KOMPOSISI NUTRIEN DAN KESAN PENGERINGAN TERHADAP KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITI ANTIOKSIDA DALAM BUAH BELUNU, BAMBANGAN DAN TARAP

LIM MEI MEI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2012

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PUMS 99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KOMPOSISI NUTRIEN DAN KESAN PENGERINGAN TERHADAP KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITI ANTIOKSIDA DALAM BUAH BELUNU, BAMBANGAI DAN TARA

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)

SESI PENGAJIAN: 2008 - 2012

Saya LIM MEI MEI

(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 ditentukakan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)
☑	TIDAK TERHAD	

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 11A, JALAN KAMARUDDIN
44000 KUALA KUBU BHARU
HULU SELANGOR, SELANGOR.

ENCIK MANSOOR ABD. HAMID
Nama Penyelia

Tarikh: 16/7/12

Tarikh: 16/7/12

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.
* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organsasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SAB

PENGAKUAN

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

16 July 2012

Lim Mei Mei

BN08110145

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : **LIM MEI MEI**

NO.MATRIKS: **BN08110145**

TAJUK : **KOMPOSISI NUTRIEN DAN KESAN PENGERINGAN TERHADAP KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITI ANTIOKSIDA DALAM BUAH BELUNU, BAMBANGAN DAN TARAP**

IJAZAH : **SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)**

TARIKH VIVA: **22 JUN 2012**

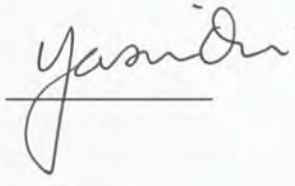
DISAHKAN OLEH

1. PENYELIA

En. Mansoor Abd Hamid

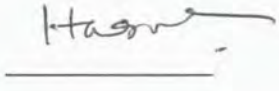
2. PEMERIKSA 1

Dr. Yasmin Beng Houi Ooi



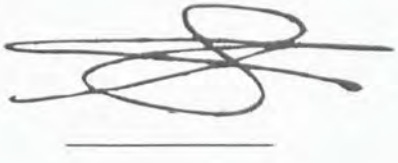
3. PEMERIKSA 2

Dr. Hasmadi Mamat



4. DEKAN

Prof. Madya. Dr. Sharifudin Bin Md. Shaarani



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia projek saya, Encik Mansoor Abdul Hamid dari Sekolah Pemakanan dan Makanan, Universiti Malaysia Sabah. Beliau telah banyak memberi tunjuk ajar, nasihat, didikan dan bimbingan dalam menyiapkan projek penyelidikan akhir tahun saya ini. Nasihat dan tunjuk ajar beliau telah banyak membantu saya semasa menghadapi masalah dalam melaksanakan kerja penyelidikan ini. Selain itu, penghargaan setinggi-tingginya diberikan atas bantuan beliau dalam mendapatkan sampal buah-buahan Borneo yang digunakan dalam projek penyelidikan ini.

Penghargaan saya juga ditujukan kepada Dr. Hasmadi, pensyarah Sekolah Makanan dan Pemakanan yang sudi membenarkan saya berkongsi sampal buah-buahan dengan pelajar beliau dan memberi sokongan kewangan dalam menjayakan projek penyelidikan ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada pensyarah Dr. Patricia Matanjun yang membenarkan penggunaan bahan kimia yang dibawah gran beliau dimana diperlukan dalam ujian aktiviti antioksida. Ribuan terima kasih turut diucapkan kepada para pembantu makmal yang telah banyak membantu saya dalam pencarian radas dan bahan kimia semasa menjalankan kerja amali kajian. Selain itu, tunjuk ajar dalam penggunaan mesin-mesin analisis makmal yang diberikan oleh pelajar-pelajar sarjana falsafah juga amat dihargai.

Saya juga ingin berterima kasih kepada keluarga saya yang banyak memberi sokongan dan dorongan kepada saya sepanjang menjalani projek penyelidikan ini. Akhir sekali, saya inigin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang saling mengambil berat dan bertukar cadangan serta ilmu mereka telah banyak membantu saya semasa menjalani kerja amali kajian ini. Segala kesilapan serta masalah yang ditimbul amat dikesali dan mohon maaf.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian ini menjalankan analisis komposisi nutrien terhadap tiga jenis buah-buahan Borneo yang tumbuh liar di Sabah dan belum diketahui ramai di Malaysia, iaitu buah belunu (*Mangifera caesia*), bambangan (*Mangifera pajang*) dan tarap (*Artocarpus odoratissimus*). Ujian analisis dijalankan pada bahagian kulit, isi buah dan juga bahagian jerami bagi tarap. Sampel buah dikering dengan sejukbeku dan analisis proksimat dijalankan berdasarkan kepada kaedah AOAC tahun 2000. Kandungan lembapan bagi serbuk buah adalah dalam julat 26.78% hingga 8.80%, kandungan abu (11.56% hingga 3.40%), kandungan protein kasar (3.66% hingga 10.43%) dan kandungan lemak kasar (0.36% hingga 3.17%). Kandungan fenolik dan flavonoid adalah lebih tinggi dalam kulit buah daripada bahagian isi. Aplikasi teknik pengeringan sejukbeku (−50°C) dan dalam oven (40°C) meningkatkan kandungan fenolik dan aktiviti antioksida dalam sampel buah. Peningkatan kandungan fenolik adalah lebih tinggi dalam majoriti sampel yang dikeringkan dengan sejukbeku ($p<0.05$). Pertambahan kandungan fenolik menyumbangkan kepada peningkatan aktiviti antioksida dengan meninggikan kuasa penurunan ion ferik, FRAP dan keupayaan merencat radikel bebas *2,2-diphenyl-2-picrylhyrazyl* (DPPH) dalam sampel buah, dengan analisis statistik menunjukkan hubung kait yang baik antara nilai kandungan fenolik dengan FRAP ($R^2=0.715$) dan DPPH ($R^2=0.765$). Pengeringan oven menurunkan kandungan flavonoid dalam sampel buah, tetapi bahan fitokimia ini dapat dikekalkan dan ditingkatkan dalam sampel yang dikering dengan sejukbeku. Teknik pengeringan sejukbeku didapati lebih sesuai digunakan untuk mengekalkan kualiti nutrisi buah-buahan Borneo yang dikaji.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRACT

NUTRITION COMPOSITION, EFFECT OF DRYING ON PHYTOCHEMICALS CONTENT AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MANGIFERA CAESIA, MANGIFERA PAJANG AND ARTOCARPUS ODORATISSIMUS

In this study, three types of wild local Borneo fruits, which are not commonly known among Malaysian and grown in Sabah, namely Mangifera caesia (belunu), Mangifera pajang (bambangan) and Artocarpus odoratissimus (tarap) were selected to analyze their nutrition composition. Fruits skin and pulp, as well as the straw for A.odoratissimus were freeze dried prior analysis. Proximate analysis were carried out according to AOAC method (2000). Moisture content of the freeze dried fruits powder ranged from 26.78% to 8.80%, ash content (11.56% to 3.40%), crude protein content (3.66% to 10.43%), crude fat content (0.36% to 3.17%). Phenolic content was found higher in the fruits skin compare to their pulps. Application of both freeze drying (–50°C) and oven drying (40°C) on the fruit samples had increased their phenolic content and antioxidant activity. Majority freeze dried samples gave higher phenolic content compared with oven dried samples ($p<0.05$). Increased phenolic content in samples enhanced the antioxidant activity in fruit samples, where correlation were good between phenolic content and ferric reducing antioxidant power (FRAP), as well as 2,2-diphenyl-2-picrylhyrazyl, DPPH radical scavenging activity, with value $R^2=0.715$ and $R^2=0.765$ respectively. Flavonoids content was decreased in oven dried sample, but maintained and even increased in freeze dried samples. Therefore, freeze drying was determined as the more suitable and recommended drying method to be applied on Borneo fruits compare with oven drying in order to maintain their nutritional quality.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI KANDUNGAN

		Muka Surat
TAJUK		i
PENGAKUAN		ii
PENGESAHAN		iii
PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
ABSTRACT		vi
SENARAI KANDUNGAN		vii-x
SENARAI JADUAL		xi
SENARAI RAJAH		xii
SENARAI SINGKATAN		xiii
BAB 1: PENDAHULUAN		
1.1	Pengenalan	1-3
BAB 2: ULASAN PERPUSTAKAAN		
2.1	Jenis Buah-buahan Borneo yang Tumbuh Liar	4
	2.1.1 Buah Belunu (*Mangifera caesia*)	4-5
	2.1.2 Buah Bambangan (*Mangifera pajang*)	5
	2.1.3 Buah Tarap (*Artocarpus odoratissimus*)	6
2.2	Teknik Pengeringan	7
	2.2.1 Faktor-faktor dalam Pengawalan Pengeringan	8-9
	2.2.2 Pengeringan Oven	9
	2.2.3 Pengeringan Sejukbeku	9-10
	2.2.4 Pengeringan Vakum	10-11

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.2.5	Pengeringan bawah Matahari	11-12
2.2.6	Perbandingan antara Kesan Teknik Pengeringan terhadap Nutrien dan Kualiti Buah-buahan serta Sayur-sayuran	12-13
2.3	Analisis Proksimat Buah-buahan	13
2.3.1	Kandungan Lembapan	13-14
2.3.2	Kandungan Abu	14-15
2.3.3	Kandungan Karbohidrat Kasar	15-16
2.3.4	Kandungan Protein Kasar	16-17
2.3.5	Kandungan Lemak Kasar	17-18
2.3.6	Kandungan Serabut Kasar dan Dietari	18-19
2.4	Fitokimia dalam Tumbuh-tumbuhan	19
2.4.1	Bahan Antioksida dan Aktiviti Antioksida	20
2.4.2	Sebatian Fenolik	21
2.4.3	Kandungan Flavonoid	22

BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Bahan-bahan dan Peralatan yang digunakan	23
3.1.1	Bahan Sampel	23-25
3.1.2	Bahan Kimia/Reagen	26
3.1.3	Peralatan	26
3.2	Penyediaan Sampel	26-28
3.3	Reka Bentuk Eksperimen	29
3.4	Ujian Analisis Proksimat	29
3.4.1	Ujian Kandungan Lembapan	29-30
3.4.2	Ujian Kandungan Abu	30-31
3.4.3	Ujian Kandungan Protein Kasar	31

