., Lim, P. E., Abidi, R. M. N. & Kian, T. G. 2010. Commercial varieties of Kappaphycus and Eucheuma in Malaysia. *Malaysian Journal of Science*. **29**: 214-224.
- Phang, S. M. 2010. Potential Products from Tropical Algae and Seaweeds, especially with Reference to Malaysia. *Malaysian Journal of Science*. **29**: 160-166.



- Piggott, J. R. 1989. *Analisis deria untuk makanan*. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka. Terjemahan Rogayah Hussin, Nurina Anuar & Shamsinar Wales Nasiruddin. 1984. Sensory analysis of food. New York: Elsevier.
- Raoult-Wack, A. L. 1994. Advances in osmotic dehydration trends. *Food Science Technology*. **5**: 255-260
- Rodrigues, A. C. C., Cunha, R. L. & Hubinger, M. r. D. 2003. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. *Journal of Food Engineering*. **59** (2-3): 129-135
- Rodrigueza, V. T., Rojasa, A. M., Camposa, C. A. & Gerschensona, L. N. 2003. Effect of osmotic dehydration on the quality of air-dried Porphyra. *Lebensm.-Wiss.U.-Technol.* **36**:415-422.
- Rosenthal, A. J. 1999. *Food texture: Measurement and Perception*. United States of America: Aspen Publisher Inc.
- Russell, N. J & Gould, G. W. 2003. *Food Preservatives*. United States of America: Plemun Publishers.
- Sandberg, A., Andersson, H., Boscoeus, I., Carlsson, N.G., Hasselbad, K. & Harrod, M. 1994. Alginate, small bowel sterol excretion and absorption of nutrients in ileostomy subjects. *Am J Clin Nutr.* **60**:751-756
- Senthilkumar, R., Vijayaraghavan, K., Thilakavathi, M., Iyer, P.V.R. & Velan, M. 2006. Seaweeds for the remediation of wastewaters contaminated with zinc(II) ions. *Journal of Hazardous Materials*. **136**: 791-799.
- Shi, J., Xue, S. J. 2009. *Advance in Food Dehydration*. United States of America: Taylor & Francis Group, LLC.
- Shi, J. X., Le Maguer, M., Wang, S. L. & Liptay, A. 1997. Application of osmotic treatment in tomato processing—effect of skin treatments on mass transfer in osmotic dehydration of tomatoes. *Food Research International*. **30** (9): 669-674
- Singh, B., Kumar, A. & Gupta, A. K. 2006. Study of mass transfer and effective diffusivity during osmotic dehydration of carrot cubes. *Journal of Food Engineering*. **79**: 471-480.
- Sivasankar, B. 2004. *Food Processing and Preservation*. New Delhi: Prentice-Hall
- Souraki, B. A., Ghaffari, A., & Bayat, Y. 2012. Mathematical modelling of moisture and solute diffusion in the cylindrical green bean during osmotic dehydration in salt solution. *Food and Bioproducts Processing*. **90**(1): 64-71
- Stanfield, P. S. 2009. *Nutrition and Diet Therapy: Self-Instructional Approaches*. United States of America: Library of Congress Cataloging



- Stojanovic, J. & Silva, J. L. 2007. Influence of osmotic concentration, continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of rabbiteye blueberries. *Food Chemistry*. **101** (3): 898-906
- Tarté, R. 2009. *Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications*. New York: Library of Congress
- Taylor, S. 2011. *Marine Medicine Foods: Implications and Applications, Macro and Microalgae*. The Netherland: Elsevier Inc.
- Tanon, R.V., Baroni, A. F. & Hubinger, M. D. 2007. Osmotic dehydration of tomato in ternary solutions: Influence of process variables on mass transfer kinetics and an evaluation of the retention of carotenoids. *Journal of Food Engineering*. **82**: 509–517.
- Torrington, E., Esceld, E., Scheewe, I., Berg, R. & Bartels, P. 2001. Osmotic dehydration as a pretreatment before combined microwave-hot air drying of mushroom. *Journal of Food Engineering*. **49**: 185-191.
- Torreggiani, D. & Bertolo, G. 2001. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical dan structural effects. *Journal of Food Engineering*. **49**: 247-253.
- Torreggiani, D. 1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*. **26** (1): 59-68
- Tortoe, C. 2010. A review of osmodehydration for food industry. *African Journal of Food Science*. **4**: 303-324.
- Tsotsas, E. & Mujumdar, A. S. 2012. *Modern Drying Technology: energy saving*. Wiley-VCH. **4**: 99-120.
- Uddin, M. B., Ainsworth, P., Ibanoglu, S. 2004. Evaluation of mass exchange during osmotic dehydration of carrots using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. **65**: 473–477.
- USDA. 2011. United States Department of Agriculture National Nutrient Database for standard Reference.
- Vaclarik, V. A. 1998. *Essential of Food Science*. New York: Chapman & Hall
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Claverí, R., Quispe, I., Vergara, J. & Uribe, E. 2011. Effect of air temperature on drying kinetics and quality characteristics of osmo- treated jumbo squid (*Dosidicus gigas*). *LWT-Food Science and Technology*. **41**: 16-23.





- Vial, C & Guilbert, S. 1991. Osmotic dehydration of kiwi fruits. *Science Des aliments*. **11**: 63
- Watson, R. R., Zibadi, S. & Preedy, V. R. 2010. *Dietary Components and Immune Function*. United States of America: Library of Congress.
- Weinstein, B. 2000. *The Ultimate Candy Book: More than 700 Quick and Easy, Soft and Chewy, Hard and Crunchy Sweets and Treats*. England: Morrow Cookbooks.
- Williams, P. A. & Phillips, G. O. 2006. *Gums and Stabilisers for the Food Industry 13*. Dorset: The Royal Society of Chemistry
- Wong, K. H. & Cheung, C. K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part 1- proximate composition, amino acid profiles and some physic-chemical properties. *Food Chemistry*. **71**: 475-482.
- Yada, R. Y. 2004. *Proteins in Food Processing*. Cambridge: Woodhead Publishing
- Yamori, Y. 2001. Implications from and for food cultures for cardiovascular diseases: Japanese food, partuculary Okinawan diets. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. **10**: 144-145