

**PENYEDIAAN SERBUK SERABUT DIET DARIPADA  
KULIT LIMAU BALI**

**CHOO CHUA KUEN**

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA  
SAINS MAKANAN  
TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES**

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

**2011**

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: Penyediaan Serbuk Serabut Diet daripada Kulit  
Limau Bali

TAJUK: Ijazah Sarjana Muda Sains Makanan  
Teknologi Makanan dan Bioproses  
SESI PENGAJIAN: 2007/2008

NAMA: CHOO CHUA KUENI

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

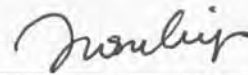
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: A-10-24 - PPR

Taman Mulia, Jalan

Budiman 1, Cheras 56000

K.L

Tarikh: 27 July 2011

Dr. Lee Jau Shya

Nama Penyelia

Tarikh: 27 July 2011

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).



## PENGAKUAN

Saya mengakui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satu saya jelaskan sumbernya.

18 April 2011



---

CHOO CHUA KUEN  
BN 0711 0144

## PENGESAHAN

NAMA : CHOO CHUA KUEN

NO. MATRIK : BN 0711 0144

TAJUK : PENYEDIAAN SERBUK SERABUT DIET DARIPADA KULIT  
LIMAU BALI

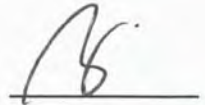
IJAZAH : SARJANA MUDA TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES

TARIKH VIVA : 18 MEI 2011

## DISAHKAN OLEH

1. **PENYELIA**

Dr. Lee Jau Shya



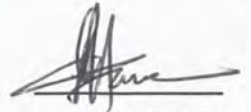
2. **PEMERIKSA-1**

Dr. Patricia Matanjun



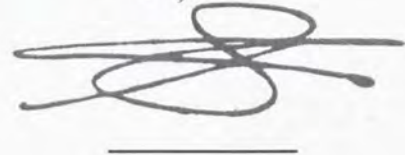
3. **PEMERIKSA-2**

En. Mansoor Abd Hamid



4. **DEKAN**

Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



## PENGHARGAAN

Dengan segala hormatnya, saya mendahulukan sekalung terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Lee Jau Shya atas segala bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang tempoh penyelidikan ini.

Di samping itu, saya juga ingin merakamkan terima kasih kepada pembantu makmal, Pn. Marni, Pn Doreen, Cik Juliah, Encik Taipin, Encik Othman dan Encik Sahirun, yang banyak membantu sepanjang penyelidikan ini. Selain itu, saya juga ingin berterima kasih kepada Encik Chong yang membekalkan kulit Limau Bali kepada saya.

Akhirnya, saya ingin berterima kasih kepada rakan-rakan, Ho, Tey dan Tan yang membantu dan memberi dorongan kepada saya. Di sini, saya mengucapkan terima kasih dan semoga maju jaya kepada semua pihak yang pernah membantu saya selama ini.



## ABSTRAK

Penyelidikan ini dijalankan untuk menentukan kandungan serabut diet dalam bahagian kulit limau bali yang berbeza dan mengenalpasti kesan penceluran, kaedah pengeringan dan saiz serbuk ke atas sifat-sifat berfungsi serbuk kulit limau bali. Rekabentuk Faktorial 2x2x2 melibatkan pembolehubah bahagian kulit (albedo atau flavedo dan albedo), kesan penceluran (celur atau tidak celur) dan kaedah pengeringan (ketuhar udara panas atau ketuhar vakum) digunakan dalam kajian ini. Kandungan kelembapan, abu, lemak, protein, serabut diet larut (SDF), serabut diet tidak larut (IDF) dan jumlah serabut diet (TDF) ditentukan berdasarkan kaedah piawai AOAC. Serbuk serabut diet hasilan bahagian kulit albedo mempunyai kandungan serabut diet, keupayaan mengembang dan keupayaan tampung air yang lebih tinggi daripada bahagian kulit flavedo dan albedo ( $p < 0.05$ ). Penceluran didapati meningkatkan kandungan abu, serabut diet, keupayaan mengembang dan keupayaan tampung air dan mengurangkan pemerangan, nisbah IDF:SDF serta kiraan TPC dan kiraan yis dan kulat secara signifikan ( $p < 0.05$ ). Manakala pengeringan vakum menghasilkan serbuk serabut diet yang tinggi keupayaan mengembang dan keupayaan tampung air ( $p < 0.05$ ). Saiz serbuk 180-250 $\mu\text{m}$  mempunyai keupayaan mengembang, keupayaan tampung air dan keupayaan tampung minyak yang lebih tinggi daripada serbuk bersaiz  $< 180\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). Kesan interaksi antara penceluran dan kaedah pengeringan ke atas ciri-ciri serbuk serabut diet juga dapat diperhatikan melalui kajian ini. Serbuk serabut diet hasilan bahagian albedo yang disediakan dengan penceluran dan pengeringan vakum mempunyai kandungan serabut diet yang setinggi 77.20%, serta keupayaan mengembang, keupayaan tampung air dan keupayaan tampung minyak yang paling tinggi antara semua sampel ( $p < 0.05$ ).