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

	3.4.4 Ujian Kandungan Lemak Kasar	32
	3.4.5 Ujian Kandungan Serabut Kasar	33-34
	3.4.6 Penentuan Kandungan Karbohidrat	34
3.5	Pengestrakan Sampel	34-35
3.6	Ujian Kuasa Antioksida Penurunan Ferik (FRAP)	35
3.7	Ujian Keupayaan Merencat Aktiviti Radikel 2,2-diphenyl-2-picryhydrazyl,(DPPH)	36
3.8	Ujian Penentuan Jumalah Kandungan Fenolik	36-37
3.9	Ujian Penentuan Jumlah Kandungan Flavonoid	37
3.10	Analisis Statistik	37

BAB 4: HASIL DAN KEPUTUSAN

4.1	Kandungan Lembapan	38-40
4.2	Kandungan Abu	40-41
4.3	Kandungan Protein Kasar	41-42
4.4	Kandungan Lemak Kasar	43-44
4.5	Kandungan Serabut Kasar	44-45
4.6	Kandungan Karbohidrat	45-46
4.7	Jumlah Kandungan Fenolik	46-50
4.8	Jumlah Kandungan Flavonoid	50-53
4.9	Kuasa Penurunan Antioksida Ferik (FRAP)	53-56
4.10	Keupayaan Merencat Aktiviti Radikel 2,2-diphenyl-2-Picrylhyrazyl (DPPH)	56-60

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	61-64
5.2	Cadangan	64

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Rujukan 65-70

LAMPIRAN 71-87

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

Muka Surat

Jadual 4.1	Perbandingan kandungan lembapan antara sampal serbuk buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	39
Jadual 4.2	Perbandingan kandungan abu antara sampel serbuk buah yang dikeringkan dengansejukbeku	41
Jadual 4.3	Perbandingan kandungan protein kasar antara sampel serbuk buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	42
Jadual 4.4	Perbandingan kandungan lemak kasar antara sampel serbuk buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	43
Jadual 4.5	Perbandingan kandungan serabut kasar antara sampel serbuk buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	45
Jadual 4.6	Perbandingan kandungan karbohidrat antara sampel serbuk buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	46
Jadual 4.7	Perbandingan antara kesan pengeringan terhadap jumlah kandungan fenolik dalam sampel buah	48
Jadual 4.8	Perbandingan antara kesan pengeringan terhadap jumlah kandungan flavonoid dalam sampel buah	52
Jadual 4.9	Kuasa antioksida penurunan ferik (FRAP) antara sampel buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	54
Jadual 4.10	Perbandingan antara kesan pengeringan terhadap kuasa antioksida penurunan ferik dalam sampel buah	55
Jadual 4.11	Perbandingan keupayaan merencat radikel DPPH antara sampel buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	57
Jadual 4.12	Perbandingan antara kesan pengeringan terhadap peratus perencatan aktiviti radikel DPPH bagi sampal buah	59

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 3.1	Buah belunu atau binjai yang berkulit licin dan berwarna hijau	23
Rajah 3.2	Isi buah belunu yang berwarna putih	24
Rajah 3.3	Luaran kulit bambangan yang berwarna perang	24
Rajah 3.4	Isi buah bambangan yang berwarna kuning jingga	25
Rajah 3.5	Buah tarap	25
Rajah 3.6	Kulit dan isi buah bambangan dikeringkan dengan penggunaan oven jenis cabinet	28
Rajah 3.7	Pengering sejukbeku	28
Rajah 4.1	Perbandingan kandungan fenolik antara sampel buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	47
Rajah 4.2	Perbandingan kandungan flavonoid antara sampel buah yang dikeringkan dengan sejukbeku	51

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SINGKATAN

g	gram
%	peratus
ml	milliliter
°C	darjah Celcius
µl	microliter
nm	nanometer
µM	mircomol
>	lebih daripada
w/w	*weight per weight*

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Buah belunu (*Mangifera caesia*), bambangan (*Mangifera pajang*) dan tarap (*Artocarpus odoratissimus*) adalah tiga jenis buah yang tumbuh liar di kawasan Borneo iaitu termasuk Sabah dan Sarawak di Malaysia, Kalimantan-Indonesia dan Brunei. Di Malaysia, ketiga-tiga jenis buah ini sudah lama diketahui penduduk tempatan namun jarang dimakan oleh penduduk di Semenanjung Malaysia.

Kandungan bahan aktif dan bahan fitokimia yang hadir dalam buah-buahan adalah jenis bahan kimia yang hadir secara semula jadi dalam tumbuh-tumbuhan. Apabila buah-buahan dimakan, sebahagian fitokimia tidak akan memberi kesan terhadap kesihatan, manakala sebahagian akan membantu meningkatkan tahap kesihatan dan ada juga yang mempunyai sifat toksik kepada manusia. Walau bagaimanapun, fitokimia biasanya merujuk kepada bahan kimia dalam tumbuhan yang dapat memberi peningkatan kesihatan (Grosvenor *et al.*, 2002). Fitokimia yang biasa hadir dalam buah-buahan adalah bahan antioksida, fenolik, dan flavonoid.

Sumber sayur-sayuran dan buah-buahan yang kaya dengan bahan antioksida telah memberi kesan perlindungan kesihatan kepada manusia (Agudo *et al.*, 2007), dimana kajian epidemiologi telah menunjukkan bahawa pengambilan sumber sayur-sayuran dan buah-buahan telah mengurangkan kejadian penyakit kardiovaskular (Hu, 2003) dan sebahagian kanser (Riboli *et al.*, 2003). Selain itu, flavonoid yang terdapat dalam buah-buahan dan sayur-sayuran adalah bahan yang

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

mempunyai potensi yang tinggi dalam pengurangan penyakit kardiovaskular (Huxley *et al.*, 2003).

