

**KESAN PENGERINGAN KE ATAS AKTIVITI
ANTIOKSIDA SERBUK KULIT MANGGA
DAN APLIKASI SERBUK DALAM
PENGHASILAN MI**

NUR SUAIDAH BINTI MOHD ISA

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN
PEMAKANAN**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2012

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UDUL: KESAN PENGERINGAN KE ATAS AKTIVITI ANTIOKSIDA SERBUK KULIT MANGGA DAN APLIKASI SERBUK DALAM PENGHASILAN M)

JAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2008/2012

Saya NUR SUAIDAH BINTI MOHD ISA

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 13, JALAN P9A /3

PRESINT 9, PUTRAJAYA, 62250

EN. MANSOOR BIN ABD HAMID

W.P PUTRAJAYA

Nama Penyelia

Tarikh: 12/7/12

Tarikh: 12/7/12

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan 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).



PENGAKUAN

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

25 JUN 2012


NUR SUAIDAH BINTI MOHD ISA
BN08160157



PENGESAHAN

NAMA : NUR SUAIDAH BINTI MOHD ISA
NO.MATRIK : BN08160157
TAJUK : KESAN PENGERINGAN KE ATAS AKTIVITI ANTIOKSIDA SERBUK KULIT MANGGA DAN APLIKASI SERBUK DALAM PENGHASILAN MI
IJAZAH : IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)
TARIKH VIVA : 25 JUN 2012

DISAHKAN OLEH

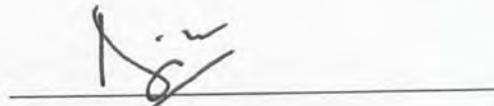
1. PENYELIA

EN. MANSOOR BIN ABD. HAMID



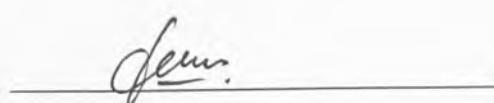
2. PEMERIKSA PERTAMA

EN. MOHD NAZRI BIN ABDUL RAHMAN



3. PEMERIKSA KEDUA

DR. NOORAKMAR BINTI AB. WAHAB



4. DEKAN

PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI



PENGHARGAAN

Dalam kesempatan ini, saya ingin memanjatkan kesyukuran ke hadrat ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya saya telah berjaya menyempurnakan projek penyelidikan ini. Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada beberapa pihak yang telah banyak memberi sokongan.

Terlebih dahulu, ribuan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya iaitu Encik Mansoor Abdul Hamid di atas tunjuk ajar dan sokongan yang diberikan. Segala nasihat dan buah fikiran yang telah di sumbangkan amat membantu dalam usaha saya menyempurnakan projek penyelidikan ini.

Ucapan ribuan terima kasih juga kepada semua kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah (UMS) di atas bantuan yang diberikan kepada saya secara langsung dan tidak langsung.

Di samping itu, saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada keluarga tersayang di atas segala sokongan dan dorongan yang telah diberikan. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan daripada sekolah sains makanan dan pemakanan di atas segala sokongan dan perkongsian ilmu yang telah diberikan sepanjang proses penyempurnaan projek penyelidikan akhir bersama.

Akhir kata, sekali lagi saya ingin merakamkan ucapan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang turut menyumbang secara langsung dan tidak langsung. Jasa kalian amat saya hargai.

Sekian, terima kasih.

NUR SUAIDAH BINTI MOHD ISA

BN08160157



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kaedah pengeringan terbaik bagi penghasilan serbuk kulit mangga serta aplikasi serbuk dalam penghasilan mi. Kajian yang dijalankan mendapati kaedah pengeringan vakum merupakan kaedah pengeringan yang lebih baik berbanding kaedah pengeringan kabinet dengan kandungan fenolik, aktiviti mengaut radikal DPPH dan merencat pengoksidaan β -karotena yang lebih tinggi berbanding pengeringan kabinet di mana masing-masing mencatatkan 482.71 ± 2.86 mg GAE/L, $66.69 \pm 0.88\%$ dan $83.32 \pm 0.93\%$. Namun, kandungan karotenoid adalah lebih rendah iaitu sebanyak $83.21 \mu\text{g/g}$. Dalam penghasilan mi campuran serbuk kulit mangga, F1 dengan kandungan serbuk kulit mangga sebanyak 6% merupakan formulasi yang terbaik dengan kandungan $2.93 \pm 0.01\%$ abu, $0.94 \pm 0.04\%$ serat kasar, $10.11 \pm 0.04\%$ protein, $77.18 \pm 0.03\%$ karbohidrat, $7.26 \pm 0.33\%$ serat diet, $8.41 \pm 0.04\%$ kelembapan dan $0.42 \pm 0.03\%$ lemak. Penambahan serbuk kulit mangga di dapati meningkatkan aktiviti antiokksida dalam penghasilan mi dengan mi campuran serbuk kulit mangga mencatatkan kandungan fenolik 73.65 ± 1.47 mg GAE/L, karotenoid $6.13 \pm 0.01 \mu\text{g/g}$, keupayaan mengaut radikal DPPH sebanyak $67.63 \pm 1.12\%$ dan keupayaan merencat pengoksidaan β -karotena sebanyak $85.58 \pm 1.15\%$. Hasil daripada kajian penyimpanan yang dijalankan pula mendapati kaedah penyimpanan gelap-kedap udara adalah yang terbaik dari segi pengekalan kandungan dan aktiviti antiokksida. Di samping itu, mi campuran serbuk kulit mangga turut menunjukkan peratusan penurunan kandungan dan aktiviti antiokksida yang rendah sepanjang tempoh penyimpanan.