## **ABSTRACT**

### **PREPARATION OF HIGH DIETARY FIBER POWDER FROM POMELO PEEL**

*This study was carried out to determine the content of dietary fibre in different part of pomelo peel and to identify the effects of blanching and drying method on the functional properties of pomelo peel powder. A 2x2x2 Factorial Design with variables involving part of the peel (albedo or flavedo and albedo), blanching effect (with or without blanching) and drying method (hot air drying or vacuum drying) was used. The moisture, ash, fat, protein, soluble dietary fiber (SDF), insoluble dietary fiber (IDF) and total dietary fiber (TDF) content were determined using standard AOAC method. Dietary fibre powder produced from albedo showed higher dietary fibre content, swelling capacity and water holding capacity than dietary fibre produced from flavedo and albedo ( $p < 0.05$ ). Blanching was found to increase the ash content, dietary fibre content, swelling capacity and water holding capacity and reduce browning, IDF:SDF ratio, TPC and yeast and mould count significantly ( $p < 0.05$ ). However, vacuum drying produced dietary fibre powder with high swelling capacity and water holding capacity ( $p < 0.05$ ). Powder with particle size between 180-250 $\mu\text{m}$  also had higher swelling capacity, water holding capacity and oil holding capacity than powder with particle size  $< 180\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). The interaction effect between blanching and drying method on pomelo peel dietary fibre powder properties was also observed in this study. Dietary fibre powder produced from albedo of pomelo peel prepared by blanching and vacuum drying contained as high as 77.20% dietary fibre, and the highest swelling capacity, water holding capacity and oil holding capacity among all samples ( $p < 0.05$ ).*

## SENARAI KANDUNGAN

TAJUK	Halaman
<b>PENGAKUAN</b>	i
<b>PENGESAHAN PEMERIKSA</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vi
<b>SENARAI JADUAL</b>	viii
<b>SENARAI GRAF</b>	ix
<b>SENARAI SIMBOL</b>	x
<b>SENARAI UNIT</b>	xi
<b>SENARAI UNIT SINGKATAN</b>	xii
<b>SENARAI PERSAMAAN</b>	xiii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>BAB 1 : PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Rational Kajian	3
1.3 Kepentingan Kajian	3
1.4 Objektif Kajian	4
<b>BAB 2 : ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	5
2.1 Serabut Diet	5
2.1.1 Serabut Diet dan Penurunan Kolesterol Serum	7
2.1.2 Serabut Diet Sebagai Prebiotik	8
2.1.3 Sifat-sifat Berfungsi Serbuk Serabut Diet	8
2.1.4 Kaedah-kaedah Penentuan Kandungan Serabut Diet	14
2.2 Botani Limau Bali	16
2.3 Sisa Sampingan yang Digunakan untuk Menghasilkan Serbuk Serabut Diet	20
2.4 Potensi Pembangunan Sisa Sampingan	22
<b>BAB 3 : BAHAN DAN KAEDAH</b>	23
3.1 Bahan	23
3.1.1 Bahan Kimia	23
3.1.2 Alat Radas	23
3.2 Persampelan	23
3.3 Reka Bentuk Eksperimen	23
3.4 Kaedah Penyediaan Serbuk Serabut Diet	24
3.5 Penentuan Kandungan Serabut Diet	25





3.6 Penentuan Kandungan Kelembapan	27
3.7 Penentuan Kandungan Abu	28
3.8 Penentuan Kandungan Protein Kasar	29
3.9 Penentuan Kandungan Lemak Kasar	29
3.10 Penentuan Warna	30
3.11 Ujian Mikrobiologi	31
3.12 Penentuan Keupayaan Mengembang	32
3.13 Penentuan Keupayaan Tampung Air dan Minyak	32
3.1.4 Analisis Statistik	33
<b>BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	<b>34</b>
4.1 Penyediaan Sampel	34
4.2 Kandungan Serabut Diet	35
4.3 Kandungan Lembapan	38
4.4 Kandungan Abu	39
4.5 Kandungan Protein	40
4.6 Kandungan Lemak	42
4.7 Warna	43
4.8 Mikrobiologi	45
4.9 Keupayaan Mengembang	46
4.10 Keupayaan Tampung Air	47
4.11 Keupayaan Tampung Minyak	49
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Cadangan	53
<b>RUJUKAN</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>62</b>

## SENARAI JADUAL



<b>No. Jadual</b>	<b>Halaman</b>
Jadual 2.1: Komposisi-komposisi Serabut Diet	6
Jadual 2.2: Nisbah Serabut Diet Tidak Larut dan Serabut Diet Larut dan Sifat-sifat Berfungsi Serbuk Serabut Diet Buah-buahan	9
Jadual 2.3: Nisbah Serabut Diet Tidak Larut dan Serabut Diet Larut dan Sifat-sifat Berfungsi Serbuk Serabut Diet Sayur-sayuran dan Lain-lain	10
Jadual 2.4: Kaedah-kaedah Penentuan Kandungan Serabut Diet	14
Jadual 2.5: Kandungan Nutrisi Buah Limau Bali per 100g (44kcal)	18
Jadual 2.6: Kandungan Flavonoid, Karotenoid dan Pektin dalam Kulit	19
Jadual 2.7: Kandungan Serabut Diet dalam Pelbagai Jenis Buah-buahan	20
Jadual 2.8: Kandungan Serabut Diet dalam Pelbagai Jenis Sayur-sayuran	20
Jadual 3.1: Kaedah Penyediaan Serbuk Serabut Diet daripada Kulit Limau Bali	25
Jadual 4.1: Kadar Perolehan Kulit Limau bali	34
Jadual 4.2: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Kandungan Serabut Diet Serbuk Kulit Limau Bali	35
Jadual 4.3: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Kandungan Lembapan Serbuk Kulit Limau Bali	38
Jadual 4.4: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Kandungan Abu Serbuk Kulit Limau Bali	40
Jadual 4.5: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Kandungan Protein Kasar Serbuk Kulit Limau Bali	41
Jadual 4.6: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Kandungan Lemak Kasar Serbuk Kulit Limau Bali	42
Jadual 4.7: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan yang berbeza ke atas Warna Serbuk Kulit Limau Bali	44
Jadual 4.8: Kandungan Hitungan Piring Jumlah (TPC) dan Yis dan Kulat	45
Jadual 4.9: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan ke atas Keupayaan Mengembang pada Saiz Serbuk Kulit Limau Bali yang berbeza	46
Jadual 4.10: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan ke atas Keupayaan Tampung Air pada Saiz Serbuk Kulit Limau Bali yang berbeza	48
Jadual 4.11: Kesan Penceluran dan Kaedah Pengeringan ke atas Keupayaan Tampung Minyak pada Saiz SerbukKulit Limau Bali yang berbeza	49