Di dalam badan manusia, radikel bebas atau dinamakan dengan spesis reaktif oksigen berasal dari dua sumber, iaitu sumber dalaman yang berkaitan dengan bahan yang dihasilkan akibat metabolisma dan proses penuaan, dan sumber luaran contohnya yang berkaitan dengan alam sekeliling seperti pencemaran udara (Elsayed, 2001; Lachance *et al.*, 2001). Contoh-contoh bahan radikel bebas adalah radikel superoksida, hidrogen peroksida, radikel bebas hidroksil, oksigen singlet dan nitrik oksida. Radikel bebas telah dibuktikan merupakan bahan yang mengakibatkan kerosakkan komponen lemak, protein dan asid nukleik dalam sel badan (Leong *et al.*, 2002) yang seterusnya membawa pelbagai kesan buruk dari segi fisiologi dan patologi seperti menyebabkan kebengkakan, penyakit kardiovaskular, kanser dan penuaan. Badan manusia mempunyai mekanisma yang menyingkirkan bahan radikel bebas dengan nutrien-nutrien hadir dalam diet yang mempunyai aktiviti antioksida. Bahan phenolik yang hadir dalam tumbuh-tumbuhan telah dibuktikan mempunyai keupayaan antioksida yang tinggi dengan menyumbangkan mekanisma yang merencatkan enzim-enzim yang berperanan dalam penghasilan radikel bebas dan seterusnya mengurangkan spesis reaktif oksigen dalam badan (Robards *et al.*, 1999; Kahkonen *et al.*, 2001).

Secara umumnya, penduduk Malaysia mengambil jenis sayur-sayuran yang merupakan sumber yang kaya dengan komponen antioksida dan mempunyai potensi aktiviti antioksida yang tinggi (Amin *et al.*, 2006). Buah-buahan tempatan dan tropika di Malaysia seperti jambu batu, belimbing dan ciku adalah sumber yang mempunyai kandungan antioksida yang tinggi (Leong *et al.*, 2002). Selain itu, buah-buahan yang tumbuh liar yang kurang diketahui dan tidak popular dimakan juga penting dalam diet penduduk Malaysia, terutamanya bagi penduduk yang tinggal dalam kawasan pedalaman. Walau bagaimanapun, jenis buah ini kurang mendapat perhatian sebagai sumber pembekal antioksida disebabkan kekurangan pengetahuan penduduk tempatan, kekurangan informasi dalam komposisi nutrien

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

dan kualiti fizikal serta kekurangan kempen dan nilai promosi bagi buah-buahan tersebut (Ikram *et al.*, 2009).

Dengan demikian, tiga jenis buah-buahan yang didapati dalam kawasan pedalaman Pulau Borneo iaitu buah belunu, bambangan dan tarap telah digunakan dalam kajian ini untuk mengkaji kandungan fitokimia dan aktiviti antioksida dalam bahagian isi dan kulit buah-buahan tersebut yang memberi kebaikan terhadap kesihatan. Melalui hasil kajian ini nanti, informasi terhadap nilai nutrien dan potensi buah-buahan tersebut dalam penjagaan sihat dapat diketahui. Pada masa yang sama, hasil kajian dapat memberi rujukan untuk pengetahuan dan pengenalan yang lebih mendalam mengenai ketiga-tiga jenis buah tersebut. Sekiranya ketiga-tiga buah ini memberi nilai nutrisi yang baik, maka mereka perlu diusahakan secara komersial dalam pertanian agar dapat menjadi salah satu bekalan sumber makanan yang popular pada masa akan datang. Dengan demikian, objektif kajian ini adalah:

i) Untuk mendapatkan nilai komposisi nutrien, aktiviti antioksida, fitokimia dalam buah belunu, bambangan dan tarap

ii) Untuk membandingkan kesan penggunaan teknologi pengeringan yang berlainan terhadap aktiviti antioksida dan kandungan fitokimia dalam ketiga-tiga jenis buah-buahan tersebut.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Jenis Buahan-buahan Borneo yang Tumbuh Liar

Buah-buahan Borneo yang tumbuh liar serta bermusim yang digunakan dalam kajian ini adalah meliputi buah belunu, bambangan, dan tarap. Ketiga-tiga jenis buah ini biasanya dijual semasa tamu oleh penduduk kampung.

2.1.1 Buah Belunu (*Mangifera caesia*)

Buah belunu terdapat di Pulau Borneo yang merangkumi kawasan pendalaman negara Brunei, Sabah dan Sarawak bagi negara Malaysia. Pokok buah ini adalah tumbuhan tempatan liar tetapi juga ditanam di sesetengah kawasan. Ciri-ciri bagi pokok belunu termasuklah ketinggian pokok sebanyak 30 m atau lebih, daunnya yang panjang, tebal serta berkilat, bunga dan bijinya berwarna ungu (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

Saiz buah belunu adalah besar dan panjang bujur dengan ukuran lebih kurang 15 cm × 8 cm. Terdapat dua jenis variasi bagi buah ini, iaitu jenis belunu yang mempunyai kulit kuning keperangan, mengerutu dan kasar, manakala jenis kedua yang dinamakan binjai adalah buah yang berkulit licin dengan warna hijau. Kedua-dua variasi ini mempunyai isi buah yang putih, tetapi isi bagi buah belunu agak kasar, berserabut dan rasanya manis kemasaman. Buah binjai pula mempunyai isi yang kurang berserabut dan kebanyakkan rasanya adalah manis (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

