

**KAJIAN SALUTAN KARAGINAN KAPPA
SEPARA TULEN KE ATAS PENYAHHIDRATAN
OSMOSIS BUAH JAMBU BATU (*Psidium
guajava L.*)**

SOH KIM YAU

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN & PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2013**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITUL: KAJIAN SALUTAN KARAGINAN KAPPA SEPARA TULEN KE ATASPENYAHHIDRATAN OSMOSIS BUAH JAMBU BATU (*Psidium guajava* L.)IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUSJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)SESI PENGAJIAN: 2009-2013Saya SOH KIM YAU

(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

SA

(TANDATANGAN PENULIS)

Dr. Lee Jau Shya

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO. 142 JALANTANJONG KERAYONG, 28400MENTAKAB, PAHANGDr. LEE JAU SHYA

Nama Penyelidik

Tarikh: 7 OGOS 2013Tarikh: 7 OGOS 2013

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

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



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

6 Ogos 2013



SOH KIM YAU
(BN09110097)

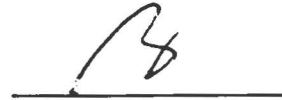
PENGESAHAN

NAMA : SOH KIM YAU
NO. MATRIKS : BN09110097
TAJUK : KAJIAN SALUTAN KARAGINAN KAPPA SEPARA TULEN
KE ATAS PENYAHHIDRATAN OSMOSIS BUAH JAMBU
BATU (*Psidium guajava* L.)
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)
TARIKH VIVA : 26 JUN 2013

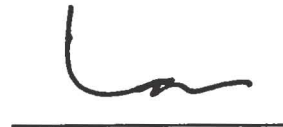
DIPERAKUI OLEH

TANDATANGAN

1. **PENYELIA**
DR. LEE JAU SHYA



2. **PEMERIKSA 1**
PROF. MADYA DR. CHYE FOOK YEE



3. **PEMERIKSA 2**
DR. SIEW CHEE KIONG



4. **DEKAN**
PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI



PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya ingin merakam penghargaan yang tidak terhingga kepada Dr. Lee Jau Shya dari Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah, selaku penyelia projek penyelidikan ini. Beliau telah banyak member nasihat, sokongan dan galakan, membimbing, dan menyelia saya sepanjang projek penyelidikan ini.

Seterusnya, saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, pensyarah-pensyarah, staf-staf dan pembantu-pembantu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang telah banyak memberikan bantuan kepada saya dalam menyempurnakan projek penyelidikan ini.

Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan penghargaan kepada ahli keluarga saya yang banyak member sokongan moral dan bantuan kewangan sepanjang projek penyelidikan ini. Tidak ketinggalan juga kepada kawan-kawan saya yang telah banyak membantu, menasihat dan member sokongan moral kepada saya.

Akhirnya, saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada sesiapa yang pernah menolong saya dalam menyempurnakan projek penyelidikan sama ada secara langsung ataupun tidak langsung.

SOH KIM YAU
BN09110097
6Ogos 2013

ABSTRAK

Kajian ini memfokus kepada penentuan kesan kombinasi ikaraginan kappa separatulen (SRC) dan kalium klorida (KCl) sebagai salutan terhadap buah jambu batu ternyahhidrat osmosis. Ujian-ujian yang telah dilakukan termasuk penentuan kehilangan air, pengambilan gula, aktiviti air, kandungan kelembapan, tekstur (keteguhan), warna, kandungan gula dan Ujian Perbandingan Berganda pada produk akhir. Aplikasi salutan boleh dimakan didapati berkesan dalam mengurangkan pengambilan gula ($p < 0.05$) tetapi tidak mempengaruhi kehilangan air ($p > 0.05$). Penyalutan juga menurunkan nilai parameter a^* ($p < 0.05$) tetapi tidak mempengaruhi nilai L^* dan b^* ($p > 0.05$). Oleh itu, produk akhir yang dihasilkan menunjukkan kecerahan yang lebih tinggi berbanding sampel kawalan. Salutan boleh dimakan meningkatkan ($p < 0.05$) ciri-ciri sensori seperti kecerahan warna, kelembutan produk, penerimaan keseluruhan guava ternyahhidrat tetapi tidak mempengaruhi aroma dan kelekatan produk akhir ($p > 0.05$). Selain itu, buah jambu batu bersalut yang rendah kandungan gula juga didapati kurang manis daripada sampel kawalan ($p < 0.05$). Peningkatan SRC dan KCl memudahkan interaksi ion antara kumpulan sulfat SRC dengan K^+ dan menguatkan lapisan filem yang terbentuk. Filem yang kuat bukan sahaja tidak mempengaruhi ($p > 0.05$) kehilangan air malah membantu mengurangkan kemanisan dan kekerasan produk akhir ($p < 0.05$). Hal ini kerana lapisan penghalang pada permukaan sampel yang dibentuk oleh salutan kuat telah mengehadkan pengambilan gula oleh buah jambu batu. Secara kesimpulan, kombinasi 1.5% SRC 0.05M KCl sesuai dijadikan sebagai salutan untuk penyahhidratan osmosis buah jambu batu kerana dapat menghasilkan produk akhir yang kurang manis, lebih lembut dan berwarna cerah serta lebih diterima oleh ahli panel.

ABSTRACT

STUDY ON SEMI-REFINED KAPPA CARRAGEENAN COATING TOWARDS OSMOTIC DEHYDRATION OF GUAVA (*Psidium guajava* L.)

This study focused on the combination effect of semi-refined kappa carrageenan (SRC) and potassium chloride (KCl) as edible coating towards osmotic dehydrated guava. The water loss, solid gain, water activity, moisture, texture (firmness), colour, sugar content and Multiple Comparison Test of the final product were determined in this study. Application of edible coating on guava was found to reduce the sugar uptake ($p < 0.05$) without affecting the water loss ($p > 0.05$). The coating reduced the a^ value of final product ($p < 0.05$) but not affecting the L^* value and b^* value ($p > 0.05$). Therefore, the final products were found to be brighter than control sample. Edible coating increased ($p < 0.05$) the sensory characteristics such as brightness, softness and overall acceptance of dehydrated guava but did not affect the aroma and stickiness of the final products ($p > 0.05$). Besides that, coated guava with lower sugar content was found less sweet ($p < 0.05$) than control sample. Increasing the concentrations of SRC and KCl facilitated the ionic interaction between sulphate groups of SRC with the K^+ thus strengthened the film produced. The strong film was found not affecting the water loss ($p > 0.05$), but assisted in reducing the sweetness and hardness of the final products. This is because the strong film served as a barrier on the surface of sample to inhibit the sugar uptake. As a conclusion, combination of 1.5% SRC 0.05M KCl was found suitable to be used as edible coating for osmotic dehydration of guava because it could produce final product which was less sweet, softer, brighter in colour and more accepted by panelists.*

SENARAI KANDUNGAN

	Mukasurat
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1: Pengenalan	
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Objektif	4
1.3 Kepentingan Kajian	4
BAB 2: Ulasan Kepustakaan	
2.1 Penyahhidratan Osmosis	6
2.1.1 Kebaikan Rawatan Penyahhidratan Osmosis	8
2.1.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyahhidratan Osmosis	10
2.1.3 Kelemahan Aplikasi dalam Industri	13
2.2 Salutan Boleh Dimakan	13
2.2.1 Keperluan dalam Penyahhidratan Osmosis	15
2.2.2 Penggunaan Hidrokoloid Sebagai Salutan Boleh Dimakan	16
2.3 Karaginan Kappa	19
2.3.1 Sifat Penggelen	20
2.3.2 Penggunaan Dalam Industri Makanan	22
2.3.3 Karaginan Kappa Separa Tulen	23
2.4 Guava	25
2.4.1 Nilai Pemakanan	27

2.4.2	Penggunaan Dalam Industri Makanan	28
2.4.3	Penanaman dan Ekonomi Pengeluaran Jambu Batu Di Malaysia	29
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH		
3.1	Bahan	32
3.2	Rekabentuk Eksperimen	32
3.3	Penyediaan Sampel	32
3.4	Penyalutan Sampel	33
3.5	Penyahhidratan osmosis	33
3.6	Pengeringan	34
3.7	Kehilangan Air dan Pengambilan Gula	34
3.8	Penentuan Aktiviti Air	35
3.9	Penentuan Kandungan Kelembapan	35
3.10	Analisis tekstur (keteguhan)	36
3.11	Penentuan Warna	36
3.12	Penentuan Kandungan Gula Akhir	37
3.13	Ujian Perbandingan Berganda	37
3.14	Analisis Statistik	38
Bab 4: KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		
4.1	Kehilangan Air (WL)	39
4.2	Pengambilan Gula (SG)	41
4.3	Penurunan Aktiviti Air (a_w) semasa pengeringan kabinet	45
4.4	Kandungan kelembapan	48
4.5	Penentuan Warna	49
4.6	Analisis Tekstur (keteguhan)	51
4.7	Penentuan Kadungan Gula	54
4.8	Ujian Perbandingan Berganda	56
Bab 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN		
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Cadangan	61
RUJUKAN		63
Lampiran		80