## SENARAI RAJAH

### **No. Rajah**

Rajah 4.1: Sampel Serbuk Kulit Limau Bali

### **Halaman**

43



## SENARAI SIMBOL

%	Peratus
-	Hingga
±	Lebih kurang
β	Beta
α	Alpha
μ	micro



## SENARAI UNIT

kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
$\mu\text{g}$	microgram
M	mol
ml	mililiter
L	liter
sm	sentimeter
$\mu\text{m}$	micrometer
kPa	kilo Pascal
$^{\circ}\text{C}$	darjah celsius
CFU	colony forming unit



## SENARAI SINGKATAN

AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i>
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variances</i>
WHO	<i>World Health Organisation</i>
MANS	<i>Malaysian Adult Nutrition Survey</i>
NDO	<i>Non-Digestible Oligosaccharides</i>
ITFnet	<i>International Tropical Fruits Network</i>
FAO	<i>Food and Agricultural Organisation</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Asid sulfurik
HCl	Asid hidroclorik
IDF	<i>Insoluble Dietary Fiber</i>
TPC	<i>Total Plate Count</i>
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
SDF	<i>Soluble Dietary Fiber</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>
TDF	<i>Total Dietary Fiber</i>



## SENARAI PERSAMAAN

<b>Persamaan</b>	<b>Halaman</b>
3.1 Kandungan Serabut Diet	27
3.2 Kandungan Kelembapan	27
3.3 Kandungan Abu	28
3.4 Kandungan Protein Kasar	29
3.5 Kandungan Lemak Kasar	30
3.6 Kiraan Koloni	31
3.7 Keupayaan Mengembang	32
3.8 Keupayaan Tampung Air/ Minyak	32

## SENARAI LAMPIRAN

	<b>HALAMAN</b>
Lampiran A ANOVA satu Hala dan ANOVA 2-Hala Kadar Hasil Perolehan	62
Lampiran B ANOVA satu Hala Kandungan Serabut Diet	63
Lampiran C ANOVA 2-Hala Kandungan SDF Sampel A	64
Lampiran D ANOVA 2-Hala Kandungan IDF Sampel A	65
Lampiran E ANOVA 2-Hala Kandungan TDF Sampel A	66
Lampiran F ANOVA 2-Hala Kandungan SDF Sampel FA	67
Lampiran G ANOVA 2-Hala Kandungan IDF Sampel FA	68
Lampiran H ANOVA 2-Hala Kandungan TDF Sampel FA	69
Lampiran I ANOVA satu Hala Kandungan Proksimat	70
Lampiran J ANOVA 2-Hala Kandungan Lembapan	71
Lampiran K ANOVA 2-Hala Kandungan Abu	72
Lampiran L ANOVA 2-Hala Kandungan Protein	73
Lampiran M ANOVA 2-Hala Kandungan Lemak	74
Lampiran N ANOVA satu Hala Warna	75
Lampiran O ANOVA 2-Hala Warna (Keterangan)	76
Lampiran P ANOVA 2-Hala Warna (Kemerahan)	78
Lampiran Q ANOVA 2-Hala Warna (Kebiruan)	80
Lampiran R ANOVA satu Hala Mikrobiologi	82
Lampiran S ANOVA 2-Hala Mikrobiologi (TPC)	83
Lampiran T ANOVA 2-Hala Mikrobiologi (Yis dan Kulat)	84
Lampiran U ANOVA satu Hala Keupayaan Mengembang, Keupayaan Tampung Air dan Keupayaan Tampung Minyak	85
Lampiran V ANOVA 2-Hala Keupayaan Mengembang	86
Lampiran W ANOVA 2-Hala Keupayaan Tampung Air	87
Lampiran X ANOVA 2-Hala Keupayaan Tampung Minyak	88



## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Latar Belakang Kajian

Pengetahuan pengguna mengenai kebaikan pengambilan serabut diet terhadap kesihatan telah menyebabkan pengambilan serabut diet meningkat dan semakin banyak produk makanan berkandungan serabut diet tinggi muncul di pasaran. Oleh itu, permintaan bahan mentah tinggi serabut diet turut meningkat. Baru-baru ini, Menteri Besar Terengganu Datuk Seri Ahmad Said menyeru penyelidikan pembangunan sisa buah-buahan dijalankan supaya mengatasi masalah lambakan buah-buahan di pasaran, semasa *Malaysian Agriculture, Horticulture & Agrotourism Exhibition 2010* (Bernama, 2010).

Serabut diet boleh dikelaskan kepada gentian larut dan gentian tidak larut yang terdiri daripada polisakarida dan karbohidrat. Menurut Persatuan Pemakanan Malaysia (2000) pengambilan serabut yang mencukupi adalah lebih kurang 20 hingga 30g sehari. Serabut diet membantu fungsi pelawasan dan mengurangkan simptom sembelit, penyakit divertikular dan buasir. Kini, terdapat banyak kajian yang mengaitkan pengambilan serabut diet dengan penurunan risiko mengidap penyakit kanser, diabetes, dan penyakit jantung (Persatuan pemakanan Malaysia, 2000; Pereira *et al.*, 2004; Eshak *et al.*, 2010). Selain itu, serabut diet didapati berfungsi membantu pencernaan dan penyerapan dalam usus kecil (Elleuch *et al.*, 2010; Persatuan Diet Malaysia, 2000; Schieber *et al.*, 2001).