Buah belunu atau binjai mempunyai rasa yang unik dan berbau. Rasa dan baunya akan digemari setelah percubaan makan. Buah yang telah matang boleh

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

dimakan secara mentah atau dengan sambal belacan. Walau bagaimanapun, getah dari buah yang belum matang ini sangat berbisa (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

2.1.2 Buah Bambangan (*Mangifera pajang*)

Bambangan adalah spesis tumbuhan yang berasal daripada kumpulan buah mangga yang didapati di kawasan pendalaman Brunei, Indonesia-Kalimantan serta Sabah dan Sarawak bagi Malaysia. Bagi kaum Melayu, buah ini juga dipanggil buah embang, manakala bagi kaum Iban, buah ini digelar sebagai buah mawang. Pokok buah bambangan mempunyai rupa bentuk yang tinggi serta lurus dan kebanyakkannya tumbuh di hutan. Daun pokok tumbuh secara merimbun dan berkilat menyebabkannya ketara dilihat di kampung-kampung (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

Buah ini mempunyai rupa bentuk yang unik dan hampir bulat, kulitnya berwarna perang tua dan beratnya boleh sampai lebih daripada dua kilogram. Jenis buah bambangan yang besar yang terdapat di hulu Sungai Rajang adalah sedap dimakan kerana isinya yang tebal dan berwarna kuning yang menarik, struktur isi yang halus dan rasanya manis. Di kawasan lain, saiz buah adalah lebih kecil dan isi buah bersabut serta berasa masam. Buah yang berasa masam ini selalunya dimakan dengan sambal belacan atau dicampur dalam kari (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

Isi buah yang merangkumi 60-65% jumlah berat buah biasanya dimakan secara segar. Buah yang berkulit tebal ini telah menjadikan faktor buah ini dapat tahan lama. Kulit buah boleh juga dimakan sekiranya dijeruk atau diulam. Pucuknya juga boleh dijadikan ulam atau dimakan dengan tempoyak (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992).

PERPUSTAKAAN UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.1.3 Buah Tarap (*Artocarpus odoratissimus*)

Buah tarap dikelaskan dalam genus *Artocarpus*, jenis buah yang berkait rapat dengan buah nangka, cempedak dan sukun. Buah ini juga dipanggil buah marang bagi penduduk Indonesia. Tempat pertumbuhannya juga di Pulau Borneo termasuklah Brunei, serta Sabah dan Sarawak bagi Malaysia. Buah ini ditanamkan secara luas dalam kampung terutamanya di kawasan Miri dan Limbang, dimana buah yang besar dan variati yang baik boleh didapati di kawasan ini (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992; Jabatan Pertanian Sabah, 2007)

Pokok buah ini bersaiz sederhana dan besar, daun pokoknya berbentuk lobus dan berwarna hijau gelap. Buah tarap berbentuk oval dan bujur,mempunyai tangkai buah yang panjang serta tegap. Terdapat dua jenis kulit buah yang dapat dibezakan iaitu jenis yang berkulit kuning kehijauan dan satu jenis lagi yang berwarna hijau. Kulit kedua-dua jenis ini juga disaluti dengan duri yang lembut. Apabila mencapai kematangan, buah ini akan menjadi lembut serta mudah dibuka dan mengeluarkan aroma yang kuat. Isi tarap yang manis, lembut, berjus, dan tidak berserabut biasanya dimakan dalam bentuk mentah. Isi memberi aroma yang harum dan menyelerakan. Biji benih tarap juga boleh dimakan dan dijadikan snek dengan menggoreng atau memanggang biji tarap dengan garam (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992; Jabatan Pertanian Sabah, 2007)

Buah tarap yang telah matang perlu dipetik dari pokok kerana ia hanya akan jatuh apabila terlalu ranum. Selain itu, buah yang matang perlu dimakan dengan secepat mungkin disebabkan buah ini tidak dapat disimpan dalam masa yang panjang kerana ia cepat menjadi busuk setelah ranum. Buah ini juga tidak dapat tahan lama walaupun berada dalam suhu yang rendah (Jabatan Pertanian Sarawak, 1992; Jabatan Pertanian Sabah, 2007).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.2 Teknik Pengeringan

Pengeringan merujuk kepada penyingkiran majoriti lembapan yang hadir daripada makanan melalui penyejatan dengan aplikasi haba di bawah keadaan yang terkawal. Tujuan pengeringan dilakukan adalah untuk memanjangkan tempoh luput makanan dengan mengurangkan aktiviti lembapan dalamnya. Aktiviti lembapan yang rendah merencatkan pertumbuhan mikroorganisma dan aktiviti enzim, tetapi suhu pemprosesan pengeringan biasanya tidak mampu menjadikan penyahaktifan mereka. Pertambahan lembapan yang berlaku dalam sampel yang telah dikeringkan semasa penyimpanan biasanya disebabkan oleh teknik pembungkusan kurang sempurna yang turut mempercepatkan kadar luput sampel yang dihasilkan (Fellows, 2000).