SENARAI JADUAL

		Mukasurat
Jadual 2.1	Buah-buahan dan sayur-sayuran yang pernah dijalankan proses penyahhidratan osmosis	8
Jadual 2.2	Contoh agen osmotik yang digunakan dalam proses penyahhidratan osmosis	12
Jadual 2.3	Komponen salutan boleh dimakan dan kegunaannya	14
Jadual 2.4	Kebaikan salutan boleh menambahbaik kualiti makanan	15
Jadual 2.5	Sumber hidrokoloid	17
Jadual 2.6	Fungsi dan aplikasi hidrokoloid dalam industri makanan	18
Jadual 2.7	Ringkasan sifat karaginan kappa, iota dan lambda	21
Jadual 2.8	Aplikasi karaginan dalam industry makana	23
Jadual 2.9	Pengelasan saiz jambu batu mengikut berat, panjang dan diameter	27
Jadual 2.10	Komposisi nutrient jambu batu dalam 100g	27
Jadual 2.11	Jumlah kawasan pengeluaran jambu batu di Malaysia pada tahun 2000	30
Jadual 4.1	Nilai min kandungan kelembapan bagi produk akhir buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	49
Jadual 4.2	Nilai min parameter warna bagi produk akhir buah jambu batu kering ternyahhidrat osmosis	50
Jadual 4.3	Kandungan gula dalam buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	55
Jadual 4.4	Nilai skor min Ujian Perbandingan Berganda bagi buah jambu batu kering ternyahhidrat osmosis	57

Jadual 4.5	Nilai min a_w bagi buah jambu batu ternyahhidrat osmosis dalam pengeringan cabinet pada masa yang berlainan	85
Jadual 4.6	Kesan salutan boleh dimakan campuran SRC dan KCl yang berlainan kepekatan terhadap kehilangan air (%) buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	86
Jadual 4.7	Kesan salutan boleh dimakan campuran SRC dan KCl yang berlainan kepekatan terhadap pengambilan gula (%) buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	87

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
RAJAH 2.1	Pemindahan air dan pepejal semasa proses penyahhidratan osmosis	7
RAJAH 2.2	Struktur kimia bagi (a) karaginan kappa (b) karaginan iota dan (c) karaginan lambda	20
RAJAH 2.3	Pembentukan gegelung dan heliks ganda oleh Karaginan kappa (atas) tanpa kation kalium, (bawah) kehadiran kation kalium	22
RAJAH 2.4	Proses penghasilan karaginan kappa tulen	25
RAJAH 4.1	Kesan salutan campuran SRC dan KCl yang berlainan kepekatan terhadap kehilangan air (%) buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	40
RAJAH 4.2	Kesan salutan campuran SRC dan KCl yang berlainan kepekatan terhadap Pengambilan gula (%) buah jambu batu ternyahhidrat osmosis	42
Rajah 4.3	Nilai min aktiviti air buah jambu batu ternyahhidrat osmosis semasa pengeringan kabinet	46
Rajah 4.4	Kepingan buah jambu batu kering ternyahhidrat osmosis bagi sampel kawalan dan sampel disalut dengan campuran SRC dan KCl yang berlainan kepekatan	50
Rajah 4.5	Kesan salutan boleh dimakan terhadap keteguhan buah jambu batu kering ternyahhidrat osmosis	53

SENARAI SIMBOL DAN UNIT

<i>WL</i>	kehilangan air
<i>SG</i>	pengambilangula
<i>SRC</i>	karaginan kappa separatulen
<i>KCl</i>	kaliumklorida
<i>rpm</i>	putaran per minit
DNS	dinitrosalicylic acid
AOAC	<i>Association of Analytical Communities</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
%	peratusan
°C	darjahcelcius
<i>a_w</i>	aktiviti air
<i>p</i>	<i>probability</i>
<i>M</i>	<i>molarity</i>
<i>w/w</i>	<i>weight/weight</i>
°B	briks
mg	milligram
ml	milliliter
g	gram
μl	mikroliter

SENARAI LAMPIRAN

		Mukasurat
Lampiran A	Rekebentuk Eksperimen	80
Lampiran B	Gambar Buah Jambu Batu Ternyahhidrat Osmosis dikering Bersama dengan Salutan Boleh Dimakan dan Tanpa Salutan	81
Lampiran C	Graf Lengkungan Piawai Kepekatan Glukosa	82
Lampiran D	Borang Ujian Perbandingan Berganda	83
Lampiran E	Nilai Min a_w Bagi Buah Jambu Batu Ternyahhidrat Osmosis Dalam Pengeringan Kabinet Pada Masa Yang Berlainan	86
Lampiran F	Kesan Salutan Campuran SRC dan KCl Yang Berlainan Kepekatan Terhadap Kehilangan Air (%) Buah Jambu Batu Ternyahhidrat Osmosis	87
Lampiran G	Kesan Salutan Campuran SRC dan KCl Yang Berlainan Kepekatan Terhadap Pengambilan Gula (%) Buah Jambu Batu Ternyahhidrat Osmosis	88
Lampiran H	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Kehilangan Air Antara Masa	89
Lampiran I	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Kehilangan Air Antara Kepekatan SRC dan KCl	92
Lampiran J	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Pengambilan Gula Antara Masa	97
Lampiran K	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Pengambilan Gula Antara Kepekatan SRC dan KCl	100
Lampiran L	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Aktiviti Air Antara Masa	105

LampiranM	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Aktiviti Air Antara Kepekatan SRC dan KCl	108
LampiranN	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Kandungan Kelembapan	112
Lampiran O	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Warna	113
LampiranP	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Keteguhan	115
LampiranQ	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Kandungan Gula	116
LampiranR	Statistik Output Analisis Varian Satu Arah (<i>ANOVA</i>) Bagi Keputusan Ujian Perbandingan Berganda	117

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang

Di Malaysia, pelbagai jenis buah-buahan seperti buah jambu batu, ciku, durian, mangga dan betik telah dikultur sama ada untuk pasaran tempatan atau antarabangsa. Pelancaran Dasar Pertanian Negara pada tahun 1984 adalah untuk menggalakkan penanaman buah-buahan di Malaysia (Lim dan Khoo, 1995). Eksport buah-buahan tropikal ke negara barat telah mula diberi perhatian dan anggaran nilai pasaran antarabangsa untuk buah-buahan tropikal adalah sebanyak USD 10 billion (Hii *et al.*, 2011). Buah jambu batu (*Psidium guajava* L.) merupakan buah tropikal yang kaya dengan vitamin C, vitamin A, fosforus dan kalsium (Salazar *et al.*, 2006). Buah jambu batu bukan sahaja boleh dimakan segar, ia juga boleh diproses untuk menjadi produk makanan yang lain seperti jem, jus buah jambu batu dan snek buah-buahan (Ariff dan Lin, 2008). Antara produk yang biasa dijumpai ialah kepingan buah jambu batu kering yang boleh dijadikan sebagai snek sihat. Menurut Euromonitor (2011), jualan snek yang dihasil daripada buah-buahan dijangka meningkat sebanyak 3% sehingga RM 4.7 million pada tahun 2011. Pengambilan buah-buahan dalam diet harian harus diamalkan kerana buah-buahan merupakan sumber vitamin, mineral dan serat diet yang baik (Menozzi dan Mora, 2012).

Buah-buahan yang dihasilkan selepas penuaian mudah mengalami kerosakan dan pelbagai jenis kaedah pengawetan yang boleh digunakan untuk mengelakkannya daripada mengalami kerosakan sebelum dipasarkan (Chavan, 2012). Proses pengeringan merupakan salah satu keadah pengawetan makanan yang sering diaplikasikan dalam industri pemprosesan makanan untuk memanjangkan jangka hayat makanan, mengekalkan kandungan nutrien dan mengurangkan kos pemprosesan (Rahman dan Perera, 1999). Pengeringan melibatkan proses penyingkiran air dari produk makanan seperti buah-buahan serta menurunkan nilai aktiviti airnya (Mandala *et al.*, 2005; Andres *et al.*, 2004) dengan menggunakan mesin pengering yang berlainan mengikut produk makanan masing-



masing (Tortoe, 2010). Namun demikian, suhu pengeringan yang tinggi dan masa pengeringan yang panjang akan mempengaruhi aroma, warna, sensori dan kandungan nutrien buah-buahan (Mandala *et al.*, 2005). Oleh itu, pra-rawatan terhadap buah-buahan sebelum proses pengeringan harus dijalankan untuk mengelakkan berlakunya masalah seperti yang tertara di atas serta menghasilkan buah-buahan kering yang berkualiti (Manafi *et al.*, 2010; Mandala *et al.*, 2005; Sunjka dan Raghavan, 2004).