ABSTRACT

EFFECT OF DRYING TOWARDS ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MANGO PEEL POWDER AND ITS APPLICATION IN NOODLE PRODUCTION

This research was carried out in order to determine the best drying method used in the production of mango peel powder and its application in the production of noodles. Based on the study done on different drying methods, it is shown that mango peel powder produced by vacuum drying has higher antioxidant activity compared to cabinet drying with 482.71 ± 2.86 mg GAE/L of total phenolic content, $66.69 \pm 0.88\%$ scavenging activity of DPPH free radical and $83.32 \pm 0.93\%$ of β -carotene oxidation inhibition. However, the carotenoid content of vacuum dried mango peel powder was lower than cabinet dried sample with 83.21 ± 1.13 $\mu\text{g/g}$ sample. In the production of mango peel powder, F1 containing 6% of mango peel powder has been chosen as the best formula in which it contains $2.93 \pm 0.01\%$ Ash, $0.94 \pm 0.04\%$ crude fiber, $10.11 \pm 0.04\%$ protein, $77.18 \pm 0.03\%$ carbohydrate, $7.26 \pm 0.33\%$ dietary fiber, $8.41 \pm 0.04\%$ moisture dan $0.42 \pm 0.03\%$ crude fat. Moreover, it is also shown that the addition of mango peel powder in the production of noodles had increased its antioxidant activity with 73.65 ± 1.47 mg GAE/L total phenolic content , 6.13 ± 0.01 $\mu\text{g/g}$ carotenoids, $67.63 \pm 1.12\%$ inhibition of free radical DPPH and $85.58 \pm 1.15\%$ inhibition of β -carotene oxidation. Besides that, studies on storage of mango peel powder also revealed that samples kept in dark and air tight condition has the highest antioxidant activity retention compared to other storage condition. Furthermore, the study also revealed that there is only slight difference in antioxidant activity of noodles incorporated with mango peel powder throughout the storage period.



SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI UNIT DAN SIMBOL	xiii
SENARAI SINGKATAN	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
 BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Objektif Kajian	5
 BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Mangga	6
2.1.1 Pengelasan dan Sumber Genetik	7
2.1.2 Kepelbagaiant Varieti Mangga	8
2.1.3 Kematangan Buah Mangga	9
2.1.4 Fakta Nutrisi Buah Mangga	9
2.2 Produksi dan Pemprosesan Buah Mangga	11
2.3 Sisa Buangan Hasil Pemprosesan Buah Mangga	13
2.4 Proses Pengeringan	14
2.5 Kaedah Pengeringan	15
2.5.1 Pengeringan Udara Panas	15
2.5.2 Pengeringan Vakum	16
2.6 Antiokksida	17
2.6.1 Aktiviti Antiokksida	18

2.6.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Aktiviti Antioksida	18
2.7 Pengukuran Aktiviti Antioksida	21
2.7.1 Ujian Jumlah Kandungan Fenol	23
2.7.2 Ujian Jumlah Kandungan Karotenoid	23
2.7.3 Ujian Penyahan Radikal DPPH (<i>1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl</i>)	24
2.7.4 Ujian Pelunturan β-karotena-asid linoleik	25
2.8 Aktiviti Antioksida Kulit Mangga	25
2.9 Kepentingan Penyimpanan	27
2.10 Penghasilan Mi Kering	28

BAB 3: BAHAN DAN KADEAH

3.1 Bahan-Bahan	30
3.2 Radas Dan Instrumen	30
3.3 Sampel	31
3.3.1 Penyediaan Sampel	31
3.4 Penghasilan Serbuk Kulit Mangga	31
3.5 Kandungan Dan Aktiviti Antioksida	32
3.5.1 Pengekstrakan Sampel	33
3.5.2 Penentuan Kandungan Fenolik	33
3.5.3 Penentuan Kandungan Karotenoid	34
3.5.4 Aktiviti Mengaut Radikal 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH)	34
3.5.5 Ujian Pelunturan β-Karotena-Asid Linoleik	34
3.6 Penghasilan Mi Campuran Serbuk Kulit Mangga	35
3.6.1 Kaedah Penghasilan Mi Campuran Serbuk Kulit Mangga	35
3.6.2 Pembentukan Formulasi	36
3.7 Ujian Penilaian Sensori	37
3.7.1 Ujian Pemeringkatan BIB	38
3.7.2 Ujian Hedonik	39
3.8 Ujian Proksimat	39
3.8.1 Penentuan Kandungan Lembapan	40

3.8.2 Penentuan Kandungan Abu	40
3.8.3 Penentuan Lemak	41
3.8.4 Ujian Penentuan Serabut Kasar	42
3.8.5 Ujian Penentuan Kandungan Protein	43
3.8.6 Ujian Penentuan Kandungan Karbohidrat	44
3.8.7 Ujian Jumlah Serabut Diet	44
3.9 Kandungan Dan Aktiviti Antioksidan Mi Campuran Serbuk Kulit Mangga	45
3.10 Ujian Mutu Penyimpanan	46
3.10.1 Serbuk Kulit Mangga	46
3.10.2 Mi Campuran Serbuk Kulit Mangga	46
3.11 Analisis Statistik	47

BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1 Tempoh Masa Pengeringan Kulit Mangga	48
4.2 Kandungan Antioksidan Serbuk Kulit Mangga	49
4.2.1 Kandungan Fenolik	49
4.2.2 Kandungan Karotenoid	51
4.3 Aktiviti Antioksidan Serbuk Kulit Mangga	52
4.3.1 Aktiviti Mengaut Radikal Bebas DPPH	53
4.3.2 Ujian Pelunturan β -karotena-asid linoleik	54
4.4 Penghasilan Mi Campuran Serbuk Kulit Mangga	55
4.5 Pemilihan Formulasi Terbaik	55
4.5.1 Ujian Pemeringkatan BIB	56
4.5.2 Penilaian Hedonik	57
a. Warna	58
b. Kepahitan	59
c. Aroma	60
d. Tekstur	61
e. Penerimaan Keseluruhan	62
4.6 Keputusan Ujian Proksimat Mi campuran Serbuk Kulit Mangga	62
4.6.1 Kandungan Kelembapan	63

4.6.2 Kandungan Abu	64
4.6.3 Kandungan Serabut Kasar	64
4.6.4 Kandungan Protein	65
4.6.5 Kandungan Lemak	65
4.6.6 Kandungan Karbohidrat	66
4.6.7 Kandungan Serabut Diet	66
4.7 Keputusan Analisis Kandungan Antioksidan	67
4.7.1 Kandungan Fenolik	68
4.7.2 Kandungan Karotenoid	68
4.8 Keputusan Analisis Aktiviti Antioksidan	69
4.8.1 Aktiviti Mengaut Radikal Bebas DPPH	69
4.8.2 Ujian Pelunturan β -karotena-asid linoleik	70
4.9 Kandungan dan Aktiviti Antioksidan Sepanjang Tempoh Penyimpanan	71
4.9.1 Kandungan Fenolik	71
4.9.2 Kandungan Karotenoid	76
4.9.3 Aktiviti Mengaut Radikal Bebas DPPH	80
4.9.4 Ujian β -karotena-asid linoleik	83

BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan	86
5.2 Cadangan	88
RUJUKAN	89
LAMPIRAN	97

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 Komposisi zat makanan bagi setiap 100 g buah mangga.	10
Jadual 2.2 Jumlah pengeluaran tanaman utama dunia untuk tahun 2004.	11
Jadual 3.1 Senarai formulasi penghasilan mi campuran serbuk kulit mangga	37
Jadual 3.2 Formulasi mi kawalan	37
Jadual 3.3 Rekabentuk ujian pemeringkatan BIB untuk 6 formulasi	38
Jadual 4.1 Tempoh masa pengeringan kulit mangga	48
Jadual 4.2 Kandungan antioksida serbuk kulit mangga	49
Jadual 4.3 Aktiviti antioksida serbuk kulit mangga	53
Jadual 4.4 Jumlah skor bagi formulasi-formulasi mi campuran serbuk kulit mangga	57
Jadual 4.5 Nilai skor min penerimaan atribut warna, kepahitan, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan sampel mi campuran serbuk kulit mangga.	58
Jadual 4.6 Kandungan nutrien mi kawalan serta mi campuran serbuk kulit mangga	63
Jadual 4.7 Kandungan fenolik, karotenoid bagi sampel kawalan dan mi campuran serbuk kulit mangga	67
Jadual 4.8 Aktiviti antioksida bagi sampel kawalan dan mi campuran serbuk kulit mangga	69
Jadual 4.9 Kandungan fenolik serbuk kulit mangga serta mi campuran serbuk kulit mangga.	72
Jadual 4.10 Kandungan karotenoid serbuk kulit mangga kesan penyimpanan berbeza serta mi campuran serbuk kulit mangga sepanjang tempoh penyimpanan.	77
Jadual 4.11 Aktiviti mengaut radikal bebas DPPH serbuk kulit mangga serta mi campuran serbuk kulit mangga sepanjang tempoh penyimpanan.	80
Jadual 4.12 Keupayaan merencat pengoksidaan beta-karotena serbuk kulit mangga serta mi campuran serbuk kulit mangga sepanjang tempoh penyimpanan.	83

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1	6
Rajah 2.2	19
Rajah 2.3	19
Rajah 2.4	25
Rajah 2.5	26
Rajah 2.6	27



SENARAI UNIT DAN SIMBOL

cm	Sentimeter
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Milligram
μ	Mikron
ml	Milliliter
L	Liter
M	Molar
N	Newton
m	Meter
rpm	<i>rate per minute</i>
GAE/g	<i>Gallic acid equivalent per gram</i>
°C	Darjah celcius
%	Peratus
% v/v	Peratusan isipadu per isipadu
-	Hingga
±	Lebih kurang
β	Beta
α	Alfa

SENARAI SINGKATAN

AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemist</i>
SPSS	<i>Statistical Package of Social Science</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
MARDI	<i>Malaysian Research and Development Institute</i>
Agribdc	<i>Agri-Food Business Development Centre</i>
BHA	<i>Butylated hydroxyanisole</i>
BHT	<i>Butylated hydroxytoluene</i>
DPPH	<i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i>
PP	<i>Polypropylene</i>
PE	<i>Polyethylene</i>
H ₂ SO ₄	Asid Sulfurik
NaOH	Natrium Hidroksida
HCl	Asid Hidroklorik

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran A	Varieti mangga yang disyorkan untuk penanaman komersial	101
Lampiran B	Indeks kematangan mangga berdasarkan warna kulit	102
Lampiran C	Carta alir penghasilan mi campuran serbuk kulit mangga	103
Lampiran D	Borang penilaian sensori ujian pemeringkatan bagi mi campuran serbuk kulit mangga	104
Lampiran E	Borang penilaian sensori ujian skala hedonik bagi mi campuran serbuk kulit mangga	105
Lampiran F	Graf piawai asid galik	107
Lampiran G	Hasil ujian T bagi tempoh pengeringan kulit mangga	108
Lampiran H	Hasil ujian-T kandungan antioksida serbuk kulit mangga	109
Lampiran I	Hasil analisis ANOVA aktiviti antioksida serbuk kulit mangga	110
Lampiran J	Data yang diperolehi melalui ujian pemeringkatan BIB.	112
Lampiran K	Analisis Friedman	113
Lampiran L	Hasil analisis ANOVA satu hala bagi ujian sensori Hedonik	114
Lampiran M	Hasil ujian-T analisis proksimat mi campuran serbuk kulit mangga.	118
Lampiran N	Hasil analisis Ujian-T bagi kandungan antioksida mi campuran serbuk kulit mangga	120
Lampiran O	Hasil ujian-T aktiviti antioksida mi campuran serbuk kulit mangga	121
Lampiran P	Hasil analisis ujian ANOVA satu hala kandungan fenolik sepanjang tempoh penyimpanan	122
Lampiran Q	Hasil analisis ujian ANOVA kandungan karotenoid sepanjang penyimpanan	130
Lampiran R	Hasil analisis ujian ANOVA satu hala aktiviti mengaut radikal bebas DPPH sepanjang tempoh penyimpanan	138
Lampiran S	Hasil ujian ANOVA analisis β -karotena-asid linolik sepanjang tempoh penyimpanan	146
Lampiran T	Perbezaan mi campuran serbuk kulit mangga dan mi di pasaran	154
Lampiran U	Serbuk dan mi campuran serbuk kulit mangga	155

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Pengoksidaan adalah salah satu tindak balas kimia. Di dalam tindak balas ini, elektron atau atom hidrogen dipindahkan daripada satu sebatian kimia kepada agen pengoksidaan yang merupakan penerima elektron dan menghasilkan radikal bebas. Radikal bebas adalah atom atau molekul yang sangat aktif dan tidak stabil di mana ia akan menyerang molekul yang terdekat untuk mencapai kestabilan dengan mengambil satu elektron daripada molekul tersebut (Prior dan Cao, 2000). Kesan daripada tindak balas ini akan menghasilkan radikal bebas yang baru dan memulakan tindak balas berantai di mana lebih banyak radikal bebas akan dihasilkan dan akhirnya akan mengakibatkan berlakunya tekanan oksidatif yang membawa kepada penyakit-penyakit kronik seperti kanser, penyakit jantung, arthritis, Parkinson dan sebagainya (Prior dan Cao, 2000). Sesetengah penyelidik juga percaya bahawa radikal bebas merupakan punca utama kepada hampir kesemua jenis penyakit. Penghasilan radikal bebas sebenarnya adalah salah satu proses normal di dalam tubuh dan kebiasaannya sistem pertahanan tubuh berfungsi secara semulajadi untuk meneutralkan radikal bebas yang terbentuk. Namun, faktor-faktor luaran seperti pencemaran, sinaran UV, alkohol dan asap rokok akan menyebabkan penghasilan radikal bebas yang berlebihan di dalam tubuh (Prior dan Cao, 2000). Justeru, pengambilan antioksidan dalam diet seharian adalah amat penting untuk membantu tubuh meneutralkan radikal bebas yang berlebihan ini.