Walau bagaimanapun, teknik pengeringan juga memberi manfaat terhadap industri makanan. Pengurangan berat makanan disebabkan penyingkiran lembapan dalam pengeringan telah merendahkan kos dalam pengangkutan dan penyimpanan makanan. Bagi sesetengah makanan, pengeringan membekalkan penghasilan jenis produk makanan yang mudah pengguna dan bahan yang telah dikeringkan juga memudahkan pihak kilang makanan dalam pengendalian bahan mentah. Akan tetapi, teknik pengeringan juga akan merendahkan kualiti dan nilai nutrisi makanan. Maka, untuk meminimakan kejadian tersebut berlaku, jenis teknik pengeringan dan keadaan pengeringan untuk setiap jenis makanan perlu dipilih mengikut kesesuaian (Fellows, 2000).

Beberapa teknik pengeringan digunakan dalam industri makanan, termasuklah pengeringan oven, pengeringan vakum, pengeringan penyejukbekuan, dan pengeringan sembur. Cara pengeringan tradisional adalah pengeringan matahari.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.2.1 Faktor-faktor dalam Pengawalan Pengeringan

Makanan adalah kompleks, dan bersifat dengan kombinasi heterogen termasuk protein, lemak, karbohidrat, vitamin, enzim dan garam inorganik adalah terhidrat. Lembapan yang hadir boleh didapati dalam bentuk larutan, gel, emulsi atau bergabung dengan makanan dalam beberapa bentuk (Sivasankar, 2008). Kebolehan lembapan disingkirkan daripada makanan bergantung kepada cara gabungan antara lembapan dengan makanan. Terdapat tiga bentuk gabungan bagi lembapan yang hadir dalam makanan, iaitu lembapan bebas, jenis lembapan ini mengekalkan ciri fizikal lembapan dan biasanya dijadikan agen penyebar untuk koloid dan pelarut. Betuk kedua adalah lembapan terjerap, dimana lembapan ini bergabung atau terperangkap dalam dinding sel atau protoplasma dan bergabung kuat dengan protein. Jenis ketiga adalah lembapan hidrasi dengan lembapan ini bergabung secara kimia dengan komponen makanan (Nielson, 2003).

Tisu bagi tumbuh-tumbuhan dan haiwan adalah dalam bentuk selular yang memegang kuantiti lembapan banyak, sifat ini mempengaruhi tindakan pengeringan mereka. Secara umumnya, pengeringan makanan melibatkan kemasukkan haba ke dalam makanan yang menjadikan penyingkiran lembapan daripadanya. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sifat pengeringan makanan. Faktor pertama adalah suhu pengeringan, penggunaan suhu pengeringan berbeza mengikut jenis makanan yang dikeringkan dan cara pengeringan yang digunakan. Perbezaan suhu antara medium haba dan makanan yang besar menyebabkan kadar pemindahan haba yang cepat dan seterusnya menjadikan lebih cepat proses pengeringan. Faktor kedua adalah kelembapan relatif udara, suhu pengeringan yang tinggi akan menjadikan kelembapan relatif udara yang rendah, dan menyebabkan lembapan menyejat lebih cepat daripada permukaan makanan yang seterusnya mempercepatkan kadar pengeringan. Faktor ketiga adalah kelajuan udara pengeringan, semakin tinggi kelajuan pengeringan, semakin efektif proses pengeringan. Faktor terakhir ialah masa pengeringan makanan yang bergantung kepada jenis makanan, kandungan lembapan dan suhu pengeringan. Makanan yang mempunyai jumlah luas permukaan yang besar akan

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

lebih cepat dikeringkan berbanding dengan makanan yang berjumlah luas permukaan yang kecil (Sivasankar, 2008).

2.2.2 Pengeringan Oven

Pengeringan oven adalah salah satu jenis teknik pengeringan yang menggunakan udara panas. Dalam kajian ini, pengeringan oven jenis perolakan dengan mesin pengering cabinet digunakan. Mesin pengering ini adalah terdiri daripada satu cabinet yang bersifat penebat dan kipas yang berfungsi dalam pengedaran udara yang mengerakkan udara panas dari pemanas ke makanan (Sivasankar, 2008).

Mesin pengering ini biasa digunakan untuk penghasilan berskala kecil atau kerja skala pilot. Penggunaan mesin ini dapat menjimatkan kos penyenggaran dan sesuai dioperasikan bagi banyak jenis makanan yang berbeza. Walau bagaimanapun, kawalan pengeringan bagi teknik ini adalah kurang baik dan menghasilkan produk yang bervariasi tinggi dalam kualiti disebabkan makanan yang ditempatkan dekat dengan sumber pemanas dikeringkan dengan lebih cepat berbanding dengan yang ditempatkan jauh. Masalah ini dapat diatasi dengan menukar tempat perletakkan dulang, dengan mengalihkan dulang yang jauh daripada sumber pemanas ke tempat yang lebih dekat pada masa tertentu agar pengeringan dapat dilengkapkan (Fellows, 2000). Suhu pengeringan yang digunakan dalam kajian ini adalah 40°C disebabkan buah-buahan merupakan bahan biologikal yang sensitif terhadap suhu yang tinggi dan akan mengalami degradasi, maka penggunaan suhu yang tinggi perlu dielakkan (Sivasankar, 2008).

2.2.3 Pengeringan Sejukbeku

Cara pengeringan sejukbeku biasanya digunakan dalam makanan dan bahan biologikal yang bersifat sensitif terhadap haba. Pengeringan ini memberi kualiti yang tinggi terhadap produk yang dikeringkan dengan mengekalkan perisa dan

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

aroma serta meminimakan degradasi yang disebabkan oleh haba (Sivasankar, 2008).