Kaedah penyahhidratan osmosis boleh dijadikan sebagai pra-rawatan untuk buah-buahan yang akan dilalui proses pengeringan (Yadav dan Singh, 2012). Kaedah ini merupakan proses pemindahan air dengan merendamkan buah-buahan dalam larutan hipertonik dan keberkesanannya adalah bergantung kepada suhu, kepekatan larutan hipertonik, masa perendaman dan nisbah buah-buahan kepada larutan hipertonik (Chavan, 2012; Khin *et al.*, 2007b). Dua aliran arus lawan berlaku serentak semasa proses penyahhidratan iaitu: air mengalir keluar dari makanan ke larutan hipertonik, pemindahan bahan larutan daripada larutan hipertonik ke dalam makanan (Torreggiani, 1993). Selain itu, penyahhidratan osmosis juga boleh digunakan untuk menghasilkan produk baru yang berasaskan buah-buahan kerana ia mempunyai kesan yang minima pada sensori dan sifat pemakanan buah-buahan segar (Correa *et al.*, 2010). Bukan itu sahaja, buah-buahan yang menjalani proses penyahhidratan osmosis sebelum dikeringkan akan mempunyai warna yang lebih menarik daripada buah-buahan yang tidak menjalani kaedah penyahhidratan osmosis (Pandharipande *et al.*, 2012; Sunjka dan Raghavan, 2004). Menurut kajian Riva *et al.* (2005), warna untuk buah aprikot yang dinyahhidratan osmosis sebelum proses pengeringan mengalami pemerangan yang lebih rendah berbanding dengan sampel kawalan.

Namun demikian, terdapat juga kekurangan kaedah penyahhidratan osmosis yang mengehadkan penggunaannya iaitu pengambilan gula yang berlebihan oleh buah-buahan daripada larutan hipertonik (Khin *et al.*, 2006). Pengambilan gula yang berlebihan mendorong kepada pembentukan lapisan gula pada permukaan buah-buahan dan mengakibatkan perubahan tekanan di antara buah dengan larutan hipertonik. Justeru itu, kadar pemindahan air dari

buah-buahan kepada larutan hipertonik akan terpengaruh (Pandharipande *et al.*, 2012; Lazarides *et al.*, 2007). Selain itu, kesedaran orang ramai terhadap kesan buruk pengamalan diet yang tinggi kandungan gula seperti penyakit kencing manis dan obesiti telah membawa kepada tumpuan pada cara untuk mengurangkan pengambilan gula semasa proses penyahhidratan osmosis (Chaiwong dan Pongsawatmanit, 2011; Liem dan Graaf, 2004). Aplikasi salutan boleh dimakan pada buah-buahan sebelum kaedah penyahhidratan osmosis berpotensi mengurangkan masalah pengambilan gula berlebihan tanpa mempengaruhi proses pemindahan air dari buah-buahan dan dapat mencegah pelembutan pada struktur dinding sel buah-buahan (Jalee *et al.*, 2011; Khin *et al.*, 2007a).

Salutan boleh dimakan merupakan satu salutan yang nipis pada permukaan makanan untuk mengurangkan kesan pemprosesan ke atas buah-buahan (Grau *et al.*, 2007). Beberapa jenis bahan seperti polisakrida, protein dan lipid boleh digunakan sebagai salutan boleh dimakan (Falguera *et al.*, 2011). Kajian menunjukkan bahawa penggunaan hidrokoloid seperti alginat, pektin dan kitosan sebagai salutan boleh dimakan sebelum proses penyahhidratan osmosis boleh meningkatkan keberkesanan proses ini dan mengurangkan pengambilan gula (Garcia *et al.*, 2010; Camirand *et al.*, 1992). Bahan yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan penyalut harus mempunyai sifat-sifat seperti kekuatan gel yang baik, mudah untuk membentuk lapisan dan mempunyai sensori yang menyenangkan serta tidak mudah terlarut dalam larutan (Camirand *et al.*, 1992). Karaginan kappa separa tulen adalah sesuai untuk dijadikan sebagai bahan salutan boleh dimakan bagi buah-buahan yang akan menjalani penyahhidratan osmosis kerana gel yang dibentuk dengan menggunakan karaginan kappa separa tulen adalah rapuh dan kuat (Imerson, 2009).

Pembentukan gel karaginan kappa yang rapuh dan kuat terjadi apabila dicampurkan dengan kation kalium (Imerson, 2009; Hermansson *et al.*, 1991). Menurut Mangione (2005), kekuatan gel yang terbentuk adalah bergantung kepada kepekatan kation yang digunakan. Kation kalium yang ditambah akan mengikat pada kumpulan sulfat karaginan dan interaksi antara kation dengan karaginan akan mempengaruhi keseimbangan daya penarikan dan daya penolakan antara molekul

supaya kekuatan gel yang optimum dihasilkan (Montero dan Mateos, 2002). Selain itu, penambahan kation kalium akan mengubah struktur karaginan kappa dari bentuk gegelung kepada bentuk heliks dan meningkatkan kekuatan atau keelastikan gel yang dibentuk (Mangione, 2005; Kara *et al.*, 2003). Menurut kajian Chaiwong dan Pongsawatmanit (2011), penggunaan karaginan kappa tulen sebagai salutan boleh dimakan pada buah betik telah didapati mampu mengurangkan kandungan gula dalam buah selepas dikeringkan. Oleh itu, adalah bermakna untuk menerokai potensi karaginan kappa separa tulen sebagai bahan salutan boleh dimakan untuk buah-buahan ternyahhidrat osmosis dalam usaha mengurangkan pengambilan gula dan meningkatkan kualiti akhir buah-buahan yang dihasilkan.

1.2 Objektif

Kajian ini memfokus kepada penentuan kesan kombinasi kalium klorida dan karaginan separa tulen sebagai salutan terhadap kehilangan air, pengambilan gula, aktiviti air, kandungan kelembapan, tekstur, warna, kandungan gula dan Ujian Perbandingan Berganda buah jambu batu.

1.3 Kepentingan Kajian

Kajian ke atas pemindahan jisim pada produk penyahhidratan osmosis yang disalut masih kurang khususnya penggunaan karaginan kappa separa tulen sebagai bahan salutan tidak banyak dilaporkan jika dibandingkan dengan hidrokoloid lain seperti alginat dan kitosan (Khin *et al.*, 2007a; Camirand *et al.*, 1992). Menurut Persatuan Diabetes Malaysia (2010), peratus orang dewasa berumur 30 tahun ke atas yang menghidapi penyakit kencing manis telah meningkat dari 8.3% pada tahun 1996 hingga 14.9% pada tahun 2006. Bukan itu sahaja, Kementerian Kesihatan juga menganggarkan bahawa kira-kira 28% rakyat Malaysia akan menghidap penyakit diabetes menjelang tahun 2016 (Ismail, 2011). Timbalan Menteri Kesihatan, Datuk Rosnah Shirlin juga mengatakan bahawa melalui analisis pada sampel makanan yang dijalankan pada tahun 2009, 7.3% daripada 1266 sampel makanan didapati mengandungi gula yang berlebihan (Mokhtar, 2011). Oleh itu, kajian ke atas campuran karaginan kappa separa tulen dengan kalium klorida sebagai bahan penyalutan untuk mengurangkan pengambilan gula bagi buah-buahan yang akan dilalui kaedah penyahhidratan osmosis dan proses pengeringan amat bermakna

untuk menghasilkan produk buah-buahan kering yang berkhasiat dan membantu dalam usaha mengurangkan pengambilan seharian gula yang berlebihan.

Pengkulturan rumpai laut khususnya *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu perkembangan utama dalam sektor pertanian di Malaysia (Phang *et al.*, 2010). Menurut Sade *et al.* (2006), Sabah merupakan negeri utama dalam pengeluaran rumpai laut iaitu sebanyak RM 4.4 million pada tahun 2002 dan kebanyakan rumpai laut yang dikultur adalah di Semporna. Sifat unik kappa karaginan yang tidak dapat diganti dengan gum lain dan kegunaannya sebagai hidrokoloid dalam industri makanan telah menyebabkannya mempunyai nilai yang tinggi di pasaran. Permintaan terhadap karaginan di pasaran antarabangsa dijangka akan mencapai 400,000 tan metrik pada tahun 2012 (Phang *et al.*, 2010). Lebih daripada 48000 kg rumpai laut kering yang dikeluarkan di Semporna, Sabah telah diproses menjadi karaginan separa tulen. Penggunaan karaginan kappa separa tulen dalam industri makanan mula menggantikan karaginan kappa tulen kerana kos penghasilannya yang lebih rendah dan ia mempunyai fungsi yang hampir sama dengan karaginan kappa tulen. Oleh itu, kajian ke atas penggunaan karaginan kappa separa tulen sebagai bahan penyalutan bagi buah-buahan penyahhidratan osmosis amat bermakna, khususnya untuk menerokai aplikasi baru karaginan kappa separa tulen, di samping menyumbang kepada perkembangan industri rumpai laut tempatan. Menurut Phang *et al.* (2010), penghasilan produk makanan baru yang dengan karaginan kappa separa tulen boleh membantu dalam meningkatkan daya saingan dan daya maju industri karaginan Malaysia.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Penyahhidratan Osmosis