Antioksidan merupakan sejenis bahan kimia yang berupaya untuk menghalang proses pengoksidaan molekul-molekul lain (Huang *et al.*, 2005). Ia diperlukan oleh tubuh untuk meneutralkan radikal bebas dan mencegah kerosakan

sel normal yang berpunca daripada radikal bebas. Antioksidan terdiri daripada β -karotena, vitamin C, Vitamin E, selenium dan sebagainya yang terdapat secara semulajadi di dalam makanan seperti buah-buahan dan sayur-sayuran. Selain itu, antioksidan juga berhasil secara semulajadi di dalam tubuh namun jumlahnya menurun dengan pertambahan umur. Justeru, adalah penting untuk mendapatkan antioksidan tambahan daripada diet sehari-hari untuk melindungi tubuh daripada serangan penyakit-penyakit kronik seperti kanser dan sebagainya. Pengambilan diet seimbang yang mengandungi buah-buahan, sayur-sayuran, bijirin penuh dan kekacang mampu membekalkan antioksidan yang diperlukan oleh tubuh.

Antioksidan di dalam makanan adalah penting berdasarkan beberapa fungsi (Halliwell, 2001). Pertama sekali, adalah *endogenous* atau antioksidan tambahan di dalam makanan yang mampu melindungi komponen di dalam makanan daripada kerosakan oksidatif. Sebagai contoh, rempah ratus yang kaya dengan kandungan antioksidan telah digunakan untuk melambatkan proses kerosakan oksidatif di dalam makanan terutama sekali peroksidaan lipid serta perubahan rasa dan bau ketika penyimpanan atau masakan. Penggunaan antioksidan sintetik seperti *butylated hydroxytoluene* (BHT), *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *propyl gallate* adalah di dalam penelitian kerana dipercayai menyebabkan kerosakan hati dan karsinogenesis (Halliwell, 2001; Kilburn *et al.*, 2010). Justeru, perhatian diberikan kepada penghasilan antioksidan semulajadi daripada tumbuhan yang dapat menggantikan penggunaan antioksidan sintetik. Tumbuhan mengandungi pelbagai sumber antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, karotena, *xanthophylls*, tannin dan fenolik (Kilburn *et al.*, 2010). Keduanya, antioksidan di dalam makanan juga diserap oleh tubuh bagi mengekalkan kesihatan sebagai contoh melambatkan proses peroksidaan lipid di dalam *liposome*, *microsome*, dan *low-density lipoprotein* (LDL). Antioksidan yang tidak diserap pula membantu memelihara kesihatan usus. Akhir sekali, antioksidan juga mempunyai fungsi terapeutik sebagai contoh ekstrak *Ginkgo biloba* yang tinggi dengan kandungan antioksidan telah digunakan sebagai ubatan tradisional sejak dahulu lagi (Halliwell, 2001).

Antara bahan-bahan buangan utama dalam pemprosesan buah mangga adalah kulit dan biji. Kulit mewakili 15-20% daripada buah mangga (Beerh *et al.*,

1976). Kulit buah mangga kebiasaannya di buang kerana mempunyai nilai komersil yang rendah. Berdasarkan statistik daripada FAO (pangkalan data FAOSTAT), produktiviti mangga dunia disamping buah-buahan lain seperti jambu dan manggis pada tahun 2009 meningkat kepada kira-kira 35 juta tan metrik berbanding 34 juta tan metrik tahun sebelumnya. Di Malaysia, penggunaan mangga oleh isi rumah adalah lebih tinggi berbanding penggunaan oleh institusi dan kilang dan mangga adalah lebih popular untuk kegunaan segar. Permintaan yang meningkat ini adalah disebabkan oleh promosi galakan buah-buahan tempatan disamping harga yang berpatutan (AgriBDC, 2010). Peningkatan produktiviti mangga ini menyebabkan peningkatan sisa pepejal daripada pemprosesan buah mangga yang secara tidak langsung menjelaskan alam sekitar. Justeru, pelbagai kajian telah dijalankan dalam usaha untuk mengadaptasi bahan buangan ini kepada bahan yang bernilai dan bermanfaat.

Berdasarkan kajian-kajian lepas, kulit buah mangga dilihat berpotensi untuk dijadikan sebagai salah satu sumber antioksida semulajadi di dalam industri makanan sebagai contoh dalam penghasilan biskut (Ajila *et al.*, 2008). Selain itu, ia juga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan tambah di dalam makanan berdasarkan kajian di mana sisa pengekstrakan kulit buah mangga ini dapat dijadikan sebagai sumber serat dietari (Berardini *et al.*, 2005). Kajian yang dilakukan oleh Ajila *et al.* (2006) menunjukkan terdapatnya kandungan polifenol dan karotenoid di dalam ekstrak kulit mangga. Antara sebatian fenolik yang terdapat di dalam kulit buah mangga adalah *syringic acid*, quercitin, mangiferin pentosida dan asid elagik. Karotenoid yang ditemui di dalam kulit buah mangga pula merupakan β -karotena, lutein, dan violaxanthine. Kesemua sebatian fenolik dan karotenoid ini mempunyai ciri-ciri antioksida. Proses pengeringan adalah diperlukan dalam pemprosesan kulit mangga untuk menghalang tindakan enzim ke atas penguraian pektin disamping menghalang kerosakan mikrobial (Berardini *et al.*, 2005). Namun, proses pengeringan juga akan memberi kesan kepada ciri-ciri asal antioksida di mana ia akan mempengaruhi aktiviti dan kestabilan sebatian bioaktif yang disebabkan oleh proses pemruapan dan penguraian termal (Dorta *et al.*, 2011).