Terdapat pelbagai jenis serbuk serabut diet yang pernah dihasilkan dengan limau, oren, lobak, daun kubis, ubi keledak dan asparagus dan sifat-sifat berfungsi serbuk ini telah diselidik (Fuentes-Alventosa *et al.*, 2009a; Lario *et al.*, 2004; Chantaro *et al.*, 2008; Nilnakara *et al.*, 2009; Yamazaki *et al.*, 2005; Larrauri *et al.*, 1996; Lou *et al.*, 2009; Elleuch *et al.*, 2010; Mei *et al.*, 2010). Di samping itu, sifat-sifat berfungsi



seperti keupayaan tampung air, keupayaan tampung minyak, keupayaan mengembang dan keterlarutan serabut diet membolehkan serbuk serabut diet sesuai digunakan sebagai penstabil, pengemulsi dan agen pemukal tanpa kalori (Schieber *et al.*, 2001; Elleuch *et al.*, 2010). Sifat-sifat ini adalah disebabkan oleh kebolehan serabut larut yang membentuk gel. Sifat-sifat berfungsi serbuk serabut diet yang didedahkan kepada pelbagai jenis rawatan yang berbeza pernah dikaji oleh Lario *et al* (2004) dan Chantaro *et al* (2008).

Limau bali (*Citrus grandis*) juga dikenali sebagai limau tambun, limau abong atau limau besar di Malaysia. Buah limau bali merupakan buah sitrus yang paling besar dan boleh mencapai diameter berukuran 30sm (ITFnet, 2010). Limau bali ditanam secara meluas di Malaysia terutama di negeri Perak, Kedah, Melaka, Kelantan dan Johor. Limau bali juga ditanam di negara jiran seperti Thailand dan Indonesia. Terdapat dua jenis limau bali yang popular di Malaysia iaitu PO51 (Shatian) dan PO52 (Tambun putih). Kedua-dua variati limau bali ini manis dan sedap dimakan.

Limau bali biasanya dimakan segar atau diproses untuk mendapatkan jusnya. Limau bali segar biasanya dijual bersama kulit atau tanpa kulit di pasar raya dan kedai buah-buahan. Industri pemprosesan jus buah limau bali dan pasar raya menghasilkan banyak sisa yang dibuang selepas selepas jusnya diestrak dan isinya dipisahkan. Sisa-sisa ini termasuklah, kulit, pulpa, dan biji buah tersebut. Sisa-sisa ini biasanya dibuang atau diproses menjadi makanan haiwan atau baja (Westendorf, 2000). Sebenarnya, sisa-sisa ini mempunyai potensi yang besar dalam industri makanan berfungsi kerana ia ini mengandungi nutrisi yang tinggi contohnya, serabut diet, beta-karoten, antioksidan, flavanol dan sebatian fenolik (Schieber *et al.*, 2001; Guo *et al.*, 2003; Sudha *et al.*, 2007). Wang *et al.* (2008) mendapati kulit limau bali mengandungi serabut yang yang tinggi. Justeru, pembangunan produk sampingan dari sisa pelbagai jenis buah-buahan, sayur-sayuran dan bijirin digunakan untuk menghasilkan produk yang bergentian tinggi amat digalakkan.

## 1.2 Rational Kajian

Beberapa kajian serbuk serabut diet mendapati keupayaan tampung air, keupayaan tampung minyak dan keupayaan mengembang akan terpengaruh apabila penceluran, pengeringan dilaksanakan pada suhu yang berbeza dan saiz serbuk yang berbeza digunakan semasa penyediaan serbuk serabut diet (Lario *et al.*, 2004; Chantaro *et al.*, 2008). Proses pengeringan merupakan rawatan yang penting dalam penghasilan serbuk serabut diet kerana ia menentukan kestabilan dan tempoh hayat serbuk. Pengeringan juga merupakan proses yang mahal dalam penghasilan serbuk serabut diet. Oleh itu, pemilihan kaedah pengeringan yang cekap dan murah penting untuk menghasilkan serbuk serabut diet yang jimat kos dan bermanfaat. Selain itu, tidak banyak kajian yang mengkaji kesan kaedah pengeringan yang berbeza keatas sifat-sifat berfungsi serbuk serabut diet. Pelaksanaan kajian ini membantu menentukan kesan faktor-faktor di atas.

## 1.3 Kepentingan Kajian

Penyelidikan dan pembangunan produk sampingan amat diperlukan untuk meningkatkan kepelbagaian dan mengurangkan kos sumber bahan mentah ramuan makanan semula jadi dan sumber serabut diet. Oleh kerana pengguna pada masa kini lebih menitikberatkan produk makanan yang berkhasiat dan makanan dari bahan semula jadi, permintaan terhadap bahan mentah semula jadi turut meningkat. Justeru, pembangunan sisa-sisa kepada bahan mentah baru semakin penting dan bermanfaat.

Tambahan lagi, penggunaan sisa pemprosesan buah-buahan dapat mengurangkan bahan sisa, mambantu pemuliharaan sumber dan menjimatkan kos. Jikalau sisa-sisa ini dapat digunakan untuk menghasilkan bahan makanan maka pembaziran dapat dikurangkan. Limau bali sesuai digunakan untuk menghasilkan serbuk serabut diet adalah kerana untuk sebiji limau bali hanya 53% sahaja yang digunakan dan 47% lain dibuang dan dianggap tidak bernilai (*Food Habits Research and Development, 1988*).

#### **1.4 Objektif**

Berikut merupakan objektif penyelidikan ini:

1. Mengenalpasti perbezaan kandungan serabut diet dalam bahagian kulit tanpa flavedo dan kulit flavedo dan albedo limau bali
2. Mengkaji kesan penceluran, kaedah pengeringan vakum, kaedah pengeringan udara panas dan saiz zarah yang berbeza keatas kandungan serabut diet, keupayaan tampung air, keupayaan tampung minyak dan keupayaan mengembang serbuk serabut diet yang terhasil.

## Bab 2

### Ulasan Kepustakaan

#### 2.1 Serabut Diet

Menurut AACC (2001), serabut diet merupakan bahagian makanan yang boleh dimakan atau karbohidrat analog yang menentang penghadaman dan penyerapan dalam usus kecil manusia dengan fermentasi sepenuh atau separa dalam usus besar. Serabut diet termasuk polisakarida, oligosakarida, lignin dan bahan berkaitan tumbuhan. Persatuan Pemakanan Malaysia (2000) mengatakan bahawa serabut diet dibahagikan kepada serabut larut dan serabut tidak larut yang tidak boleh dihadamkan. Serabut diet larut adalah seperti beta-glukan, psillium, pektin dan gam guar, manakala serabut diet tidak larut adalah lignin, selulosa dan sesetengah hemiselulosa (AACC, 2001). Buah-buahan dan sayur-sayuran merupakan sumber serabut diet yang baik, terutamanya serabut diet larut (Elleuch *et al.*, 2010).

Serabut diet menggalakkan kesan fisiologi yang bermanfaat seperti pelawasan, mengurangkan symptom sembelit, penyakit divertikular dan menurunkan kolesterol darah serta glukosa darah jikalau pengambilan harian yang mencukupi. Selain itu, ia juga boleh mengurangkan risiko penyakit jantung dan kanser (Knoop *et al.*, 1999; Panduan Diet Malaysia, 2000; AACC, 2001; Schieber *et al.* 2001; Elleuch *et al.* 2010). Komposisi-komposisi yang dikelaskan sebagai serabut diet boleh diringkaskan seperti dalam Jadual 2.1.

**Jadual 2.1: Komposisi-komposisi serabut diet**

<p><b>Komposisi Serabut Diet</b></p> <p><b><i>Non-Starch Polysaccharides and Resistant Oligosaccharides</i></b></p> <p><i>Cellulose</i></p> <p><i>Hemicellulose</i></p> <p><i>Arabinoxylans</i></p> <p><i>Arabinogalactans</i></p> <p><i>Polyfructoses</i></p> <p><i>Inulin</i></p> <p><i>Oligofructans</i></p> <p><i>Galactooligosaccharides</i></p> <p><i>Gums</i></p> <p><i>Mucilages</i></p> <p><i>Pectins</i></p>
<p><b><i>Analogous Carbohydrates</i></b></p> <p><i>Indigestible Dextrins</i></p> <p><i>Resistant Maltodextrins (from corn and other sources)</i></p> <p><i>Resistant Potato Dextrins</i></p> <p><i>Synthesized Carbohydrate Compounds</i></p> <p><i>Polydextrose</i></p> <p><i>Methyl cellulose</i></p> <p><i>Hydroxypropylmethyl Cellulose</i></p> <p><i>Indigestible ("resistant") Starches</i></p>
<p><b><i>Lignin</i></b></p>
<p><b><i>Substances Associated with the Non-Starch Polysaccharide and Lignin Complex in Plants</i></b></p> <p><i>Waxes</i></p> <p><i>Phytate</i></p> <p><i>Cutin</i></p> <p><i>Saponins</i></p> <p><i>Suberin</i></p> <p><i>Tannins</i></p>

Sumber: AACC, 2001

Mengikut saranan daripada Persatuan Pemakanan Malaysia (2000) pengambilan serabut diet yang mencukupi adalah 20g hingga 30g sehari. Pengambilan harian serabut diet yang ditetapkan oleh Persatuan Pemakanan Malaysia berbeza dengan pengambilan harian yang ditetapkan oleh WHO (2003), iaitu lebih daripada 25g sehari. Tambahan lagi, WHO (2003) menetapkan nilai ini berdasarkan pengambilan tenaga harian. Kajian Ng *et al.* (2010) mendapati purata pengambilan serabut diet orang Malaysia adalah antara 10.7 g hingga 16.1 g sehari. MANS (2008) juga menyatakan bahawa 50% orang Malaysia yang pengambilan serabut diet harian tidak memenuhi keperluan yang ditetapkan oleh Persatuan Pemakanan Malaysia.

Oligosakarida yang tidak boleh dihadamkan (NDO) wujud secara semula jadi atau terhasil daripada hidrolisis oleh asid atau enzim atau transglikosilan. Kebanyakan NDO (kecuali sesetengah frukto-oligosakarida) boleh larut dalam 80% etanol. NDO yang sering digunakan dalam makanan adalah frukto-oligosakarida, beta-galakto-oligosakarida, polidektrosa, fibersol 2 dan alpha-galakto-oligosakarida. Frukto-oligosakarida dan inulin terdapat dalam kandungan yang tinggi dalam chicory, arthichoke, bawang dan tisu daun pelbagai jenis rumput. Frukto-oligosakarida terhasil daripada hidrolisis oleh asid dan enzim. Fruktan yang wujud secara semulajadi dan gula-neo yang terhasil dari pentransglikosilan sukrosa adalah tidak boleh diturunkan. Trans-galakto-oligosakarida adalah produk transglikosilan beta-galaktosida. Fibersol 2 terhasil daripada pemanasan dan tindakan enzim keatas kanji jagung (AACC, 2001; McCleary, 2003).

Kanji resistan merupakan kanji yang tidak dapat dihadamkan oleh enzim dalam usus kecil manusia, tetapi difermentasi separa atau sepenuhnya dalam usus besar (McCleary, 2003). Fruktan, kanji resistan dan NDO telah dikelaskan sebagai serabut diet dalam definisi AACC (2001). Oleh kerana kaedah AOAC 985.29 dan AOAC 991.43 tidak dapat menyatakan kuantiti fruktan, kanji resistan dan NDO, kaedah lain telah dicipta untuk menentukan kuantiti sebatian tersebut secara spesifik.

### **2.1.1 Serabut Diet dan Penurunan Kolesterol Serum**

Terdapat beberapa kajian yang mendapati pengambilan serabut diet pada tahap yang tertentu membantu pencegahan penyakit kardiovaskular melalui penurunan serum kolesterol lipoprotein ketumpatan rendah (Knoop *et al.*, 1999; Chau *et al.*, 2004; Naureen Shahzadi *et al.*, 2007). Kajian Chau *et al.* (2004) mendapati jumlah kolesterol bagi diet selulosa (5%) dan diet serabut diet tidak larut air dari *Citrus sinensis* (5%) adalah masing-masing 30.0% dan 47% lebih rendah berbanding diet tanpa serabut manakala kajian Naureen *et al.* (2007) mendapati kolesterol serum menurun sebanyak 17.2% bagi diet yang mengandungi 3g/100g gam guar. Knoop *et al.* (1999) pula mendapati pengambilan 20g serabut diet larut air (gam guar dan pektin) sehari menurunkan jumlah kolesterol darah sebanyak 4.8-8.9%.



Penurunan jumlah kolesterol dan kolesterol serum adalah disebabkan oleh kebolehan serabut diet mengikat asid hempedu dan kolesterol yang mengakibatkan kegagalan penyerapan semula asid hempedu dan kolesterol dalam darah. Oleh kerana itu kandungan asid hempedu menurun dan menyebabkan pembentukan semula asid hempedu dari kolesterol diperlukan. Secara tidak langsung, penggunaan kolesterol untuk penghasilan asid hempedu telah menyebabkan kandungan kolesterol turut menurun (Carron *et al.*, 1999; Chau *et al.*, 2004).

### **2.1.2 Serabut Diet Sebagai Prebiotik**

Selain itu, serabut diet tertentu turut mempamerkan aktiviti prebiotik (Molina, *et al.*, 2005). Prebiotic merujuk kepada bahan yang menentang penghadaman dalam usus kecil tetapi menjalani fermentasi dalam usus besar yang menghasilkan asid lemak rantai-pendek dan mempromosi pertumbuhan microflora bermanfaat. Serabut diet yang dikatakan sebagai prebiotic adalah seperti inulin dan fruktooligosakarida (Gibson, 2004; Li *et al.*, 2008).

Kajian Molina *et al.* (2005) membuktikan inulin dari chicory mampu meningkatkan pertumbuhan bacteria bifido dan lactobasili dalam usus besar manusia. Matteuzzi *et al.* (2004) juga mendapat keputusan yang sama iaitu pengambilan inulin dari germa gandum meningkatkan bifidobacteria dan lactobasili. Kajian *in vitro* dan *in vivo* oleh Li *et al.* (2008) pula menunjukkan inulin dari akar burdock dan fruktooligosakarida menurunkan pH dan meningkatkan bifidobacteria.

### **2.1.3 Sifat-sifat Berfungsi Serbuk Serabut Diet**

Sifat-sifat berfungsi serbuk serabut diet seperti keupayaan menampung air, keupayaan menampung minyak dan keupayaan mengembang sentiasa diuji semasa penghasilan serbuk serabut diet kerana sifat-sifat ini penting dari segi kefungsi teknologi (Elleuch *et al.*, 2010). Sifat-sifat tersebut dikatakan berkaitan dengan nilai nisbah serabut diet tidak larut dan serabut diet larut. Jadual 2.2 dan Jadual 2.3 menunjukkan keupayaan tampung air, keupayaan tampung minyak dan keupayaan mengembang bagi pelbagai jenis buah-buahan, sayur-sayuran, bijirin dan komoditi lain.



## Rujukan

- Abu Bakar, M.F., Mohamed, M., Rahmat, A. dan Fry, J. 2009. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry*. **113**: 479–483.
- Adelakun, O.E., Oyelade, O.J., Ade-Omowaye, B.I.O., Adeyemi, I.A., Van de Venter, M., dan Koekemoer, T.C. 2009. Influence of pre-treatment on yield chemical and antioxidant properties of a Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* moench) flour. *Food and Chemical Toxicology*. **47**: 657–661.
- Ajila, C.M., Aalami, M., Leelavathi, K. dan Prasada Rao, U.J.S. 2010. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **11**: 219–224.
- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16<sup>th</sup> edition. Gaithersburg: AOAC International.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17<sup>th</sup> edition. Gaithersburg: AOAC International.
- Arévalo-Pinedoa, A. dan Xidieh Murr, F. E. 2007. Influence of pre-treatments on the drying kinetics during vacuum drying of carrot and pumpkin. *Journal of Food Engineering*. **80(1)**: 152-156.
- Azizah Abdul-Hamid dan Yu, S. L. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*. **68**: 15-19
- Borchani, C., Besbes, S., Masmoudi, M., Blecker, C., Paquot, M. dan Attia, H. 2011. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. *Food Chemistry*. **125(4)**: 1194-1201.
- Burana-osot, J., Soonthornchareonnon, N., Chaidedgumjorna, A., Hosoyama, S. dan Toida, T. 2010. Determination of galacturonic acid from pomelo pectin in term of galactose by HPAEC with fluorescence detection. *Carbohydrate Polymers*. **81**: 461–465.

- Carron, N.M, Goni, I., Larrauri, J.A., Alonso, A.G. dan Calixto, F.S. 1999 . Reduction in FERUM Total and LDL Colesterol Concentration by a Dietary Fiber and Polyphenol-rich Grape Product in Hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research*. **19**(9): 1371-1381.
- Champ, M., Langkilde, A.M., Brouns, F., Kettlitz, B. dan Collet, Y.L.B. 2003. Advances in dietary fibre characterisation: Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*. **16**: 71–82.
- Chantaro, P., Devahastin, S. dan Chiewchan, N. 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *Food Science and Technology*. **41**: 1987-1994.
- Chau, C.F., Huang, Y.L. dan Lin, C.Y. 2004. Investigation of the cholesterol-lowering action of insoluble fibre derived from the peel of *Citrus sinensis* L. cv. Liucheng. *Food Chemistry*. **87**: 361–366.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. dan Attia, H. 2010. Dietary Fiber and Fibwer-rich By-products of food Processing: Characterisation, Technological Functionality and Commercial Applications: A review. *Food Chemistry*. **124**(2): 411-421.
- Eshak, E.S., Iso, H., Date, C., Kikuchi, S., Watanabe, Y., Wada, Y., Wakai, K. dan Tamakoshi, A. 2010. Dietary fiber Intake is Associated with Reduced Risk of Mortality from Cardiovascular disease among Japanese men and women. *Journal of Nutrtrion*. **140**: 1445-1453.
- Espachs-Barroso, A., Soliva-Fortuny, R.C. dan Martín-Belloso, O. 2005. A natural clouding agent from orange peels obtained using polygalacturonase and cellulase. *Food Chemistry*. **92** (1): 55-6.
- FAO. 2007. *Commodity Balances: Crops Primary Equivalent*. Food and Agriculture Organisation of The United Nations.
- Femenia, A., García-Pascual, P.G., Simal, S. dan Rosselló, C. 2003. Effects of heat and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydrate Polymers*. **51**: 397–405
- Figuerola, F., Hurtado, M.L., Estevez, A.M., Chiffelle, I. dan Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*. **91**: 395–401.

- Fuentes-Alventosa, J.M., Rodríguez-Gutiérrez, G., Jaramillo-Carmona, S., Espejo-Calvo, J.A., Rodríguez-Arcos, R., Fernández-Bolas, J., Guillén-Bejarano, R. dan Jiménez-Araujo, A. 2009a. Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food Chemistry*. **113**: 665–671.
- Fuentes-Alventosa, J.M., Jaramillo-Carmona, S., Rodríguez-Gutiérrez, G., Rodríguez-Arcos, R., Fernández-Bolañosa, J., Guillén-Bejarano, R., Espejo-Calvo, J.A. dan Jiménez-Araujo, A. 2009b. Effect of the extraction method on phytochemical composition and antioxidant activity of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food Chemistry*. **116** (2): 484-490.
- Garau, M.C., Simal, S., Rossello, C. dan Femenia, A. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*. **104**: 1014–1024.
- Garbelotti, M.L., Marsiglia, D.A.P. dan Torres, E.A. 2003. Determination and validation of dietary fiber in food by the enzymatic gravimetric method. *Food Chemistry*. **83**: 469–473.
- Gibson, G.R. 2004. Fiber and effects on probiotic (the prebiotic concept). *Clinical Nutrition Supplements*. **1**: 25–31.
- Goñi, I., Díaz-Rubio, M.E., Pérez-Jiménez, J. dan Saura-Calixto, F. 2009. Towards an updated methodology for measurement of dietary fiber, including associated polyphenols, in food and beverages. *Food Research International*. **42**: 840–846.
- Grigelmo-Miguel, N. dan Martín-Belloso, L. 1999. Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*. **32** (8): 503-508.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. dan Jiang, Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*. **23**:1719-1726.
- Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Abid, A., Medfei, W., Kallel, M., Brahim, N.B. dan Sebei, H. 2010. Composition of peel essential oils from four selected Tunisian Citrus species: Evidence for the genotypic influence. *Food Chemistry*. **123** (4): 1098-1104.

- Hua Q., Zhanga, M., Mujumdarb, A. S., Xiao, G. dan Sun, J. 2006. Drying of edamames by hot air and vacuum microwave combination. *Journal of Food Engineering*. **77(4)**: 977-982.
- Ittimongkol, B., Nitibhon, M., Srisuk, V. dan Saraya, S. 2004. Fiber-supplemented tablets from pomelo rind. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **6**: 53-59.
- Jacquelyn, G.B. 1996. *Microbiology Principle and Application 3<sup>rd</sup> Edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- Jang, H.D., Chang, K.S., Chang, T.C. dan Hsu, C.L. 2010. Antioxidant potentials of buntan pumelo (*Citrus grandis* Osbeck) and its ethanolic and acetified fermentation products. *Food Chemistry*. **118**: 554-558.
- Knopp, R.H., Superko, H.R., Davidson, M., Insull, W., Dujovne, C.A., Kwiterovich, P.O., Zavoral, J.H., Graham, K., O'Connor, R.R. dan Edelman, D.A. 1999. Long-Term Blood Cholesterol-Lowering Effects of a Dietary Fiber Supplement. *American Journal of Preventive Medicine*. **17(1)**: 18-23.
- Kontraszti, M., Hudson, G. J. dan Englyst, H. N. 1999. Dietary fibre in Hungarian foods measured by the Englyst NSP procedure and the AOAC Prosky procedure: a comparison study. *Food Chemistry*. **64 (4)**: 445-450.
- Lario, Y., Sendra, E., Garcia-Perez, J., Fuentes, C., Sayas-Barbera, E., Fernandez-Lopez, J. dan Perez-Alvarez, J.A. 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **5**: 113-117.
- Larrauri, J.A., Ruprez, P., Bravo, L. dan Saura-Calixto, F. 1996. High dietary fibre peels: associated powders from orange and lime polyphenols and antioxidant capacity. *Food Research International*. **29**: 751-162.
- Lecumberria, E., Mateosa, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goyaa, L. dan Bravo, L. 2007. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry*. **104(3)**: 948-954.
- Li, D., Kim, J.M., Jin, Z. dan Zhou, J. 2008. Prebiotic effectiveness of inulin extracted from edible burdock. *Anaerobe*. **14**: 29-34.



- Llobera, A., dan Cañellasa, J. 2007. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. *Food Chemistry*. **101(2)**: 659-666
- Lou, Z., Wang, H. Wang, D. dan Zhang, Y. 2009. Preparation of inulin and phenols-rich dietary fibre powder from burdock root. *Carbohydrate Polymers*. **78**: 666-671.
- Malaysian Adult Nutrition Survey (MANS) *Dietary Intake of Adults Aged 18 to 59 Years Vol. 5. 2003*. Ministry of Health (MOH).
- Malaysian National News Agency (BERNAMA) 2010. Research on fruit by-product. 11 Ogos: 4.
- Matteuzzi, D., Swennen, E., Rossi, M., Hartman, T. dan Lebet, V. 2004. Prebiotic effects of a wheat germ preparation in human healthy subjects. *Food Microbiology*. **21**: 119-124.
- Mei, X., Mu, T.H. dan Han, J.J. 2010. Composition and Physicochemical Properties of Dietary Fiber Extracted from Residues of 10 Varieties of Sweet Potato by a Sieving Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **58**: 7305-7310.
- Molina, D.L., Martinez, M.D.N., Melgarejo, F.R., Hiner, A.N.P., Chazarra, S. dan Lopez, J.N.R. 2005. Molecular Properties and Prebiotic effect of Inulin obtained from Artichoke. *Phytochemistry*. **66**: 1476-1484.
- Naureen S., Butt, M.S., Sharif, M.K. dan Muhammad N. 2007. Effect of guar gum on the serum lipid profile of Sprague Dawley rats. *LWT*. **40**: 1198-1205.
- Nilnakara, S., Chiewchan, N. dan Devahastin, S. 2009. Production of antioxidant dietary fibre powder from cabbage outer leaves. *Food and Bioprocesses processing*. **87**: 301-307.
- Nutrient Composition of Malaysian Foods. 1988. *Food Habits Research and Development, Malaysia*, 1988.
- Panduan Diet Malaysia. 2000. Persatuan Pemakanan Malaysia 2000.
- Pereira, M.A., O'Reilly, E., Augustsson, K., Fraser, G.E., Goldbourt, U., Heitmann, B.L., Knekt, P., Liu, S., Pietinen, P., Spiegelman, D., Stevens, J., Virtamo, J., Willett, W.C. dan Ascherio, A. 2004. Dietary fiber and risks of coronary heart disease a pooled analysis of cohort study. *Archives of internal Medicine*. **164**: 370-376.



Pomelo dalam <http://www.itfnet.org/contents/fruit/fruitInfo/html/trdLevel2021.html>.  
didapati pada 29 september 2010.

- Raghavendra, S.N., Ramachandra Swamy, S.R., Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Kumar, S. dan Tharanathan, R.N. 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*. **72**: 281–286.
- Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suarez, M.J. dan Mateos-Aparicio, I. 2008. Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. *Food Chemistry*. **108**: 1099–1105.
- Rodriguez-Ambriz, S.L., Islas-Hernandez, J.J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J. dan Bello-Perez, L.A. 2008. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*. **107**: 1515–1521.
- Rezzouga, S.A dan Loukab, N. 2009. Thermomechanical process intensification for oil extraction from orange peels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. **10** (4): 530-536.
- Sangnark, A. dan Noomhorm, A. 2003. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. *Food Chemistry*. **80**(2): 221-229.
- Sangnark, A. dan Noomhorm, A. 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food Research International*. **37**(1): 66-71.
- Severini, C., Baiano, A., Teresa De Pilli, Carbone, B. F., dan Derossi, A. 2005. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. *Journal of Food Engineering*. **68**(3): 289-296.
- Simas, K.N., Vieira, L.N., Podestá, R., Vieira, M.A., Rockenbach, I.I., Petkowicz, C.L.O., Deus Medeiros, J., Francisco, A., Amante, E.R. dan Amboni, R.D.M.C. 2010. Microstructure, nutrient composition and antioxidant capacity of king palm flour: A new potential source of dietary fibre. *Bioresource Technology*. **101**: 5701–5707.
- Schieber, A., Stintzing, F.C., dan Carle, R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds — recent developments. *Trends in Food Science & Technology*. **12**: 401–413.

- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., Ibanoglu, E. dan Ibanoglu, S. 2008. Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks. *Journal of Food Engineering*. **87**: 554–563.
- Sudha, M.L., Baskaran, V., dan Leelavathi, K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. **104**:686–692.
- Todaro, A., Cimino, F., Rapisarda, P., Catalano, A.E., Barbagallo, R.N. dan Spagna, G. 2009. Recovery of anthocyanins from eggplant peel. *Food Chemistry*. **114**(2): 434-439.
- Tortoe, C., Johnson, P. N. T., dan Nyarko, A. I. 2009. Effects of osmo-dehydration, blanching and semi-ripening on the viscoelastic, water activity and colorimetry properties of flour from three cultivars of plantain (*Musa AAB*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **10**: 82-86.
- Tournas, V.H., Katsoudas, E. dan Miracco, E.J. 2006. Moulds, yeasts and aerobic plate counts in ginseng supplements. *International Journal of Food Microbiology*. **108**(2): 178-181.
- Tsai, H.L., Chang, S.K.C. dan Chang, S.J. 2007. Antioxidant Content and Free Radical Scavenging Ability of Fresh Red Pummelo [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] Juice and Freeze-Dried Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **55**: 2867-2872.
- Tsami, E., Krokida, M. K. dan Drouzas, A. E. 1999. Effect of Drying Method on the Sorption Characteristics Model Fruit Powders. *Journal of Food Engineering*. **38**: 381-302.
- Ubando-Rivera, J., Navarro-Ocana, A. dan Valdivia-Lopez, M.A. 2005. Mexican lime peel: Comparative study on contents of dietary fibre and associated antioxidant activity. *Food Chemistry*. **89**: 57–61.
- Vergara-Valencia, N., Granados-Pérez, E., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Ruales J., dan Bello-Pérez, L.A. 2007. Fiber concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *Food Science and Technology*. **40**: 722–729.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C. dan Hsu, H.W. 2008. The Flavonoid, Caretinoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*. **106**: 277-284.

- Wawer, I., Wolniak, M. dan Paradowska, K. 2006. Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*. **30**: 106–113.
- Weickert, M.O. dan Pfeiffer, A.F. 2008. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *Journal of Nutrition*. **138** (3): 439–42.
- Westendorf, M.L. 2000. Food Waste to Animal Feed. 1<sup>st</sup> edition. Iowa State University Press: Iowa.
- WHO. 2003. Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases. *Report of A Joint WHO/FAO Expert Consultation, Technical Report Series 916*. Geneva: WHO.
- Yamazaki, E., Murakami, K. dan Kurita, O. 2005. Easy Preparation of Dietary Fiber with the High Water-Holding Capacity from Food Sources. *Plant Foods for Human Nutrition*. **60**: 17-23.
- Zhu, K., Huang,S., Peng, W., Qian, H. dan Zhou, H. 2010. Effect of ultrafine grinding on hydration and antioxidant properties of wheat bran dietary fiber. *Food Research International*. **43**: 943–948.