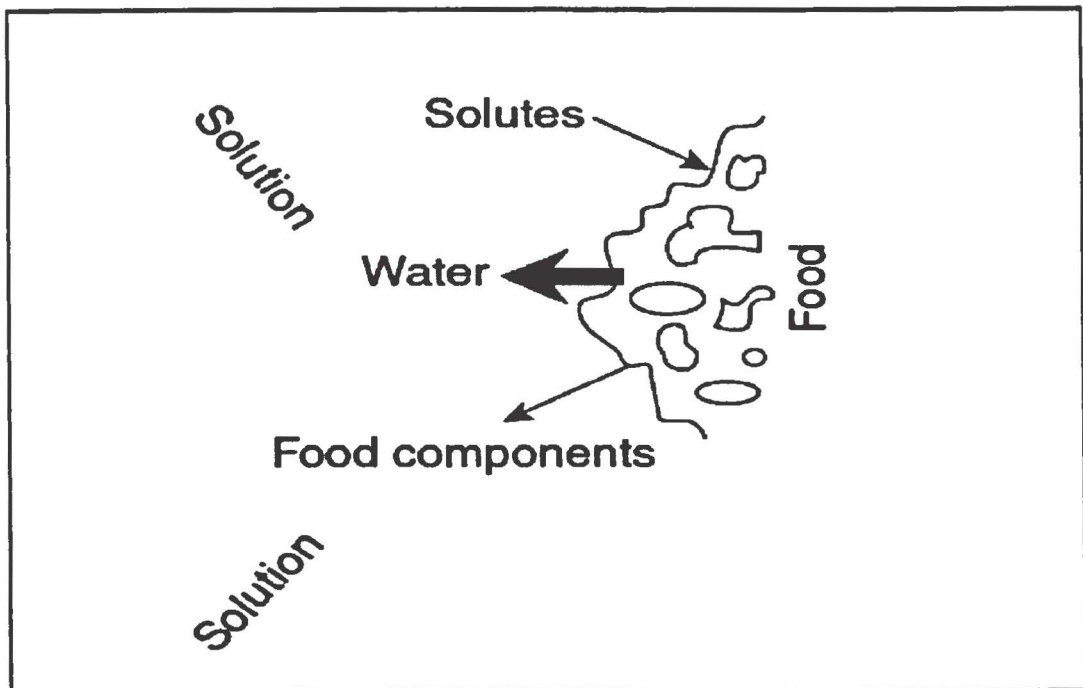
Kerosakan buah-buahan dan sayur-sayuran selepas penuaian sering berlaku di negara-negara sedang membangun (Chavan, 2012). Menurut Khan (2012), kebanyakan kerosakan ini boleh disebabkan oleh kekurangan teknik pengawetan dan kemudahan penstoran. Pengawetan boleh dilakukan terhadap makanan untuk memanjangkan jangka hayat, keselamatan dan kualiti makanan tersebut (Yadav dan Singh, 2012). Pengerian yang melibatkan penyingkiran air merupakan salah satu teknik pengawetan makanan yang digunakan sejak masa dahulu untuk mengurangkan aktiviti kimia, mikrobiologi dan enzim menyumbang kepada kemerosotan makanan (Sosa *et al.*, 2012; Tortoe, 2010; Andres, 2004). Menurut Tortoe (2010), terdapat empat jenis teknik pengerian yang boleh diaplikasi untuk pengerian buah-buahan dan sayur-sayuran. Antaranya termasuklah pengerian solar, pengerian atmosfera, pengerian sub atmosfera dan pengerian novel.

Buah-buahan yang dikeringkan boleh digunakan dalam pembuatan produk makanan seperti konfeksi, ais krim, pencuci mulut sejukbeku dan yogurt (Mandala *et al.*, 2005). Namun demikian, kualiti asal produk akan terjejas selepas melalui proses pengerian (Azoubel *et al.*, 2009). Pra-rawatan seperti penyahhidratan osmosis boleh diaplikasi sebelum proses pengerian untuk mengurangkan kesan pengerian dan meningkatkan sensori serta kandungan nutrien makanan yang bakal dikeringkan (Kumar *et al.*, 2012; Lombard *et al.*, 2008; Mandala *et al.*, 2005)

Kaedah penyahhidratan osmosis merupakan sejenis proses penyingkiran air yang melibatkan perendaman makanan seperti ikan, sayur-sayuran, buah-buahan dan daging dalam larutan gula atau garam yang berpekatan tinggi (Khan, 2012; Pandharipande *et al.*, 2012; Azuara *et al.*, 2009). Dua arus yang bertentangan berlaku semasa proses penyahhidratan osmosis (Torreggiani, 1993). Air yang terkandung dalam tisu makanan akan mengalir keluar ke larutan hipertonik dan



pepejal yang terkandung dalam larutan hipertonik akan memasuki tisu makanan semasa proses penyahhidratan osmosis (Tortoe, 2010; Khan *et al.*, 2009). Pemindahan pepejal ke dalam tisu makanan dan penyingkiran air dari tisu makanan melalui membran separa telap adalah disebabkan oleh ketidaksamaan kepekatan di antara makanan dengan larutan hipertonik sehingga wujudnya kecerunan kepekatan (Rahman, 2007; Lazarides *et al.*, 2007). Rajah 2.1 di bawah menunjukkan pemindahan air dan pepejal semasa proses penyahhidratan osmosis.



Rajah 2.1: Pemindahan air dan pepejal semasa proses penyahhidratan osmosis.

Sumber: Rahman (2007)

Proses penyahhidratan osmosis yang melibatkan langkah perendaman akan menghasilkan produk makanan perantaraan kelembapan, *intermediate moisture food* (Azoubel dan Murr, 2003). Oleh demikian, buah-buahan yang telah menjalani proses penyahhidratan osmosis akan dilalui dengan proses pengeringan seperti pengeringan udara panas, pengeringan vakum atau pengeringan sejukbeku (Raoult-Wack, 1994). Menurut Torreggiani (1993), produk makanan yang dihasilkan dengan menggunakan penyahhidratan osmosis diikuti dengan

pengeringan mempunyai tekstur yang lebih lembut dan lebih menyenangkan untuk dimakan sebagai snek berbanding dengan produk yang melalui pengeringan sahaja. Kajian terhadap buah-buahan dan sayur-sayuran yang menggunakan proses penyahhidratan osmosis sebagai pra-rawatan telah banyak dijalankan (Kadam dan Dhingra, 2010; Ade-Omowaye *et al.*, 2002; Lewicki dan Lukaszuk, 2000; Silveria *et al.*, 1996). Jadual 2.1 dibawah menunjukkan buah-buahan dan sayur-sayuran yang pernah dijalankan proses penyahhidratan osmosis.

Jadual 2.1: Buah-buahan dan sayur-sayuran yang pernah dijalankan proses penyahhidratan osmosis.

Bahan Mentah	Bahan Osmotik	Rujukan
Buah-buahan:		
Pisang	Sukrosa	Pandharipande <i>et al.</i> , 2012
Litchi	Sukrosa dan garam	Kumar <i>et al.</i> , 2012
Mangga	Garam	Tortoe, 2010
Epal	Sukrosa	Mavroudis <i>et al.</i> , 1998
Nanas	Sukrosa	Silveria <i>et al.</i> , 1996
Litchi	Fruktosa	Khan <i>et al.</i> , 2009
Sayur-sayuran:		
Labu	Sukrosa	Lee dan Lim, 2011
Ubi kayu	Garam	Andres <i>et al.</i> , 2004
Paprika merah	Sukrosa dan garam	Ade-Omowaye <i>et al.</i> , 2002

2.1.1 Kebaikan Rawatan Penyahhidrtan Osmosis

Sejak kebelakangan ini, kaedah penyahhidratan osmosis semakin mendapat tumpuan untuk dijadikan sebagai pra-rawatan sebelum proses pengeringan (Khin *et al.*, 2006) kerana penyahhidratan osmosis merupakan kaedah pengawetan yang dapat menghasilkan produk berkualiti kerana kaedah ini menyingkirkan air tanpa mengubah fasa (Azoubel dan Murr, 2003). Proses penyahhidratan osmosis yang melibatkan penggunaan larutan pepejal yang berpekatan tinggi mempunyai

kebaikan seperti meningkatkan kualiti produk, kecekapan tenaga, mengurangkan kos pembungkusan dan pengedaran dan meningkat kestabilan produk dalam tempoh penyimpanan (Tortoe, 2010; Rahman, 2007). Selain itu, kaedah ini juga semakin mendapat sambutan baik daripada pengguna kerana suhu pemprosesan yang serdehana telah melindungi sample makanan yang digunakan mengalami kerosakkan yang minima pada sel membran dan kaedah ini juga membantu dalam mengekalkan warna dan rasa asal sampel makanan (Khin *et al.*, 2006). Makanan selepas dinyahhidrat osmosis akan mempunyai hayat penyimpanan yang lebih panjang kerana aktiviti air dalam makanan adalah rendah dan tindak balas kimia serta kadar pertumbuhan mikrobiologi yang bertoksik adalah lebih rendah (Tortoe, 2010).

a. Peningkatan Kualiti

Kaedah penyahhidratan osmosis sesuai digunakan untuk penghasilan produk buah-buahan kering kerana kaedah ini membantu dalam mengekalkan bentuk asal buah-buahan dan mengurangkan kesan pengeringan terhadap buah-buahan seperti pengecutan pada permukaan buah-buahan dan menjejaskan penampilan produk (Essmat *et al.*, 2012). Selain itu, kaedah penyahhidratan osmosis juga dapat mengekalkan serta meningkatkan kualiti produk akhir dari segi warna, rasa, tekstur, sensori dan kandungan nutrien (Kadam dan Dhingra, 2010; Rahman, 2007). Yadav dan Singh (2012) dan Torreggiani (1993) telah membuat ulasan tentang kebaikan kaedah penyahhidratan osmosis terhadap kualiti buah-buahan dan sayur-sayuran. Yadav dan Singh (2012) mengatakan bahawa penyahhidratan osmosis berlaku dengan lebih berkesan jika kombinasi agen osmotik digunakan dan rasa, warna, vitamins dan mineral produk dapat dikekalkan dengan menggunakan kaedah penyahhidratan osmosis. Menurut Torreggiani (1993), kaedah penyahhidratan osmosis boleh dijalankan pada suhu ambien. Oleh itu, kesan suhu kepada rasa produk dapat dikurangkan. Kepekatan kandungan gula yang tinggi dalam larutan hipertonik pula berfungsi untuk mencegah perubahan warna yang disebabkan oleh pemerangan enzim.