Selain daripada nasi, mi juga merupakan salah satu makanan ruji yang utama dalam kalangan penduduk di negara Asia. Sebanyak 30-40% daripada penggunaan tepung di kebanyakan negara Asia adalah untuk tujuan pemprosesan mi (Kruger *et al.*, 1998). Secara keseluruhannya, industri penghasilan mi semakin berkembang terutamanya dalam penghasilan mi segera (Ranhotra, 1998). Oleh yang demikian, penghasilan pelbagai jenis produk mi dengan nilai pemakanan yang baik mempunyai potensi pasaran yang amat tinggi. Di samping itu, permintaan pasaran yang semakin meningkat bagi produk mi terutama sekali mi segera turut menggesa lebih banyak penyelidikan dan pembangunan produk mi dengan kandungan nutrisi yang tinggi bagi memenuhi permintaan pengguna. Sebagai contoh, penghasilan mi segera menggunakan tepung beras yang tinggi dengan kandungan zat besi (Suparat *et al.*, 2008).

Justeru, hasil daripada kajian ini dapat memberikan informasi berguna mengenai proses pengeringan kulit mangga bagi meningkatkan potensi kulit mangga untuk dijadikan sebagai bahan tambah di dalam makanan. Fokus kajian ini adalah untuk mengkaji kesan kaedah pengeringan dan penyimpanan berbeza ke atas aktiviti antioksida serbuk kulit mangga. Selain daripada itu, kajian mengenai aplikasi serbuk kulit mangga di dalam produk makanan iaitu di dalam penghasilan mi turut dijalankan.

1.2 Objektif kajian:

- a) Mengkaji kesan kaedah pengeringan berbeza ke atas kandungan dan aktiviti antioksida serbuk kulit mangga.
- b) Menentukan formulasi mi campuran serbuk kulit mangga terbaik.
- c) Mengkaji kesan penambahan serbuk kulit mangga dalam penghasilan mi dari segi kandungan dan aktiviti antioksida serta kandungan nutrisi.
- d) Mengkaji kesan kaedah penyimpanan berbeza ke atas kandungan dan aktiviti antioksida serbuk kulit mangga.
- e) Mengkaji kandungan serta aktiviti antioksida mi campuran serbuk kulit mangga sepanjang tempoh penyimpanan.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Mangga

Mangga atau nama saintifiknya *Mangifera indica Linn* merupakan antara buah-buahan tropika yang terkenal di dunia. Selain daripada mangga, ia juga terkenal dengan panggilan mempelam. Mangga sebenarnya berasal dari India Timur. Justeru, perkataan *mango* diperoleh daripada perkataan Tamil *mangkay*. Mangga adalah sejenis buah-buahan bermusim yang banyak ditanam di negara beriklim tropika dan subtropika (Jabatan Pertanian Malaysia, 2009).



Rajah 2.1: Buah mangga (*mangifera indica Linn.*)

Sumber: *Agriculture Philippines*, 2009

2.1.1 Pengkelasan dan Sumber Genetik

Sifat-sifat semulajadi dan pengkelasan mangga perlu diketahui supaya dapat membantu untuk memahami ciri-ciri mangga dengan lebih terperinci. Pemahaman ini adalah amat penting untuk mengenal pasti asal-usul jenis mangga yang digunakan di dalam kajian ini. Mangga dikelaskan di bawah alam tumbuhan dan di bawah pembahagian *Magnoliophyta* dan kelas *Magnoliopsida*. *Mangifera* ialah genus tumbuhan berbunga dalam keluarga gajus atau *Anacardiaceae* yang terdiri daripada 69 spesies. Spesies yang paling terkenal adalah mangga biasa (*Mangifera indica*). Pusat kepelbagaianya adalah di subtropika dan tropika Asia sementara bilangan spesies terbanyak terdapat di Semenanjung Malaysia, Kepulauan Borneo, dan Sumatera (Iyer dan Schnell, 2009).

Antara spesies yang terdapat di Malaysia adalah mangga biasa (*Mangifera indica L.*) di mana buahnya terdiri daripada pelbagai bentuk, ukuran, dan rasa disamping merupakan komoditi yang paling banyak diperkenalkan di pasaran antarabangsa. Spesies lain yang terdapat di Malaysia adalah binjai (*Mangifera caesia*). Ia mempunyai bau yang sangat harum apabila masak dan kebiasaannya di makan segar atau digunakan sebagai campuran minuman. Isi buah ini juga diawetkan untuk campuran sambal. Selain itu, terdapat juga kuini (*Mangifera odorata*) di mana buahnya sama seperti buah bacang tetapi lebih harum dan halus. Rasanya manis dan masam dengan sari buah yang banyak serta sangat enak dimakan segar (Litz, 2009).

Bambangan (*Mangifera pajang*) pula merupakan spesies yang unik di Kepulauan Borneo. Buahnya bersaiz besar dan berbentuk bulat dengan kulit yang kasar dan berwarna kecoklatan. Isi buah ini berwarna kuning, berserat, berbau harum apabila masak serta mempunyai rasa masam dan manis. Di samping itu, terdapat juga spesies yang dikenali sebagai mangga aer atau nama saintifiknya *Mangifera Laurina* di mana pokok dan buahnya menyerupai mangga biasa tetapi bersaiz lebih kecil dan berwarna kuning pucat apabila masak. Isi buah ini berwarna kuning serta mempunyai tekstur yang lembut dan berserat (Litz, 2009). Dalam kajian ini, spesies yang digunakan adalah mangga madu (*Mangifera indica L.*)

daripada Filipina iaitu jenis mangga yang paling banyak terdapat di sekitar Kota Kinabalu.

2.1.2 Kepelbagaiannya Varieti Mangga

Terdapat sejumlah 216 klon mangga yang diketahui, tetapi yang lebih terkenal ialah MA224 atau Chokanan yang berbentuk ginjal. Mangga jenis ini sangat beraroma dan mempunyai isi berwarna kuning oren apabila masak (AgriBDC, 2010). Selain itu terdapat beberapa varieti lain yang disyorkan untuk penanaman komersil seperti MA 162 (Golek), MA 165 (MAHA 65) dan MA 204 iaitu di kenali sebagai Masmuda (Jabatan Pertanian Malaysia, 2009).