Kaedah pengeringan ini melibatkan penyejukbekuan bahan makanan yang hendak dikeringkan dalam suhu sejukbeku sebelum pengeringan dijalankan. Selepas itu, pengeringan dilakukan dengan proses pemeljawapan ais yang terbentuk dalam bahan makanan untuk menghasilkan produk yang kering. Proses sejukbeku memberi jisim bahan yang mempunyai ketegaran struktur yang tinggi dan mengelakkan berlakunya keruntuhan semasa pemeljawapan ais. Akan tetapi, kos penggunaan bagi kaedah ini adalah agak mahal disebabkan kelajuan proses pengeringan yang rendah dan keperluan penggunaan alat yang tinggi vakum untuk menghasilkan tekanan yang rendah (Sivasankar, 2008).

Dalam proses pengeringan ini, bahan makanan yang telah disejukbekukan akan mempunyai bahagian-bahagian sejukbeku yang terdiri daripada ais. Pemeljawapan ais yang seterusnya menjadikan ais menyusut keluar daripada makanan dan meninggalkan bahagian-bahagian yang poros dan berliang pada makanan. Haba yang dibekalkan oleh pengeringan penyejukbekuan adalah haba pendam pemeljawapan yang bernilai lebih kurang 2838 kJ/kg dikonduksikan ke dalam lapisan makanan yang dikeringkan. Wap air juga dipindahkan melalui lapisan bahan yang dikeringkan. Dengan itu, pemindahan haba dan jisim adalah berlaku secara serentak. Kadar pengeringan sejukbeku yang optima bergantung kepada jenis bahan yang dikeringkan dan biasanya ditentukan dengan cara eksperimen (Sivasankar, 2008).

2.2.4 Pengeringan Vakum

Pengeringan vakum melibatkan penggunaan oven vakum dan proses dijalankan di bawah tekanan 25–100 mmHg. Sekiranya pengeringan ini dijalankan dalam masa tiga hingga enam jam, cara pengeringan ini memberi penyingkiran lembapan dan

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Rujukan

Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Rahmat, A. and Fry, J. 2009. Phtochemical and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry.* **113**: 479-483.

Agudo, A., Cabrera, L., Ardanaz, E., Barricarte, A., Berenguer, T., Chirlaque, M.D., Dorronsoro, M., Jakszyn, P., Larranga, N., Martinez, C., Navarro, C., Quiros, J.R., Sanchez, M. J. and Gonzalez, C. A. 2007. Fruits and vegetables intake, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spanish adults: findings from the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC–Spain). *American Journal of Clinical Nutrition.* **85** (6): 1634–1642.

Alothman, M., Bhat, R. and Karim, A. A. 2009. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry.* **115**: 785–788.

Amin, I., Norazaidah, Y. and Emmy Hainida, K. I. 2006. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach species (Amaranthus sp.). *Food Chemistry.* **94**: 47–52.

Anderson, J., Perryman, S., Young, L., and Prior, S. 2007. *Dietary Fiber. Food and Nutrition Series*: 1–4.

AOAC Method, 2000. Official Method of Analysis (17th.edition). Washington DC. Association of Official Analytical Chemist.

Arslan, D. and Ozcan, M. M. 2010. Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. *Food Science and Technology.* **43**: 1121–1127.

Asami, D. K., Hong, J. Y., Barrett, D. M. and Mitchell A. E. 2003. Comparisons of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, sustainable agricultural practices. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* **51**: 1271-1241.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Bazzano, L. A., Jiang, H., Ogden, L. G., Loria, C. M., and Whelton, P. K. 2003. Dietary fiber intake and reduced risk of coronary heart disease in US men and women. *Archives of Internal Medical.* **163**: 1897–1904.

Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry.* **239**: 70–76.

Boudhrioua, N., Bahloul, N., Slimen, I. B. and Kechaou, N. 2009. Comparisons on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. *Industrial Crops and Products.* **29**: 412-419.

Chan, E. W., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K, Tan, S.P., Lianto, F.S. and Yong, M.J. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry.* **113**: 166-172.

Chang, C. H., Lin, H. Y., Chang, C. Y. and Liu, Y. C. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze dried and hot air dried tomatoes. *Journal of Food Engineering.* **77**: 478-485.

Chism, G. W. and Haard, N. F. (1996). *Food Chemistry.* New York: Marcel Dekker, Inc.

Craig, W. J. 1997. Phtochemicals: guardians of our health. *Journal of American Diet Association.* **97**: 199–204.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K. and Liu, R. H. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **50**: 3010–3014.

Dorta, E., Lobo, M. G. and Gonzalez, M. 2011. Using drying treatments to stabilize mango peel and seed: effect on antioxidant activity. *Food Science and Technology*: 1–8.

Elsayes, N. M. 2001. Antioxidant mobilization in response to oxidative stress: a dynamic environmental nutrition intervention. *Nutrition* . **17**: 828–834.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Fellows, P.J. 2000. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 2nd edition. Washington: Woodhead Publishing Limited.

Fund, W. C. R. 1997. *Food, nutrition, and the prevention of cancer: a global perspectives*. Washington: American Institute for Cancer Research.

Galang, F. G. 1955. *Fruit and nut growing in the Philipines*. Malabon: AIA Printing Press.

Grosvenor, M. B. and Smolin, L. A. 2002. *Nutrition from Science to Life*. United States: Harcout College Pubisher.