RUJUKAN

- Abraao, A. S., Lemos, A. M., Vilela, A., Sousa, J. M. and Nunes, F. M. 2013. Influence of Osmotic Dehydration Process Parameters on the Quality of Candied Pumpkins. *Food and Bioproducts Processing*.1-14.
- Ade-Omowaye, B.I.O., Rastogi, N.K., Angersbach, A. and Knorr, D. 2002.Osmotic Dehydration Behavior of Red Paprika (*Capsicum Annuum*L.).*Journal of Food Science*.**67**(5): 1790-1796.
- Ahmad, A.F. 2011.MembangunEstetRumpaiLaut. *Utusan*.25 Julai 2011. <http://www.utusan.com.my/utusan/info.asp>. Dicitak 15 December 2012.
- Alakali, J. S., Ariahu, C. C. andNkpa, N. N. 2006.Kinetics of Osmotic Dehydration of Mango.*Journal of Food Processing and Preservation*.**30**: 597-607.
- Aminah, A. 2000.*PrinsipPenilaianSensori*. Bangi: UniversitiKebangsaan Malaysia.
- Andres, A.M., Betoret, N.N., Guillermo, B. andFito, P. 2004. Microwave –assisted Air Drying of Cassava Slices.Brazil: *Proceeding of the 14th International Drying Symposium*, August 22-25, 2004, Sao Paulo, Brazil.
- Ariff, E.E.E. and Lin, R.M. 2008.EkonomiPengeluaranJambuBatu. *Economic and Technology Management Review*.**3**: 1-11.
- Armisen, R. andGalatas, F. 2009. Agar.*In* Phillips, G.O. and Williams, P.A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*.(2nd edition).pp. 82-107. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Association of Official Analytical Chemists (2002).Official Methods of Analysis, 14th. AOAC, Washington, DC.
- Augustin, M.A. dan Osman, A. 1988. Post-harvest Storage of Guava (*Psidium guajava*L. var Taiwan). *Pertanika*.**11**(1): 45-50.



- Azeredo, H. M. C. D., Araujo, F. B. A., Neto, S. A. C. R. D., Souza, M. A. D. and Garruti, D. D. S. 2003. Maximization of the Performance Ratio of Osmotic Dehydration of Mango Cubes. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* **47**: 200-202.
- Azoubel, P.M. and 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.
- Azoubel, P. M., El-Aouar, A. A., Tonon, R. V., Kurozawa, L. E., Antonio, G. C., Murr, F. E. X. and Park, K. J. 2009. Effect of Osmotic Dehydration on the Drying Kinetics and Quality of Cashew Apple. *International Journal of Food Science and Technology*. **44**: (980-986).
- Azuara, E., Flores, E. and Beristain, C.I. 2009. Water Diffusion and Concentration Profiles During Osmodehydration and Storage of Apple Tissue. *Food Bioprocess Technology*. **2**: 361-367.
- Baker, R.A., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O. 1994. Edible Coatings and Films for Processed Food. In Krochta, J.M, Baldwin, E.A. and Nisperos Carriedo, M. (ed.). *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. pp. 89-104. United State of America: CRC Press.
- Baldwin, E.A. dan Hagenmaier, R.D. 2012. Introduction. In Baldwin, E.A. dan Hagenmaier, R.D. (e.d.). *Edible Coating and Films to Improve Food Quality. (2nd edition)*. pp 1-12. Boca Raton: CRC Press.
- Banerjee, S. and Bhattacharya, S. 2012. Food Gels: Gelling Process and New Application. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. **52**: 334-346.
- Bashir, H.A. and Abu-Goukh, A.B.A. 2003. Compositional Changes during Guava Fruit Ripening. *Food Chemistry*. **80**: 557-563.
- Bekele, Y. and Ramaswamy, H. 2010. Going Beyond Conventional Osmotic Dehydration for Quality Advantage and Energy Savings. *EJAST*. **1**(1): 1-15.
- Bernardi, S., Bodini, R.B., Marcatti, B., Petrus, R.R. and Favaro-Trindade, C.S. 2009. Quality and Sensorial Characteristics of Osmotically Dehydrated Mango With Syrups of Inverted Sugar and Sucrose. *Journal of Sci. Agric.* **66**(1): 40-43.

- Bixler, H. J. and Porse, H. 2011. A Decade of Change in the Seaweed Hydrocolloids Industry. *J. Appl. Phycol.* **23**: 321-335.
- Bourtoom, T. 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. *International Food Research Journal*. **15**(3): 1-12.
- Buku Maklumat Jabatan Pertanian, 2010. Jabatan Pertanian. 1-33.*
- Burey, P., Bhandari, B.R., Howes, T. and Gidley, M.J. 2008. Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, and Application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **48**: 361-377.
- Camirand, W., Krochta, J.M., Pavlath, A.E., Wong, D. and Cole, M.E. 1992. Properties of Some Edible Carbohydrate Polymer Coatings for Potential Use in Osmotic Dehydration. *Carbohydrate Polymers*. **17**: 39-49.
- Cana-Chauca, M., Ramos, A.M., Stringheta, P.C. and Pereira, A.M.J. 2004. Drying Curve and Water Activity Evaluation of Dried Banana. Brazil: *The 14th International Drying Symposium, 22-25 August 2004, Sao Paulo, Brazil.*
- Casariogo, A., Souza, B.W.S., Vicente, A.A., Teixeira, J.A., Cruz, L. and Diaz, R. 2008. Chitosan Coating Surface Properties as Affected by Plasticizer, Surfactant and Polymer Concentrations in Relation to the Surface Properties of Tomato and Carrot. *Food Hydrocolloids*. **22**: 1452-1459.
- Chaiwong, N. and Pongsawatmanit, K. 2011. Effect of k-Carrageenan Coating on the Quality of Osmotic Dehydration Papaya. Thailand: *The 12th ASEAN Food Conference, June 16-18, 2011, Bangkok, Thailand.*
- Chavan, U.D. 2012. Osmotic Dehydration Process for Preservation of Fruits and Vegetables. *Journal of Food Research*. **1**(2): 202-209.
- Chiralt, A. and Talens, P. 2005. Physical and Chemical Changes Induced by Osmotic Dehydration in Plant Tissues. *Journal of Food Engineering*. **67**: 167-177.
- Chirife, J. and Favetto, G. J. 1992. Some Physico-chemical Basis of Food Preservation by Combined Methods. *Food Research International*. **25**: 389-396.

- Chiumarelli, M., Ferrari, C.C., Sarantopoulos, C.I.G.L. and Hubinger, M.D. 2011. Fresh cut 'Tommy Atkins' Mango Pre-treated with Citric Acid and Coated with Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Starch or Sodium Alginate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **12**: 381-387.
- Chong, C. H., Law, C. L., Cloke, M., Hii, C. L., Abdullah, L. C. and Daud, W. R. W. 2008. Drying Kinetics and Product Quality of Dried Cempedak. *Journal of Food Engineering*. **88**: 522-527.
- Correa, J.L.G., Pereira, L.M., Vieira, G.S., and Hubinger, M.D. 2010. Mass Transfer Kinetics of Pulsed Vacuum Osmotic Dehydration of Guavas. *Journal of Food Engineering*. **96**: 498-504.
- Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids At Interfaces And The Influence On The Properties of Dispersed Systems. *Food Hydrocolloids*. **17**: 25-39.
- Duangmal, K. and Khachonsakmetee, S. 2009. Osmotic Dehydration of Guava: Influence of Replacing Sodium Metabisulphite with Honey on Quality. *International Journal of Food Science and Technology*. **44**: 1887-1894.
- El-Aouar, A. A., Azoubel, P. M., Jr, J. L. B. Murr, F. E. X. 2006. Influence of the Osmotic Agent on the Osmotic Dehydration of Papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Food Engineering*. **75**: 267-274.
- Essmat, H.M., El-Seidy, S.M.E., Siliha, H.A.E. and El-Mageed, M.R.M.A. 2012. Enhancing the Quality of Osmotically Dehydrated Apricots. *Zagazig Journal of Agricultural Research*. **39**(2): 281-291.
- Euromonitor International, 2011. Passport: Sweet and Savoury Snacks in Malaysia.
- Falade, K. O. and Aworh, O. C. 2004. Adsorption Isotherms of Osmo-oven Dried African Star Apple (*Chrysophyllum albidum*) and African Mango (*Irvingia gabonensis*) Slices. *Eur Food Res Technol*. **218**: 278-283.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A. and Ibarz, A. 2011. Edible Films and Coatings: Structures, Active Functions and Trends in Their Use. *Trends in Food Science and Technology*. **22**: 292-303.

- Farzaneh, P., Fatemian, H., Hosseini, E., Asadi, G. H. and Darvish, F. 2013. A Comparative Study on Drying and Coating of Osmotic Treated Apple Rings. *International Journal of Agricultural Science and Research*.**2**(2): 1-10.
- Fasogbon, B. M., Gbadamosi, S. O. and Taiwo, K. A. 2013. Studies on the Osmotic Dehydration and Rehydration Characteristics of Pineapple Slices. *Journal of Food Processing and Technology*.**4**(4):1-8.
- Freile-Pelegrin, Y., Azamar, J.A. and Robledo, D. 2011. Preliminary Characterization of Carrageenan from the Red Seaweed *Halymenia floresii*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*.**20**: 73-83.
- Garcia, M., Diaz, R., Martinez, Y. and Casariego, A. 2010. Effect of Chitosan Coating on Mass Transfer during Osmotic Dehydration of Papaya. *Food Research International*.**43**: 1656-1660.
- Gonzalez, I. A., Osorio, C., Melendez-Martinez, A. J., Gonzalez-Miret, M. L. and Heredia, F. J. 2011. Application of Tristimulus Colorimetry to Evaluate Colour Changes During the Ripening of Colombian Guava (*Psidium guajava* L.) Varieties with Different Carotenoid Pattern. *International Journal of Food Science and Technology*.**46**: 840-848.
- Gowen, A.A. 2012. Water and Food Quality. *Contemporary Materials*. **3**(1): 31-37.
- Grau, M.A.R., Tapia, M.S., Rodriguez, F.J., Carmona, A.J. and Belloso, O.M. 2007. Alginate and Gellan-based Edible Coating as Carriers of Antibrowning Agents Applied on Fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloids*.**21**: 118-127.
- Hamed, F., Fahimeh, J., Arezoo, F. and Abolhassan, A.S. 2010. Production of Apple Chips Using Osmotic Dehydration. *Food Processing and Preservation*.
- Hamzah, H.M., Osman, A., Tan, C.P. and Ghazali, F.M. 2013. Carrageenan as an alternative Coating for Papaya (*Carica papaya* L. cv Eksotika). *Postharvest Biology and Technology*.**75**: 142-146.
- Harati, A., Fatemian, H., Hosseini, E., Asadi, G.H. and Darvish, F. 2011. An Investigation of Mass Transfer Phenomena During Osmotic Dehydration of Orange Slices. *International Journal of Agricultural Science and Research*. **2**(3): 1-10.

- Haug, I.J. and Draget, K.I. 2009. Gelatin. In Phillips, G.O. and Williams, P.A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*. (2nd edition). pp. 142-163. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Hermansson, A.M., Erikson, E. and Jordansson, E. 1991. Effects of Potassium, Sodium, and Calcium on the Microstructure and Rheological Behaviour of Kappa-carrageenan Gels. *Carbohydrate Polymers*. **16**: 297-320.
- Hii, C.L., Ong, S.P. and Law, C.L. 2011. Drying Studies of Tropical Fruits Cultivated in Malaysia: A Review. *Journal of Applied Sciences*. **11**(24): 3815-3820.
- Hong, K.Q., Xie, J.H., Zhang, L.B., Sun, D.Q. and Gong, D.Q. 2012. Effects of Chitosan Coating on Postharvest Life and Quality of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit during Cold Storage. *Scientia Horticulture*. **144**: 172-178.
- Illeperuma, C. K. and Jayathunge, K. G. L. R. 2001. Osmo-air Dehydration of Overripe 'Kolikuttu' Banana. *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka*. **29**(1-2): 51-59.
- Imeson, A.P. 2009. Carrageenan and Furcellaran. In Phillips, G.O. dan Williams, P.A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*. (2nd edition). pp. 164-184. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., hlm. 164-184.
- Ismail, S. 2011. Diabetes Serang Orang Muda. *Berita Harian*, 07 October 2011. <http://www.bharian.com.my/articles/diabetesserangorangmuda/Article>. Dicapta 15 December 2012.
- Jabatan Pertanian Malaysia, 2010. *Buku Maklumat Jabatan Pertanian*. Selangor: Jabatan Pertanian Malaysia.
- Jalaei, F., Fazeli, A., Fatemian, H. and Tavakolipour, H. 2011. Mass Transfer Coefficient and the Characteristics of Coated Apples in Osmotic Dehydrating. *Food and Bioprocess Processing*. **89**: 367-374.
- Kadam, D.M. and Dhingra, D. 2010. Mass Transfer Kinetics of Banana Slice During Osmo-convective Drying. *Journal of Food Process Engineering*. **34**: 511-532.

- Kadam, D.M., Kaushik, P. and Kumar, R. 2012. Evaluation of Guava Products Quality. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*. **2**(1): 7-11.
- Kara, S., Tamerler, C., Bermek, H. and Pekcan, O. 2003. Cation Effects on Sol-gel and Gel-sol Phase Transitions of κ -carrageenan-Water System. *International Journal of Biological Macromolecules*. **31**: 177-185.
- Karbowiak, T., Hervet, H., Leger, L., Champion, D., Debeaufort, F. and Voilley, A. 2006. Effect of Plasticizer (Water and Glycerol) On the Diffusion of A Small Molecule in Iota-Carrageenan Biopolymer Films for Edible Coating Application. *Biomacromolecules*. **7**: 2011-2019.
- Khan, Z.A., Supraja, P., and Supraja, P. 2009. The Effect of Osmodehydration Parameters on the Quality of *Litchi chinensis*. *Journal of Environmental Research and Development*. **4**(1): 70-76.
- Khan, M.R. 2012. Osmotic Dehydration Technique for Fruits Preservation-A Review. *Pakistan Journal of Food Science*. **22**(2): 71-85.
- Khin, M.M., Zhou, W.B. and Perera, C.O. 2006. A Study of the Mass Transfer Osmotic Dehydration of Coated Potato Cubes. *Journal of Food Engineering*. **77**: 84-95.
- Khin, M.M., Zhou, W.B. and Perera, C.O. 2007a. Impact of Process Conditions and Coatings on the Dehydration Efficiency and Cellular Structure of Apple Tissue during Osmotic Dehydration. *Journal of Food Engineering*. **79**: 817-827.
- Khin, M.M., Zhou, W.B. and Yeo, S.Y. 2007b. Mass Transfer in the Osmotic Dehydration of Coated Apple Cubes by using Maltodextrin as the Coating Material and their Textural Properties. *Journal of Food Engineering*. **81**: 514-522.
- Klewicki, R., Konopacka, D., Uczciwek, M., Irzyniec, Z., Piasecka, E. and Bonazzi, C. 2009. Sorption Isotherms for Osmo-convectively-dried and Osmo-Freeze Dried Apple, Sour Cherry, and Blackcurrant. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. **ISA FRUIT Special Issue**: 75-79.

- Konopacka, D., Jesionkowska, K., Klewicki, R. and Bonazzi, C. 2009. The Effect of Different Osmotic Agents on the Sensory Perception of Osmo-treated Dried Fruit. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. **ISAFRUIT Special Issue**: 80-84.
- Kumar, V., Kumar, G. and Sharma, P.D. 2012. Osmotic Dehydration of Litchi Pulp as a Pretreatment for Drying Process. *Agric Eng Int*. **14**(3): 146-151.
- Lai, V.M.F., Wong, P.A.L. Lii, C.Y. 2000. Effects of Cation Properties on Sol-gel Transition and Gel Properties of k-carrageenan. *Journal of Food Engineering and Physical Properties*. **65**(8): 1332-1337.
- Larotonda, F.D.S. 2007. *Biodegradable Films and Coatings Obtained from Carrageenan from Mastocarpus Stellatus and Starch from Quercus Suber*. Tesis Doctor of Philosophy. University of Porto.
- Lazarides, H.N., Katsanidis, E. and Nikolaidis, A. 1995. Mass Transfer During Osmotic Preconcentration Aiming at Minimal Solid Uptake. *Journal of Food Engineering*. **25**: 151-166.
- Lazarides, H.N., Mitrakas, G.E. and Matsos, K.I. 2007. Edible Coating and Counter Current Product/ Solution Contacting: A Novel Approach to Monitoring Solids Uptake during Osmotic Dehydration of a Model Food System. *Journal of Food Engineering*. **82**: 171-177.
- Lee, J.S. and Lim, L.S. 2011. Osmo-Dehydration Pretreatment for Drying of Pumpkin Slice. *International Food Research Journal*. **18**(4): 1223-1230.
- Leong, L.P. and Shui, G. 2002. An Investigation of Antioxidant Capacity of Fruits in Singapore Markets. *Food Chemistry*. **76**: 69-75.
- Lewicki, P.P. and Lukaszuk, A. 2000. Effect of Osmotic Dewatering on Rheological Properties of Apple Subjected to Convective Drying. *Journal of Food Engineering*. **45**: 119-126.
- Liem, D.G. and Graaf, C.D. 2004. Sweet and Sour Preference in Young Children and Adults: Role of Repeated Exposure. *Physiology and Behavior*. **83**: 421-429.

- Lim, T.K. and Khoo K.C. 1995. *Jambu Batu Di Malaysia-Pengeluaran, Perosak dan Penyakit*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Lim, T.K. 2012. Edible Medical and Non-Medical Plants. *Fruits*. **3**: 684-727.
- Liu, Y., Ying, Y.B., Yu, H.Y. and Fu, X.P. 2006. Comparison of the HPLC Method and FT-NIR Analysis for Quantification of Glucose, Fructose and Sucrose in Intact Apple Fruits. *Journal of Agric. Food Chem.* **54**: (2810-2815).
- Lombard, G.E., Oliveira, J.C., Fito, P. and Andres, A. 2008. Osmotic Dehydration of Pineapple as Pre-treatment for Further Drying. *Journal of Food Engineering*. **85**: 277-284.
- Maltini, E., Torreggiani, D., Venir, E. and Bertolo, G. 2003. Water Activity and the Preservation of Plant Foods. *Food Chemistry*. **82**: 79-86.
- Manafi.M., Hesari, J., Peighambaroust, H. and Khoyi, R.M. 2010. Osmotic Dehydration of Apricot using Salt-sucrose Solutions. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. **44**: 1098-1101.
- Mandala, I. G., Anagnostaras, E. F. and Oikonomou, C. K. 2005. Influence of Osmotic Dehydration Conditions on Apple Air-Drying Kinetics and Their Quality Characteristics. *Journal of Food Engineering*. **69**: 307-316.
- Mangione, M.R., Giacomazza, D., Bulone, D., Martorana, V., Cavallaro, G. and Biagio, P.L.S. 2005. K^+ and Na^+ Effects on the Gelation Properties of K carrageenan. *Biophysical Chemistry*. **113**: 129-135.
- Maskan, M. 2001. Kinetics of Colour Change of Kiwifruits during Hot Air and Microwave Drying. *Journal of Food Engineering*. **48**: 169-175.
- Matuska, M., Lenart, A. and Lazarides, H. N. 2006. On the Use of Edible Coatings to Monitor Osmotic dehydration Kinetics for Minimal Solid Uptakes. *Journal of Food Engineering*. **72**: 85-91.
- Mavroudis, N.E., Gekas, V. and Sjöholm, I. 1998. Osmotic Dehydration of Apples- Effects of Agitation and Raw Material Characteristics. *Journal of Food Engineering*. **35**: 191-209.

- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 2007. *Sensory Evaluation Techniques (4th Edition)*. Baco Raton: CRC Press.
- Menozi, D. and Mora, C. 2012. Fruit Consumption Among Young Adults in Italy: A Case Study. *LWT-Food Science and Technology*. **49**: 298-304.
- Mercado-Silva, E., Benito-Bautista, P. and Garcia-Velasco, M.L.A. 1998. Fruit Development, Harvest Index and Ripening Changes of Guavas Produced in Central Mexico. *Postharvest Biology and Technology*. **13**: 143-150.
- Metha, A.S., Mody, K.H., Iyer, A. and Ghosh, P.K. 2008. Preparation of Semi-refined K-carrageenan: Recycling of Alkali Solution and Recovery of Alkali from Spent Liquor. *Indian Journal of Chemical Technology*. **15**: 45-52.
- Milan, A.R. 2007 Breeding of *Psidium* Species for Root Knot Nematode Resistance in Malaysia. *Acta Hort.* **735**: 61-70.
- Milani, J. and Maleki, G. 2012. Hydrcolloid in Food Industry. In Valdez, B. (ed.). *Food Industrial Process- Methods and Equipment*. pp. 17-36. Croatia: InTech.
- Miloski, K., Wallace, K., Fengerm A., Schneider, E. and Bendinskas, K. 2008. Comparison of Biochemical and Chemical Digestion and Detection Methods for Carbohydrates. *American Journal of Undergraduate Research*. **72**(2): 7-18.
- Mitrakas, G.E., Koutsoumanis, K.P. and Lazarides, H.N. 2008. Impact of Edible Coating With or Without Anti-Microbial Agent on Microbial Growth during Osmotic Dehydration and Refrigerated Storage of a Model Plant Material.
- Mohamed, S., Hassan, Z. and Hamid, N.A. 1994. Antimicrobial Activity of some Tropical Fruits Wastes (Guava, Starfruit, Banana, Papaya, Passionfruit, Langsat, Duku, Rambutan and Rambai). *Pertanika J. Trop. Agri. Sci.* **17**(3): 219-227.
- Mokhtar, I.L. 2011. Malaysia Has The Highest Obesity Rate in SEA. *Dewan Rakyat*, 14 November. <http://www.nst.com.my/latest/dewan-rakyat>. Dicitak 10 November 2012.

- Molecular Characteristics and Gelling Properties of Carrageenan Family 2.Tri-sulfated and Tetra-sulfated Carrageenans.*Polymer Bulletin*.**47**: 305-312.
- Montero, P. and Perez-Mateos, M. 2002. Effects of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ on Gels Formed From fish Mince Containing a Carrageenan or Alginate. *Food Hydrocolloids*. **16**: 375-385.
- Multon, J. L. andBizot, H. 1978. Intermediate Moisture Foods and Water Activity Determination.*AnnNutr Aliment*. **32**(2-3): 631-654.
- Mustapha, S., Chandar, H., Abidin, Z.Z., Saghravani, R. andHarun, M.Y. 2011. Production of Semi-refined Carrageenan from *EucheumaCotonii*.*Journal of Scientific and Industrial Research*.**70**: 865-870.
- National Coordinating Committee on Food and Nutrition. 2010. *Malaysian Dietary Guidelines*. Putrajaya: Ministry of Health Malaysia.
- Nimmanpipug, N. andTherdthai, N. 2013.Effect of Osmotic Dehydration on Hot Air Drying and Microwave Vacuum Drying of Papaya.*Food and Applied Bioscience Journal*. **1**(1): 1-10.
- Nussinovitch, A. 2009.Hydrocolloids for Coating and Adhesives.*In*Phillips, G.O. andWilliams, P.A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*.(2nd edition).pp. 760-806. Cambridge: WoodheadPublishing Ltd.
- Panades, G., Fito, P., Aguiar, Y., Villavivencio, M. N. D. and Acosta, V. 2006. Osmotic Dehydration of Guava: Influence of operating parameters on process kinetics. *Journal of Food Engineering*.**72**(4): 383-389.
- Pandharipande, S.L., Paul, S. and Singh, A. 2012. Modeling of Osmotic Dehydration Kinetics of Banana Slices using Artificial Neural Network.*International Journal of Computer Applications*.**48**(3): 26-31.
- Pattan, S.R., Gawade, V., Gharate, U.D., Wabale, N.B., Kalkotwar, R.S., Vetat, S.S., Hiremath, S.N., Kurhade, A.S. andShetkar, U,B. 2011. An Overview of Lycopene as an Anti Oxidantand the Development of Extraction Procedureof Lycopene from Regional Guava Fruit.*Pharmacologyonline*.**1**: 844-878.

- Perangkaan Agromakanan*, 2011. Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia (MOA). 32-76.
- Pereira, L. M., Carmello-Guerreiro, S. M., Bolini, H. M. A., Cunha, R. L. and Hubinger, M. D. 2007. Effect of Calcium Salts on the Texture, Structure and Sensory Acceptance of Osmotically Dehydrated Guavas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **87**: 1149-1156.
- Pereira, L. M., Carmello-Guerreiro, S. M. and Hubinger, M. D. 2009. Microscopic Features, Mechanical and Thermal Properties of Osmotically Dehydrated Guava. *LWT-Food Science and Technology*. **42**: 378-384.
- Pereira, L. M., Carmello-Guerreiro, S. M., Junqueira, V. C. A., Ferrari, C. C. Hubinger, M. D. 2010. Calcium Lactate Effect on the Shelf Life of Osmotically Dehydrated Guavas. *Journal of Food Science*. **75**(9): 612-619.
- Persatuan Diabetes Malaysia, 2010. Malaysian Take Too Much Salt. <http://www.diabetes.org.my/article/php>. Dicapta 10 November 2012.
- Phang, S.M. 2010. Potential Products from Tropical Algae and Seaweeds, Especially with Reference to Malaysia. *Malaysian Journal of Science*. **29**(2): 160-166.
- Phang, S.M., Yeong, H.Y., Lim, P.E., Nor, A.R.M. and Gan, K.T. 2010. Commercial Varieties of *Kappaphycus* and *Eucheuma* in Malaysia. *Malaysian Journal of Science*. **29**(3): 214-224.
- Phisut, N. 2012. Mini Review: Factors Affecting Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Fruits. *International Food Research Journal*. **19**(1): 7-18.
- Phisut, N., Rattanawadee, M. and Aekkasak, K. 2013. Effect of Osmotic Dehydration Process on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Osmo-dried Cantaloupe. *International Food Research Journal*. **20**(1): 189-196.
- Picullell, L. 2006. Gelling Carrageenans. In Stephen, A.M., Philips, G.O. and Williams, P.A. (ed.). *Food Polysaccharides and Their Applications*. pp. 239-276. Boca Raton: CRC Press.
- Potter, N. N. and Hotchkiss, J. H. 1995. *Food Science*. (5th edition). New York: Chapman and Hall.

- Prasannath, K. and Mahendran, T. 2009. Physico-chemical and Sensory Attributes of Osmotically Dehydrated Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Journal of Food and Agriculture*. **2**(1): 8-14.
- Rahimi, J., Singh, A., Adewale, P. O., Adediji, A. A., Ngadi, M. O. and Raghavan, V. 2013. Effect of Carboxymethyl Cellulose Coating and Osmotic Dehydration on Freeze Drying Kinetics of Apple Slices. *Foods*. **2**: 170-182.
- Rahman, M.A., Najah, Y. and Umikalsum, M.B. 2008. Preliminary Screening for *Meloidogyne incognita* resistance in selected *Psidium* species. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* **36**(2): 001-008.
- Rahman, M.S. and Perera, C.O. 1999. Drying and Food Preservation. In Rahman, M.S. (ed.). *Handbook of Food Preservation*. pp. 173-216. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Rahman, M.S. 2007. Osmotic Dehydration of Foods. In Rahman, M.S. (ed.). *Handbook of Post Harvest*. (2nd edition). pp. 433-442. Boca Raton: CRC Press.
- Ramakrishnan, S. and Prudhomme, R.K. 2000. Behaviour of k-carrageenan in Glycerol and Sorbitol Solutions. *Carbohydrate Polymers*. **43**: 327-332.
- Ramallo, L. A. and Mascheroni, R. H. 2012. Quality Evaluation of Pineapple Fruit During Drying Process. *Food and Bioprocess Processing*. **90**: 275-283.
- Ramaswamy, H. and Marcotte, M. 2006. *Food Processing: Principles and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Raoult-Wack, A.L. 1994. Recent Advances in the Osmotic Dehydration of Foods. *Trends in Food Science and Technology*. **5**: 255-259.
- Rebeiro, C., Vicente, A.A., Teixeira, J.A. and Miranda, C. 2007. Optimization of Edible Coating Composition to Retard Strawberry Fruit Senescence. *Postharvest Biology and Technology*. **44**: 63-70.
- Rinaudo, M. 2006. Non-covalent Interaction in Polysaccharide Systems. *Macromolecular Bioscience*. **6**: 590-610.

- Rincon, A. and Kerr, W. L. 2010. Influence of Osmotic Dehydration, Ripeness and Frozen Storage on Physicochemical Properties of Mango. *Journal of Food Processing and Preservation*. **34**(5): 887-903.
- Riva, M., Campolongo, S., Leva, A.A., Maestrelli, A. and Torreggiani, D. 2005. Structure Property Relationships in Osmo-air-dehydrated Apricot Cubes. *Food Research International*. **38**: 533-542.
- Rizzolo, A., Gerli, F., Prinivalli, C., Buratti, S. and Torreggiani, D. 2007. Headspace Volatile Compounds during Osmotic Dehydration of Strawberries (cv Camarosa): Influence of Osmotic Solution Composition and Processing-Time. *LWT-Food Science and Technology*. **40**: 529-535.
- Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R.C., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H. and Martin-Belloso, O. 2007. Apple Puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*. **45**: 254-264.
- Ruiter, G.A. and Rudolph, B. 1997. Carrageenan Biotechnology. *Trends in Food Science and Technology*. **8**: 389-395.
- Sablani, S.S. and Rahman, M.S. 2003. Effect of syrup concentration, temperature and sample geometry on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of mango. *Food Research International*. **36**: 65-71.
- Sade, A., Ali, I. and Ariff, M.R.M. 2006. The Seaweed Industry in Sabah, East Malaysia. *Jati*. **11**: 97-107.
- Sagar, V.R. and Kumar, P.S. 2007. Processing of Guava in the Form of Dehydrated Slices and Leather. *Acta Horticulturae*. **735**: 579-589.
- Salazar, D.M., Melgarejo, P., Martinez, R., Martinez, J.J., Hernandez, F. and Burguera, M. (2006). Phenological Stages of the Guava Tree (*Psidium guajava* L.). *Scientia Horticulturae*. **108**: 157-161.
- Sankalia, M.G., Mashru, R.C., Sankalia, J.M. and Sutariya, V.B. 2006. Stability Improvement of Alpha-amylase Entrapped in Kappa-carrageenan Beads: Physicochemical Characterization and Optimization Using Composite Index. *International Journal of Pharmaceutics*. **312**: 1-14.

- Silveria, E.T.F., Rahman, M.S. and Buckle, K.A. 1996. Osmotic Dehydration of Pineapple: Kinetics and Product Quality. *Food Research International*.**28**: 227-233.
- Singh, B., Panesar, P.S. and Nanda, V. 2008. Optimization of Osmotic Dehydration Process of Carrot Cubes in Sucrose Solution. *Journal of Food Process Engineering*.**31**: 1-20.
- Singh, C., Sharma, H. K. and Sarkar, B. C. 2011. Kinetics of Mass Transfer During Convective Dehydration of Coated Osmosed Pineapple Samples. *Journal of Food Process Engineering*.**34**: 1879-1902.
- Siri Panduan Kualiti Jambu Batu. 2006. Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA). <http://www.fama.gov.my/html/themes/fama/images/content/Jambu.pdf>. Dicapta 10 December 2012.
- Skurtys, O., Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F. and Aguilera, J.M. 2010. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*. United State: Nova Science Publisher.
- Sosa, N., Salvatori, D.M. and Schebor, C. 2012. Physico-chemical and Mechanical Properties of Apple Disks Subjected to Osmotic Dehydration and Different Drying Methods. *Food Bioprocess Technology*.**5**: 1790-1802.
- Stanley, N.F. 2006. Agar. In Stephen, A.M., Philips, G.O. and Williams, P.A. (ed.). *Food Polysaccharides and Their Applications*. pp. 217-238. Boca Raton: CRC Press.
- Stephen, A.M. and Churms, S.C. 2006. Introduction. In Stephen, A.M., Philips, G.O. and Williams, P.A. (ed.). *Food Polysaccharides and Their Applications*. pp. 1-24. Boca Raton: CRC Press.
- Sunjka, P.S. and Raghavan, G.S.V. 2004. Assessment of Pretreatment Methods and Osmotic Dehydration for Cranberries. *Canadian Biosystems Engineering*. **46**: 335-340.
- Tari, O., Kara, S. and Peckan, O. 2009. Critical Exponents of Kappa Carrageenan in the Coil-Helix and Helix-Coil Hysteresis Loops. *Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics*. **48**: 812-822.

- Teles, U. M., Fernandes, F. A. N., Rodrigues, S., Lima, A. S., Maia, G. A. and Figueiredo, R. W. 2006. Optimization of Osmotic Dehydration of Melons Followed by Air-Drying. *International Journal of Food Science and Technology*. **41**: 674-680.
- Thanh, T.T.T., Yasunaga, H., Takano, R., Urakawa, H. and Kajiwaru, K. 2001. *Tinjauan Pasaran Komoditi Pertanian, 2007*. Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA).
- Torreggiani, D. 1993. Applied Technology: Osmotic Dehydration in Fruit and Vegetable Processing. *Food Research International*. **26**: 59-68.
- Tortoe, C. 2010. A Review of Osmodehydration for Food Industry. *African Journal of Food Science*. **4**: 303-324.
- Tregunno, N. B. and Goff, H. D. 1996. Osmodehydrofreezing of Apples: Structural and Textural Effects. *Food Research International*. **29**(5-6): 471-479.
- Vazquez-Ochoa, R.I. and Leon-Colinas, M.T. 1990. Changes in Guavas of Three Maturity Stages in Response to Temperature and Relative Maturity. *HortScience*. **25**(1): 86-87.
- Velde, F. V. D., Peppelman, H. A., Rollema, H. S. and Tromp, R. H. 2001. On the Structure of k/i-hybrid Carrageenans. *Carbohydrate Research*. **331**: 271-283.
- Velde, F. V. D. 2008. Structure and Function of Hybrid Carrageenans. *Food Hydrocolloids*. **22**: 727-734.
- Venugopal, V. 2011. Polysaccharides From Seaweed and Microalgae. In Venugopal, V. *Marine Polysaccharides- Food Applications*. pp. 89-129. Boca Raton: CRC Press.
- Wandrey, C., Bartkowiak, A. and Harding, S.E. 2010. Materials for Encapsulation. In Zuidam, N.J. and Nedovic, V.A. (ed.). *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. pp. 269-302. New York: Springer Science+Business Media, LLC.

- Will, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H. and Hall, E.G. 1998. *Lepas Tuai: Suatu Pengenalan Fisiologi dan Pengendalian Buah-buahan*. Terjemahan: Ismail, N. and Cheah, P.B. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Williams, P.A. and Phillips, G.O. 2009. Introduction to Food Hydrocolloids. In Phillips, P.A. and Williams, P.A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*. (2nd edition). pp. 1-22. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Yadav, A.K. and Singh, S.V. 2012. Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables: A Review. *Journal of Food Science and Technology*. DOI 10.1007/s13197-012-0659-2.