Klon MA 224 atau di kenali sebagai Chokanan mempunyai buah berbentuk bujur panjang dan bulat di hujung buah. Kulitnya berwarna kuning dan mempunyai isi berwarna kuning oren. Tekstur isinya sederhana halus serta mempunyai rasa yang manis. Bijinya pula berbentuk bujur panjang dan tebal di bahagian tengah.

Klon MA 204 atau dikenali sebagai Masmuda pula berbentuk bersaiz sederhana besar dan berbentuk oblong, bulat membujur dan mempunyai puting yang nyata di bahagian atas buah. Kulit dan isinya berwarna kuning. Tekstur isinya halus dan sedikit berserabut serta mempunyai rasa yang sangat manis. Biji berbentuk bujur dan membengkok serta tebal di bahagian tengah.

Bagi klon MA165 atau MAHA 65 pula, buahnya bersaiz besar dengan berat purata 600 gm dan berbentuk oval iaitu bulat memanjang dan leper. Kulit buah berwarna kuning kehijauan dan mempunyai isi yang berwarna kuning muda. Tekstur isi halus dan mempunyai rasa masam-masam manis. Bijinya berbentuk bujur panjang dan nipis.

Seterusnya, bagi Klon MA162 atau dikenali sebagai Golek, saiz buahnya adalah besar dengan berat purata 650 gm. Berbentuk oblong, bulat memanjang dan lebar menajam di bahagian hujung. Warna kulit buah ini hijau kekuningan dan

RUJUKAN

- Abushammala, M.F.M. 2009. Review on landfill gas emission to the atmosphere. *European Journal of Scientific Research.* **30:** 427-436.
- Ajila, C.M., Bhat, S.G. dan Prasad, R.U.J.S. 2006. Valuable Components of Raw and Ripe Peels From Two Indian Mango Varieties. *Food Chemistry.* **102:** 1006-1011.
- Ajila, C.M., Naidu, K.A., Bhat, S.G. dan Prasad, R.U.J.S. 2007. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry.* **105:** 982-988.
- Ajila, C.M., Leelavathi, K. dan Prasad, R.U.J.S. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science.* **48:** 319-326.
- Ajila, C.M., Aalami, M., Leelavathi K. dan Prasad, R.U.J.S. 2009. Mango peel powder: a potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* **11:** 219-224.
- Ajila, C.M., Jaganmohan, R. dan Prasad, R.U.J.S. 2010. characterization of bioactive compounds from raw and ripe *Mangifera indica* L. peel extracts. *Food and Chemical Toxicology.* **48:** 3406-3411.
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan 1985. 2011. Petaling Jaya: International Law Book Services.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori.* Kuala Lumpur: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anese, M., Manzocco, L., Nicoli, M.C. dan Lerici, M.C. 1999. Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* **79:** 750-754.
- AOAC International. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International,* 16th ed. AOAC International.
- Apak, R., Guclu, K., Mustafa, O. dan Saliha, E.C. 2007. Menchanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchin Acta.* **160:** 413-419.
- Arabshahi-D, S., Devi, D.V. dan Urooj, A. 2007. Evaluation of antioxidant activity of some plant extacts and their heat, pH and storage ability. *Food Chemistry.* **100:** 1100-1105.
- Awad, M.A. dan Jager, A.D. 2003. Influences of air and controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples and other fruits. *Post harvest biology and technology.* **27:** 53-58.

- Ayhan, T., Dincer, C., Ozdemir, K.S., Feng, H. dan Kushad, M. 2011. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). *Food Chemistry*. **129**: 860-865.
- Azizah Othman, Amin Ismail, Nawalyah Abdul Ghani dan Ilham Adenan. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chemistry*. **100**: 1523-1530.
- Balasundram, N., Sundram, K. dan Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. **99**: 191-203.
- Beerh, O.P., Raghuramaiah, B., Krishnamurthy, G.V. dan Giridhar, N. 1976. Utilization of mango waste: recovery from waste pulp and peel. *Journal of Food Science and Technology*. **13**: 138-141.
- Berardini, N., Knodler, M., Andreas, S., Carle, R. 2005. Utilization of Mango Peels as a Source of Pectin and Polyphenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. **6**: 442 – 452.
- Biglari, F., Alkarkhi, A.F.M., Easa, A.M. 2008. Cluster analysis of antioxidant in dates (*Phoenix dactylifera*): Effect of long-term cold storage. *Food Chemistry*. **112**: 998-1001.
- Bohm, V. dan Schlesier, K. 2004. Methods to evaluate the antioxidant activity. *Dalam Dris, R. dan Jain, S.M. (ed.). Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, volume 3*, pp. 55-71. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. dan Berset, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. -Wiss. u. -Technol.* **28**: 25-30.
- Britton, G., Liaaen-Jensen, S. dan Pfander, H. 2004. *Carotenoid Handbook*. Switzerland:Birkhauser Verlag.
- Chan, S.W., Guo, D.J., Cheng, H.L. dan Yu, P.H.F. 2008. Antioxidative activities and the total phenolic contents of tonic chinese medicinal herbs. *Inflammopharmacology*. **16**: 201-207.
- Chantaro, P., Devahastin, S., Chiewchan, N. 2007. Production of antioxidant high dietary fiber from carrot peels. *LWT-Food Science and Technology*. **41**: 1987-1999.
- Chen, J.P., Tai, C.Y., Chen, B.H. 2007. Different drying treatments on the stability of carotenoids Taiwanese mango (*Mangifera indica L.*). *Food Chemistry*. **100**: 1005-1010.
- Chua, H.P. dan Saniah Kormin. 2007. Pemrosesan mi kolok Sarawak. *Buletin Teknologi Makanan*. **4**:15-21.
- Cinar, I. 2004. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions. *Lebesem. -Wiss. U. -Technol.* **37**: 363-367.

- Dorta, E., Lobo, M.G. dan González, M. 2011. Using drying treatments to stabilize mango peel and seed: effect on antioxidant activity. *LWT- Food Science and Technology*. **Xxx**: 1-8.
- Duan, X., Jiang, Y., Su, X., Zhang, Z. dan Shi, J. 2005. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi fruit pericarp tissues in relation to their role in pericarp browning. *Food Chemistry*. **101**: 1365-1371.
- Dun Lin, S., Sung, J.M. dan Chen, C.L. 2011. Effect of drying and storage conditions on caffeic acid derivatives and total phenolics of *Echinacea Purpurea* grown in Taiwan. 2011. *Food Chemistry*. **125**: 226-231.
- Emmy Hainida Khairul Ikram, Eng, K.H., Abbe Maleyki Mhd Jalil, Amin Ismail, Salma Idris, Azrina Azlan, Halimatul Saadiah Mohd Nazri, Norzatol Akmar Mat Diton dan Ruzaidi Azli Mohd Mokhtar. 2009. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. **22**: 388-393.
- Fan, L., Li, J., Deng, K. dan Ai, L. 2012. Effects of drying methods on the antioxidant activities of polysaccharides extracted from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers*. **87**: 1849-1854.
- Fang, Z. dan Bhandari, B. 2011. Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chemistry*. **129**: 1139-1147.
- Halliwell, B. 2002. Food-derived antioxidants: how to evaluate their importance in food and in vivo. Dalam Cadenas, E., Packer, L. (ed.). *Handbook of Antioxidants 2nd edition*. New York: Marcel Dekker.
- Hough, G. 2010. *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. Boca Raton: CRC press.
- Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., Villalon, B. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of pepper cultivars (*capsicum species*) as influenced by maturity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **48**: 1713-1720.
- Huang, D., Ou, B. dan Prior, L.R. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **53** (6): 1841-1856.
- Huang, J.R., Huang, C.Y, Wen, Y.W. dan Chen, R.H. 2007. shelf life of fresh noodles as affected by chitosan and its Maillard reaction products. *LWT- Food Science and Technology*. **40**: 1287-1291.
- MARDI (Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia). 2008. Latihan amali pemprosesan mi kuning, mi kolok dan mi sanggul. Stesen MARDI Kuching.
- Iyer, C.P. dan Schnell, R.J. 2009. Classical breeding and genetics. Dalam Litz, R.E. (ed.). *The Mango, Botany, Production and Uses, volume 2*. United states: CAB International.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2009. Pakej Teknologi Mangga. pp. 1 – 39. Perpustakaan Negara Malaysia.

- Jeong, S., Kim, S., Kim, D., Jo, S., Nam, K., Ahn, D. dan Lee, S. 2004. Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **52**: 3389-3393.
- Kalt, W. dan McDonald, J.E. 1996. Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of American Social and Horticultural Sciences*. **121**: 142-146.
- Kilburn, J.D., Teerawutgulrag, A., Thitilertdecha, N. dan Rakariyatham, N. 2010. Identification of major phenolic compounds from *Nephelium lappaceum L.* and their antioxidant activities. *Molecules*. **15**: 1453-1465.
- Kim, H., Moon, J.Y., Kim, H., Lee, D.S., Cho, M., Choi, H.K., Kim, Y.S., Ashik M. dan Cho, S.K. 2010. Antioxidant and antiproliferative activites of mango (*Mangifera Indica L.*) flesh and peel. *Food Chemistry*. **121**: 429-436.
- Kruger, J.E., Matsuo, R.B. dan Dick, J.W. 1998. *Pasta and Noodle Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Kwok, B.H.L., Hu, C., Durance, T. dan Kitts, D.D. 2004. Dehydration techniques affect phytochemical contents and free radical scavenging activities of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia Nutt.*). *Journal of Food Science*. **69**: 122-126.
- Lalel, H.J.D., Singh, Z. dan Tan, S.C. 2003. Glycosidically-bound aroma volatile compounds in the skin and pulp of Kensington Pride mango fruit at different stages of maturity. *Postharvest Biology and Technology*. **29**: 205-218.
- Larrauri, J.A., Ruperez, P. dan Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **54**: 1390-1393.
- Lee, J.H. dan Kim, H.J. 2009. Vacuum drying kinetics of asian white radish (*Raphanus sativus L.*) slices. *LWT- Food Science and Technology*. **42**: 180-186.
- Lim, Y.Y., Lim, T.T dan Tee, J.J. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*. **103**: 1003-1008.
- Litz, R.E. 2009. *The mango: Botany, Production and Uses* (2nd edition). United Kingdom: CAB International.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. **148**: 350-382.
- Ma, L., Chen, H., Zhu, W. dan Wang, Z. 2011. Effect of different drying methods on physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides extracted from mushroom *Inonotus obliquus*. *Food Research International*. **Xxx**: xxx-xxx.

- Manach, C., Scalbert, A., Monrad, C., Remesy, C. dan Jimenez, L. 2004. Polyphenols: Food sources and Bioavailability. *American Journal of Clinical and Nutrition*. **79**: 727-747.
- Manggaji, U. 2009. Mango Fruit Nutrition Facts, <http://www.nutrition-and-you.com/mango-fruit.html>. Diambil pada 10 Oktober 2011.
- Maskan, A., Kaya, S. dan Maskan, M. 2001. Hot air and sun drying of grape leather (pastil). *Journal of Food Engineering*. **54**: 81-88.
- Meester, F.D., Zibadi, S. dan Watson, R.R. 2010. *Modern Dietary Fat Intakes in Disease Promotion*. New York: Humana Press.
- Mehrnoosh, A., Tan, C.P., Hamed, M., Norashikin, A.A. dan Ling, T.C. 2010. Optimisation of freeze drying condition for purified serine protease from mango (*Mangifera Indica* CV. Chokanan) peel. *Food Chemistry*. **128**: 158-164.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. dan Carr, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). Boca Raton: CRC press LLC.
- Moraga, G., Igual M., Garcia-martinez, E., Mosquera, L.H. dan Martinez-Navarrete, N. 2012. Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder. *Journal of Food engineering*. **Xxx**: xxx-xxx
- Muller, L., Gnøyke, S., Popken, A.M. dan Bohm, V. 2010. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT- Food Science and Technology*. **43**: 992-999.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Australia: Thomson Wadsworth.
- Naithani, V., Nair, S., Kakkar, P. 2006. Antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. *Food Research International*. **39**: 176-181.
- Nawirska, A., Figiel, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A. dan Biesiada, A. 2008. Drying Kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*. **94**: 14-20
- Nicoli, M.C., Anese, M. and Parpinel, M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. **10**(3): 223-227
- Nielsen, S.S. 2003. *Food Analysis*. (3rd edition). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Norhaizan Mohd Esa dan Phuah, S.C. 2009. *Rhaphidophora decursiva* leaves: Phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. **37**(1): 61-66.

Norshazila S, Syed Zahir I, Mustapha Sulaiman K., Aishah M.R. dan Kamarul Rahim K. 2010. Antioxidant levels and activities of selected seeds of Malaysian tropical fruits. *Malaysian Journal of Nutrition*. **16**: 149-159.

Nutrient Composition of Malaysian Foods. *Asean Food Habits Project 1988*. Food Habits Research and Development Malaysia.

Oreopoulu, V. 2003. Extraction of natural antioxidants. Dalam Liadakis, G. dan Tzia, C. (ed.). *Extraction Optimization in Food Engineering*. Boca Raton: CRC Press.

Othman Hassan. 1993. *Model Perusahaan Mi Kuning*. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.

Papas, A.M. 1999. *Antioxidant status, diet, nutrient and health*. Boca Raton: CRC press.

Patthamakanokporn, O., Puwastein, P. dan Nitithamyong, A. 2008. *Journal of Food Composition and Analysis*. **21**: 241-248.

Peng, S. dan Zhao, M. 2009. *Pharmaceutical Bioassays: Methods and Applications*. New Jersey: John Wiley & Sons inc.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2006. Statistic on crops, <http://faostat.fao.org>. Diambil pada 23 November 2011.

Pereira, S.A., Batuca, J.R., Caixas, U., Branco, T., Delgado-Alves, J., Germano, I., Lampreia, F. dan Monteiro, E.C. 2009. Effect of efavirenz on high-density lipoprotein antioxidant properties in HIV-infected patients. *British Journal of Clinical Pharmacology*. **68**(6): 891-897.

Portal rasmi Pusat pembangunan perniagaan dan makanan (agribdc), Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia (MOA). 2010. Mangga, <http://www.agribdc.gov.my/mangga>. Diambil pada 23 November 2011.

Prakash, A., Rigelhof, F. dan Miller, E. 2000. Antioxidant activity. Medallion laboratories analytical progress. pdf

Prasad, N.K., Shivamurty, G.R., Aradhya, S.M. 2008. Ipomoea aquatic An underutilized green leafy vegetable: A review. *International Journal of Botany*. **4**: 123-129.

Prasad, K.N. 2011. *Micronutrients in Health and Disease*. Boca Raton: CRC Press, Taylor Francis Group LLC.

Prior, R. dan Cao, L.G. 2000. Antioxidant photochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *Horticultural Sciences*. **35**: 588-592.

Prior, R.L., Wu, X. dan Schaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **53**: 4290-4302

- Prior, R.L., Wu, X. dan Schaich, K. 2005. Standardized methods for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **53**: 4290-4302.
- Provesi, J.G., Dias, C.O. dan Amante, R. 2011. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chemistry*. **128**: 195-202.
- Ranhotra, G. 1998. Asian Noodle Technology. *Asian Noodle Technical Bulletin*. **XX(12)**: 1-10.
- Robertson, L.G. 2006. *Food Packaging Principles and Practice*. (2nd edition). Boca Raton: CRC Press LLC.
- Robinson, D.S. dan Eskin, N.A.M. 2001. *Food Shelf Life Stability, Chemical, Biochemical and Microbiological Changes*. Boca Raton: CRC press.
- Saohin, W., Boonchoong, P., Lamlikitkuakoon, S. 2007. effects of drying temperature and residual moisture content of Fa-Tha-Li (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees) crude powder for capsule preparation. *Thai Journal of Pharmacological Sciences*. **31**: 28-35.
- Shibamoto, T., Bjeldanes, L.F. 2009. *Introduction to Food Toxicology*. London: Academic Press.
- Siah, W.M., Faridah, H., Rahimah, M.Z., Mohd Tahir, S. dan Mohd Zain, D. 2011. Effects of packaging materials and storage on total phenolic content and antioxidant activity of *Centella Asiatica* drinks. *Journal of Tropical Agriculture And Food Science*. **39**: 29-35.
- Sivasankar, B. 2002. *Food Processing and Preservation*. New Delhi: Prentice Hall of India.
- Soleha Ishak. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kuala Lumpur: Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Suparat, R., Sikkhamondhol, C., Jariyavattanavajit, C. dan Teangpook, C. 2008. Development of instant noodles from high-iron rice and iron-fortified rice flour. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. **30(6)**: 713-721.
- Taub, I.A. dan Singh, R.P. 1998. *Food Storage and Stability*. USA: CRC. Press LLC.
- Tyung, T.S., Nagendra Prasad, K. dan Amin, I. 2010. Antioxidant capacity, phenolics and isoflavones in soybean by-products. *Food Chemistry*. **123**: 583-589.
- Vashisth, T., Rakesh K.S. dan Pegg, R. 2011. Effects of drying on the phenolics content and antioxidant activity of muscadine pomace. *LWT-Food Science and Technology*. **44**: 1649-1657.
- Velioğlu, Mazza, S.G., Gao, L. dan Oomah, B.D. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **46**: 4113-4117.

- Vergara-Valencia, N., Granados- Perez, E., Agama-Avecedo, E., Tovar, J., Ruales, J. dan Bello-Perez, L.A. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT- Food Science and Technology*. **40**: 722-729.
- Vinson, J.A., Hao, Y., Su, X. dan Zubik, L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **46**: 3630-3634.
- Wang, S.Y., Chang, H.N., Lin K.T., Lo, C.P., Yang, N.S. dan Shyur, L.F. 2003. Antioxidant properties and phytochemical characteristics of extracts from *Lactuca indica*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **51**: 1506-1512.
- Whitney, E., DeBruyne, L.K., Pinna, K. dan Rolfs, S.R. 2011. *Nutrition for Health and Health Care* (4th edition). Wadsworth: Cengage Learning.
- Yang, J., Gadi, R., Paulino, R. dan Thomson, T. 2010. Total Phenolics, ascorbic acid and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. *Food Chemistry*. **122**: 627-632.
- Yoo, K.M., Lee, K.W., Park, J.B., Lee, H.J. dan Hwang, I.K. 2004. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of yuzu (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) during maturation and between cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **52**: 5907-5913.