Gupta, S., Cox, S. and Abu-Ghannam, N. 2011. Effect of different drying temperature on the moisture and phytochemical constituents of edible Irish brown seaweed. *Food Science and Technology*. **44**: 1266-1272.

Hu, F. B. 2003. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *American Journal of Clinical Nutrition*. **78**: 544S–551S.

Huxley, R. R. and Neil, H. A. 2003. The relation between dietary falvonol intake and coronary heart disease mortality: ameta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*. **57**: 904–908.

Ibrahim, M., Prasad, K. N., Ismail, A., Azlan, A. and Abd Hamid, A. 2010. Physiochemical composition and antioxidant activity of underutilized *Mangifera pajang* fruit. *African Journal of Biotechnology*. **9** (28): 4392–4397.

Ikram, E. H. K., Khoo, H. E., Jalil, A. M. M., Ismail, A., Idris, S., Azlan, A., Nazri, H. S. M., Diton, N. A. M. and Mokhtar, R. A. M. 2009. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* . **22**: 388–393.

Jaafar, R. A., Abdul Rahman, A. R., Che Mahmod, N. Z., Vasuden, R. 2009. Proximate analysis of dragon fruit (Hylecereus polyhizus). *American Journal of Applied Sciences*. **6** (7): 1341–1346.

Jabatan Pertanian Sabah. 2007. *Fruits of Sabah*. (1st edition).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Jabatan Pertanian Sarawak. 1992. *Wild Fruits and Vegetables in Sarawak.*

John, D. 1999. *Principles of Food Chemistry.* (3rd edition). United States: Aspen Publisher.

Kahkonen, M. P., Hopia, A. I. and Heinonen, M. 2001. Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **49**: 4076–4082.

Lachance, P. A. and Nakat, Z., Jeong, W. 2001. Antioxidants: an integrative approach. *Nutrition* . **17**: 835–838.

Lairon, D., Arnault, N., Bertrais, S., Planells, R., Clero, E., Hercberg, S., and Boutron-Ruault, M. C. 2005. Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults. *American Journal of Clinical Nutrition.* **82**: 1185–1194.

Leong, L. P. and Shui, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry* . **76**: 69–75.

Li, F., Bo,T. X., Xiang,R. X., Ren, Y. G., Yuan, Z., En, Q. X. and Hua, B. L. 2011. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry* . **129**: 345–350.

Maskan, M., Kaya, S. and Maskan, M. 2001. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering* . **54**: 81–88.

Nielsen, S.S. 2003. *Food Analysis.* 3rd edition. New York: Kluwer Academic Publisher.

Nordberg, J. and Arner, E. S. J. 2001. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine.* **31**: 1287–1312.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Pattamakanokpron, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A. and Sirichakwal, P. P. 2008. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis.* **21** : 241–248.

Perez-Gregorio, R. M., Garcia-Falcon, M.S., and Simal-Gandara, J. 2010. Flavonoids changes in fresh cut onions during storage in different packaging system. *Food Chemistry.* **124** (2): 652-658.

Prasad, N. N., Siddalingaswamy, M., Parameswariah, P. M., Radhakrishna, K., Rao, R. V., Viswanathan, K. R. and Santhanam, K. 2000. Proximate and mineral composition of some processed traditional and popular Indian dishes. *Food Chemistry* . **68**: 87–94.

Riboli, E. and Norat, T. 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *American Journal of Clinical Nutrition.* **78** (3), 559–569.

Rickman, J.C., Christine, M. M. and Diane, M. B. 2007. Review: Nutritional comparisons of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*

Rispail, N., Morris, P. and Webb, K. J. 2005. *Lotus Japonicus Handbook.* United Kingdom: Institute of Grassland and Enviromental Research.

Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W. 1999. Phenolic compounds and their roles in oxidative process in fruits. *Food Chemistry.* **66**: 401–436.

Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimtery of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungistic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture.* **16**: 144-158.

Sivasankar,B. 2008. *Food Processing and Preservation.* New Delhi: Prentice Hall of India.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Soong, Y. Y. and Barlow, P. J. 2004. Antioxidant capacity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry* . **97**: 524–530.

Torres, C. D., Diaz-Maroto, M.C., Hermosin-Gutierrez, I. and Perez-Coello, M.S. 2010. Effect of freeze drying and oven drying on volatiles and phenolics composition of grape skin. *Analytica Chimica Acta*. 177–182.

Tsai, H.L., Sam, K. C. C. and Chang S. J. 2007. Antioxidant content and free radical scavenging ability of fresh red pummelo juice and freeze dried products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **55**: 2867–2872.

Vashisth, T., Singh, R. K., and Pegg, R. B. 2011. Effects of drying on the phenolic content and antioxidant activity of muscadine pomace. *Food Science and Technology*. **44**: 1649-1657.

Valcavik, V.A. 1999. *Essentials of Food Science*. Maryland : Aspen Publisher.

Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B. D., 1998. Antioxidant capacity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **46**: 4113–4117.

Wojdylo, A., Fiegel, A. and Oszmianski, J. 2009. Effect of drying methods with application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **57** (4): 1337-1343.

Wong, K. H. and Peter, C. 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.

Yang, J., Chen, J. F., Zhao, Y. Y. and Mao, L. C. 2010. Effects of drying processes on the antioxidant properties in sweet potatoes. *Agriculture Sciences in China*. **9** (10): 1522-1529.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH