

KOMPOSISI NUTRISI DAN AKTIVITI ANTIOKSIDAN BUAH  
LIMPASU (*BACCAUREA LANCEOLATA* (MIQ.) MÜLL. ARG.)  
UNTUK BAHAGIAN ISI DAN KULIT PADA TAHAP  
KEMATANGAN YANG BERBEZA

MAHANI LIM

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

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2010

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UDUL: KOMPOSISI NUTRISI DAN AKTIVITI ANTIOKSIDAN BUAH LIMPASU (BACCAUREA LANCEOLATA (Miq.) Müll. Arg.) UNTUK BAHAGIAN ISI DAN KULIT PADA TAHP KEMATANGAN YANG BERBEZA  
 IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUSJIAN DALAM BIDANG TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES  
 SESI PENGAJIAN: 2007 - 2011

Saya MAHANI LIM

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

*Mahani Lim*

(TANDATANGAN PENULIS)

*Jewellip*

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: W. D. T. NO. 6,90009 SANDAKAN SABAHEN. MANSOOR ABDUL HAMID

Nama Penyelia

Tarikh: 2/6/2011Tarikh: 2/6/2011

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 SABAH

## PENGAKUAN

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

26 Mei 2011



---

Mahani Lim  
BN 0711 0092

## PENGESAHAN

NAMA : **MAHANI LIM**  
NO. MATRIKS : **BN 0711 0092**  
TAJUK : **KOMPOSISI NUTRISI DAN AKTIVITI  
ANTIOKSIDAN BUAH LIMPASU (*BACCAUREA  
LANCEOLATA* (MIQ.) MÜLL. ARG.) UNTUK  
BAHAGIAN ISI DAN KULIT PADA TAHAP  
KEMATANGAN YANG BERBEZA**  
IJAZAH : **SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN  
KEPUJIAN DALAM BIDANG TEKNOLOGI  
MAKANAN DAN BIOPROSSES**  
TARIKH VIVA : **18 MEI 2011**

## DISAHKAN OLEH

### 1. PENYELIA

En. Mansoor Abdul Hamid

Tandatangan

### 2. PEMERIKSA 1

Prof. Madya Dr. Chye Fook Yee

### 3. PEMERIKSA 2

Dr. Muhammad Iqbal Hashimi

### 4. DEKAN

Prof. Madya Dr. Sharifudin Mohd Shaarani

## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Encik Mansoor Abdul Hamid yang telah mendorong, menasihati dan memberi tunjuk ajar serta cadangan dengan penuh sabar dan tidak putus asa kepada saya dalam menyiapkan tesis ini. Encik Mansoor telah meluangkan masanya membimbing dan membantu menyelesaikan masalah saya sepanjang penyempurnaan tesis saya ini. Jasa dan budi Encik Mansoor tidak akan saya lupakan dan akan dikenang selama-lamanya.

Selain itu, saya ingin mengambil peluang untuk berterima kasih kepada Puan Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor yang sudi meluangkan masa untuk memberi tunjuk ajar dan nasihat pada permulaan tesis ini. Tanpa Puan Izzreen, saya akan tersesat jalan dalam tesis ini. Saya mengambil peluang ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Prof. Madya Dr. Sharifuddin Md. Shaarani selaku Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP) dan juga semua pensyarah atas pemberian ilmu pengetahuan dan tunjuk ajar kepada saya. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal SSMP, terutamanya Puan Zainab, Encik Masran dan Cik Doreen atas kerjasama mereka dalam peminjaman alat radas dan bahan kimia dalam makmal. Tidak saya lupakan untuk berterima kasih kepada staf-staf yang bekerja di Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom terutamanya Encik Herbert dan Encik Clarence yang membenarkan dan membantu saya dalam memperolehi sampel kajian.

Akhir kata, saya sangat berterima kasih dan menghargai bantuan, galakkan dan sokongan moral daripada rakan seperjuangan dan juga keluarga saya yang dikasihi dan memahami.

## ABSTRAK

### KOMPOSISI NUTRISI DAN AKTIVITI ANTIOKSIDAN BUAH LIMPASU *BACCAUREA LANCEOLATA* (MIQ.) MÜLL. ARG.) UNTUK BAHAGIAN ISI DAN KULIT PADA TAHP KEMATANGAN YANG BERBEZA

Tesis ini adalah untuk mengkaji komposisi nutrisi dan aktiviti antioksidan buah limpasu (*Baccaurea Lanceolata*) pada tahap kematangan yang berlainan. Buah limpasu merupakan buah yang kurang dikenali kerana buah ini tumbuh liar dalam pedalaman hutan tropika. Buah ini jenis bukan klimakterik dan bentuk buah limpasu adalah seperti buah langsat (*Lansium Domesticum*) dan berwarna kuning pucat apabila matang tetapi tekstur buah limpasu adalah keras dan kulitnya boleh dimakan bersama. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji analisis proksimat, vitamin C dan aktiviti antioksidan bahagian isi dan kulit buah limpasu pada indeks kematangan yang berbeza. Kaedah yang digunakan untuk kajian ini termasuk analisis proksimat dan vitamin C adalah berdasarkan kaedah AOAC, 1999 dan spektrofotometer untuk kuantifikasi vitamin C. Manakala analisis jumlah kandungan fenolik (TPC) dan penentuan kuasa penurunan ferik antioksidan (FRAP) menggunakan UV-Vis spektrofotometer. Walaupun buah limpasu mempunyai kandungan nutrisi yang rendah dalam lemak kasar (0.01 - 0.07%), serat kasar (2.35 - 6.05%) dan protein kasar (0.37 - 1.00%), ia mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi dalam lembapan (73.12 - 81.56%), abu (7.82 - 12.55%) dan karbohidrat (4.84 - 8.12%). Kandungan vitamin C buah limpasu merosot (dari 1.16 mg/g kepada 0.11mg/g) apabila semakin matang kerana tindak balas oksidasi kimia dalam buah. Julat TPC yang diperoleh dalam pengekstrakan air suling, metanol dan dietil eter masing-masing dengan nilai 1.44 – 3.79 µg GAE/g, 2.45 – 5.65 µg GAE/g dan 1.23 – 4.94 µg GAE/g. Nilai FRAP yang paling tinggi ialah 6.72 µmol/g. Tren TPC yang semakin menurun diikuti oleh nilai FRAP dalam kesemua larutan pengekstrakan. Larutan pengekstrakan terbaik ialah metanol.

## **ABSTRACT**

This thesis is to study the nutritional composition and antioxidant activity of limpasu fruit (*Baccaurea Lanceolata*) at different maturity stage. Limpasu fruit is a fruit that less known because it grows wild in tropical forest. This fruit is non-climacteric fruit and it is similar to langsat fruit (*Lansium Domesticum*) and it is pale yellow colour when it matured but the texture of limpasu fruit is hard and its peel can be eaten together. The objective is to study the proximate analysis, vitamin C and antioxidant activity of peel and pulp limpasu fruit at different maturity index. The procedure used for this study include proximate analysis and vitamin C are based on AOAC, 1999 and spectrophotometer for quantification of vitamin C. Meanwhile, the total phenolic content (TPC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) are using UV-Vis spectrophotometer. Although limpasu fruit contain low nutritional content in crude fat (0.01 - 0.07%), crude fibre (2.35 - 6.05%) and crude protein (0.37 - 1.00%), it contain high nutritional content in moisture (73.12 - 81.56%), ash (7.82 - 12.55%) and carbohydrate (4.84 - 8.12%). Vitamin C content decreased (from 1.16 mg/g to 0.11mg/g) during maturation because of the chemical oxidation reaction of fruit. The range of TPC for deionized water, methanol and diethyl ether extraction are 1.44 – 3.79 µg GAE/g, 2.45 – 5.65 µg GAE/g dan 1.23 – 4.94 µg GAE/g respectively. The highest FRAP value is 6.72 µmol/g. TPC trend decreased with FRAP value in all solvent extraction. The best solvent extraction is methanol.

## SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN CALON</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH/ FOTO</b>	xi
<b>SENARAI SINGKATAN/ SIMBOL</b>	xii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4

### **BAB 2 SOROTAN LITERATUR**

2.1 Latar Belakang Buah	5
2.2 Kualiti Nutrisi	10
2.3 Vitamin C (Asid Askorbik)	10
2.4 Radikal Bebas	12
2.5 Spesies Reaktif Oksigen dan Penyakit	15
2.6 Antioksidan	17
2.7 Pengekstrakan	19
2.8 Polifenolik	20
2.8.1 Jumlah Polifenol	20
2.9 Aktiviti Antioksidan	20
2.9.1 Kuasa Penurunan Ferik Antioksidan (FRAP)	20

### **BAB 3 METODOLOGI**

3.1 Bahan dan Kaedah	22
3.1.1 Bahan	22
3.1.2 Bahan Kimia/Reagen	22
3.2 Penyediaan Sampel	22
3.3 Rekabentuk Eksperimen	24

3.4	Pengekstrakan	25
3.3.1	Pengekstrakan Air Panas	25
3.3.2	Pengekstrakan Metanol	25
3.3.3	Pengekstrakan Dietil Eter	25
3.5	Analisis Proksimat	25
3.4.1	Penentuan Kandungan Lembapan	26
3.4.2	Penentuan Kandungan Abu	26
3.4.3	Penentuan Kandungan Lemak Kasar	27
3.4.4	Penentuan Kandungan Serat Kasar	28
3.4.5	Penentuan Kandungan Protein Kasar	28
3.4.6	Penentuan Karbohidrat	29
3.6	Kuantifikasi Vitamin C	29
3.6.1	Prosedur Pengekstrakan	29
3.6.1	Assay Vitamin C	30
3.7	Analisis Kandungan Antioksidan	31
3.7.1	Penentuan Jumlah Kandungan Fenolik (TPC)	31
3.8	Analisis Aktiviti Antioksidan	31
3.8.1	Penentuan Kuasa Penurunan Ferik Antioksidan (FRAP)	31
3.9	Analisis Statistik	32

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

4.1	Analisis Proksimat	33
4.1.1	Kandungan Lembapan	34
4.1.2	Kandungan Abu	35
4.1.3	Kandungan Lemak Kasar	36
4.1.4	Kandungan Serat Kasar	36
4.1.5	Kandungan Protein Kasar	37
4.1.6	Kandungan Karbohidrat	38
4.2	Kandungan Vitamin C (Asid Askorbik)	39
4.3	Hasil Pengekstrakan Larutan	40
4.4	Analisis Kandungan Antioksidan	41
4.4.1	Penentuan Jumlah Kandungan Fenolik (TPC)	41
4.5	Analisis Aktiviti Antioksidan	43
4.5.1	Penentuan Kuasa Penurunan Ferik Antioksidan (FRAP)	43

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	46
5.2	Cadangan	47

**RUJUKAN  
LAMPIRAN**

48  
56

## **SENARAI JADUAL**

Muka Surat

Jadual 4.1 :	Hasilan analisis proksimat buah limpasu untuk bahagian isi dan kulit dengan indeks yang berlainan	32
Jadual 4.2 :	Kandungan vitamin C buah limpasu untuk bahagian isi dan kulit dengan indeks yang berlainan	37
Jadual 4.3 :	Hasil Pengekstrakan 6 sampel yang berlainan indeks kematangan bagi bahagian isi dan kulit dalam 3 larutan yang berlainan kekutuhan	38
Jadual 4.4 :	Jumlah kandungan fenolik (TPC) buah limpasu untuk bahagian isi dan kulit dengan indeks yang berlainan	39
Jadual 4.5 :	Nilai kuasa kenurunan ferik antioksida (FRAP) buah limpasu untuk bahagian isi dan kulit dengan indeks yang berlainan	41

## **SENARAI RAJAH/ FOTO**

Muka Surat

Foto 2.1:	Pokok Limpasu ( <i>Baccaurea Lanceolata</i> (Miq.) Müll. Arg.)	5
Foto 2.2:	Buah Limpasu yang bertumbuh di dahan dan batang pokok	6
Foto 2.3:	Buah Limpasu dengan bunganya yang berwarna merah muda	6
Foto 2.4 dan 2.5:	Daun dan bunga Limpasu	7
Foto 2.6:	Buah Limpasu yang muda (Indeks 1)	7
Foto 2.7:	Buah Limpasu kematangan sederhana (Indeks 2)	8
Foto 2.8:	Buah Limpasu yang matang (Indeks 3)	8
Rajah 3.1:	Reka bentuk eksperimen	23

## **SENARAI SINGKATAN/ SIMBOL**

<b>%</b>	Peratus
<b>±</b>	Tambah Tolak Dengan
<b>°C</b>	Darjah Selsius
<b>ANOVA</b>	<i>Analysis of Variance</i>
<b>et al.</b>	<i>Et alii</i>
<b>FRAP</b>	<i>Fluorescence Recovery After Photobleaching</i>
<b>g</b>	Gram
<b>mg/dL</b>	<i>Milligrams per Deciliter</i>
<b>mg/kg</b>	<i>Milligrams per Kilogram</i>
<b>mg/g</b>	<i>Milligram per gram</i>
<b>mg/l</b>	<i>Milligram per Litre</i>
<b>mg/ml</b>	<i>Milligram per Millilitre</i>
<b>ml, mL</b>	Millilitre
<b> mM</b>	<i>MilliMolar</i>
<b>mm</b>	<i>Millimeter</i>
<b>mmol/L</b>	<i>Millimol per Litre</i>
<b>N</b>	<i>Normality</i>
<b>Nm, nm</b>	<i>Nanometer</i>
<b>pH</b>	<i>potentia hydrogenii</i>
<b>ppm</b>	<i>Parts per Million</i>

<b>rpm</b>	<i>Revolutions per Minute</i>
<b>SD</b>	Sisihan Piawai
<b>µg/ml</b>	<i>Microgram per millilitre</i>
<b>µl</b>	<i>Microlitre</i>
<b>µmol/g</b>	<i>Mikromol per gram</i>
<b>GAE</b>	<i>Gallic Acid Efficiency</i>
<b>I1I</b>	Isi pada kematangan yang muda
<b>I1K</b>	Kulit pada kematangan yang muda
<b>I2I</b>	Isi pada kematangan yang sederhana
<b>I2K</b>	Kulit pada kematangan yang sederhana
<b>I3I</b>	Isi pada kematangan yang matang
<b>I3K</b>	Kulit pada kematangan yang matang

## **SENARAI LAMPIRAN**

Muka Surat

LAMPIRAN A: Keputusan statistik <i>One-way ANOVA</i> untuk analisis poksimat	56
LAMPIRAN B: Keputusan statistik <i>Tukey</i> untuk analisis poksimat	58
LAMPIRAN C: Keputusan statistik <i>One-way ANOVA</i> untuk vitamin C	61
LAMPIRAN D: Keputusan statistik <i>Tukey</i> untuk vitamin C	62
LAMPIRAN E: Keputusan statistik <i>One-way ANOVA</i> untuk jumlah kandungan fenolik (TPC)	63
LAMPIRAN F: Keputusan statistik <i>Tukey</i> untuk jumlah kandungan fenolik (TPC)	65
LAMPIRAN E: Keputusan statistik <i>One-way ANOVA</i> untuk kuasa penurunan ferik antioksidan (FRAP)	67
LAMPIRAN F: Keputusan statistik <i>Tukey</i> untuk kuasa penurunan ferik antioksidan (FRAP)	69
LAMPIRAN G: Graf piawai untuk analisis tertentu	71

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Buah limpasu (*Baccaurea Lanceolata* (Miq.) Müll. Arg.) merupakan buah yang jarang dijumpai kerana ia tumbuh liar dalam pedalaman hujan tropika. Mujurlah buah limpasu masih boleh dijumpai di beberapa tempat dalam hutan Sarawak dan Sabah. Pohon limpasu dikenali sebagai *kalampesu*, *ampusu*, *asam pauh*, *empawang*, *lapaung*, *lapahung*, *laptu*, *lepasu*, *lipau*, *tamasu* dan *tampoi* di Kalimantan. Manakala di Sumatera, ia dipanggil *tegeiluk*, *kalu gugur*, *langsat hutan*, *lempaong*, *lempaung* dan *peng*. *Lingsu* dan *lengsu* ialah nama yang dipanggil di jawa barat. Buah ini berbentuk bujur dan berwarna hijau masa muda dan kuning keputihan apabila matang. Ia mengeluarkan aroma yang menyenangkan apabila ia matang. Ia berasa terlampau masam dan ia boleh dicadangkan untuk dijadikan bahan pengawet atau perisa.

Kajian komposisi nutrisi adalah untuk menentukan kualiti sampel berdasarkan komposisi semula jadinya, iaitu keseimbangan di antara komposisi nutrien dan anti-nutriennya. Analisis proksimat merupakan analisis yang asas untuk mengkaji sebahagian komposisi nutrisi sampel, termasuk kandungan lembapan, abu, protein, serat, lemak dan karbohidrat. Komposisi nutrisi adalah penting dalam diet sehari-hari kita. Pemakanan buah-buahan dan sayur-sayuran yang tinggi membuktikan corak kuat dan konsisten untuk mengurangkan risiko kanser dan membekalkan kebaikan terhadap penyakit kardiovaskular, obesiti dan strok. Terdapat kajian atau tinjauan terhadap pengambilan buah-buahan, sayur-sayuran, minuman bergas dan makanan ringan yang berlemak tinggi di kalangan kanak-kanak masa kini untuk meningkatkan kesedaran masyarakat terhadap pengambilan makanan yang sihat (Jiménez-Cruz et al., 2001). Pengambilan diet yang tinggi dalam sukros, jumlah lemak, bijirin dan gula adalah lebih murah daripada pengambilan diet dalam buah-buahan dan sayuran. Akan tetapi, kos per unit

tenaga adalah lebih tinggi dalam pengambilan lemak dan gula yang rendah (Frazão dan Golan, 2006).

Terdapat dua kategori antioksidan, iaitu sintetik dan semula jadi. Secara amnya, antioksidan sintetik merupakan sebatian dengan struktur fenolik dari pelbagai kadar penggantian alkil, manakala antioksidan semula jadi adalah sebatian fenolik (tokoferol, flavonoid dan asid fenolik), sebatian nitrogen (alkaloid, terbitan klorofil, asid amino dan amin), atau karotena dan juga asid askorbik (Larson, 1988; Hall dan Cupett, 1997). Antioksidan sintetik seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *butylated hydroxytoluene* (BHT) telah digunakan sebagai antioksidan semenjak permulaan abad ini. Kegunaan sebatian ini telah dikenakan batasan kerana kekarsinogenan (Surak *et al.*, 1976). Oleh itu, kepentingan antioksidan semula jadi telah meningkat (Lölicher, 1994). Kedua-dua antioksidan ini telah dilaporkan dalam memainkan peranan penting dalam menghalang radikal bebas dan pencetusansenobiotik kerosakkan oksidatif kepada membran-membran dan tisu-tisu (Zin *et al.*).

Beberapa orang penyelidik telah mengkaji aktiviti antioksidan sebatian flavonoid dan telah cuba mendefinisikan sifat struktur flavonoid yang menyumbang kepada aktiviti mereka (Nieto *et al.*, 1993; Das & Pereira, 1990; Foti *et al.*, 1994). Banyak antioksidan semula jadi, terutamanya flavonoids, telah mempamerkan kesan biologi dalam lingkungan yang luas, termasuk antibakteria, antiviral, antikeradangan, antialergi, antitrombotik dan tindakan *vasodilatory* (Cook dan Samman, 1996). Ini menunjukkan peranan buah-buahan dan sayur-sayuran dalam diet manfaat untuk mengekalkan kesihatan dan mengelakkan penyakit (Coghlan, 2008; Block *et al.*, 1991; Aruoma, 1994). Terdapat kajian menunjukkan pengambilan buah-buahan dengan kerap adalah berkaitan dengan risiko rendah strok dan kanser. Kesan pelindungan ini adalah berkaitan dengan mikrounsur yang terkandung dalam bahagian tumbuhan. Buah-buahan yang berbeza mempamerkan kapasiti antioksidan yang berbeza mengikut kandungan polifenol, vitamin C, E, karotenoid dan flavonoid mereka (Alothman *et al.*, 2009). Ia telah dibuktikan bahawa di antara generasi radikal bebas, spesies oksigen reaktif adalah berkaitan dengan kecederaan selular dan metabolismik (Kanner dan Lapidot, 2001). Pemerhatian ini telah menimbulkan minat dalam penggunaan antioksidan yang boleh

mengelakkan kerosakan oksidatif *in vivo* (Kanner *et al.*, 2001). Kebanyakkan penyelidikan telah menumpukan perhatian atas antioksidan diet seperti asid askorbik,  $\alpha$ -tokoferol, karotenoid (Carr dan Frei, 1999; Keaney *et al.*, 1999; Marchioli, 1999; Rao dan Agarwal, 1999), flavonoid dan sebatian fenolik (Frankel *et al.*, 1993; Kinsella *et al.*, 1993; Hertog *et al.*, 1993; Rice-Evans *et al.*, 1997; de Groot dan Rauen, 1998).

Kajian saya adalah mengenai buah-buahan yang kurang mendapat perhatian daripada para saintis. Komposisi nutrisi dalam buah-buahan tempatan dikaji untuk mempromosikan kegunaan dan aplikasi buah-buahan tersebut. Menentukan kebaikan buah-buahan tempatan yang terpilih dalam menyumbang kepada diet sehari-hari kita. Buah-buahan yang saya pilih merupakan buah-buahan tempatan yang ditanam dalam pedalaman hutan liar dan kurang dikenali oleh orang ramai. Buah-buahan ini bertumbuh liar di sekitar kawasan hutan tropika dan dapat menyumbangkan sedikit sebanyak kepada faktor perubatan kepada para penghuni yang tinggal di kawasan pedalaman. Selain itu, ia juga menjadi rezeki kepada mereka apabila mereka menjual buah-buahan ini di pasar tamu.

Buah ini adalah unik dan mempunyai beberapa potensi dalam pemakanan diet. Kajian saya membekalkan informasi untuk mengetahui komposisi nutrisi dan antioksidan buah yang kurang dikenali. Selain itu, perubahan kimia yang akan menyebabkan perubahan fizikal semasa kematangan. Komposisi nutrisi adalah sangat berguna dalam pertimbangan semasa penilaian aplikasi dan potensi buah ini untuk penambahan nilai.

## **1.2 Objektif Kajian**

Objektif kajian saya ialah:-

- Mengkaji kandungan nutrisi dalam isi dan kulit buah limpasu pada tiga kematangan yang berbeza.
- Mengkaji kandungan antioksida (kandungan fenolik) yang terdapat dalam isi dan kulit buah limpasu pada tahap kematangan yang berbeza.
- Mengkaji aktiviti antioksida dalam isi dan kulit buah limpasu pada tahap kematangan yang berbeza.
- Mengkaji kebolehan pengekstrakan fenolik dengan pelarut yang berlainan kekutuban.

## BAB 2

### SOROTAN LITERATUR

#### 2.1 Latar Belakang Buah

##### 2.1.1 Buah Limpasu / Limpaung (*Baccaurea Lanceolata* (Miq.) Müll. Arg.)

Buah limpasu merupakan buah yang ditanam liar dalam hutan tropika. Ia banyak terdapat di negara tropika Asia terutamanya dalam negara ASEAN. Akan tetapi, buah ini semakin pupus disebabkan oleh penggunaan buah yang terhad, aktiviti pembalakan dan pembukaan tanah untuk penanaman kelapa sawit dan getah yang lebih menguntungkan. Buah ini merupakan buah yang jarang dijumpai di Semenanjung Malaysia. tetapi, mujur spesis ini masih dijumpai dalam hutan di Sarawak dan beberapa tempat di Sabah.

Dalam Brunei Darussalam, buah limpasu dipanggil buah limpaung juga. Buah limpaung ditanam dalam perairan yang cetek dan hutan bersungai. Pokok buah limpasu boleh dijumpai juga dalam dusun buah-buahan yang lama di Temburong dan hutan tanah rendah (Tinggal, 1992). Pokok limpasu boleh mencapai ketinggian 30 meter dan diameter batangnya adalah dalam julat 5-50 cm yang berwarna coklat pucat sehingga kehijauan. Daunnya berwarna hijau berkilat dan tumbuh berkelompok di hujung ranting. Bunganya berwarna putih, kuning hingga merah muda dan bersusun dalam tandan panjang bersebelahan dengan tandan buah limpasu. Buah limpasu berwarna hijau apabila muda dan bertukar menjadi kuning pucat apabila matang. Buah ini tumbuh di ranting yang berdekatan dengan batang pokok. Hampir sepanjang tahun pokok ini berbuah.

Buah limpasu kadang-kadang dijumpai dijual di tamu-tamu. Buah yang matang ini adalah berbentuk bujur dan lebih besar daripada bola golf. Kulit yang tebal berwarna kuning kejinggaan yang menarik. Ia mempunyai empat bahagian yang nyata, di mana setiap bahagian mengandungi isi keputihan sejuk yang boleh dimakan tetapi berasa masam. Buah yang matang mempunyai aroma yang wangi dan boleh digunakan untuk bahan pencuci yang memerlukan sifat keasidan.

Buah yang muda adalah berbentuk bulat, cantik dan berwarna hijau terang dan akan bertukar menjadi hijau kekuningan dan kemudian kuning kejinggaan apabila buah ini matang. Buah ini kurang ataupun tidak terdapat ujian atau analisis dijalankan keatasnya. Oleh itu, potensi yang lengkap untuk buah ini belum diketahui lagi. Faktanya ialah, buah ini adalah terlampau masam dan ia dicadangkan untuk diekstrak dan berkemungkinan boleh digunakan dalam bahan pengawet dan perisa istimewa. Skop aplikasi buah ini sangat besar.

Buah limpasu adalah di bawah keluarga spesis *baccaurea* yang sama keluarga dengan buah tampoi dan tampoi belimbing(*baccaurea macrocarpa* dan *angulata*). Informasi untuk buah-buahan keluarga *Baccaurea* adalah terhad kerana kurang kajian atas buah-buahan *Baccaurea*.



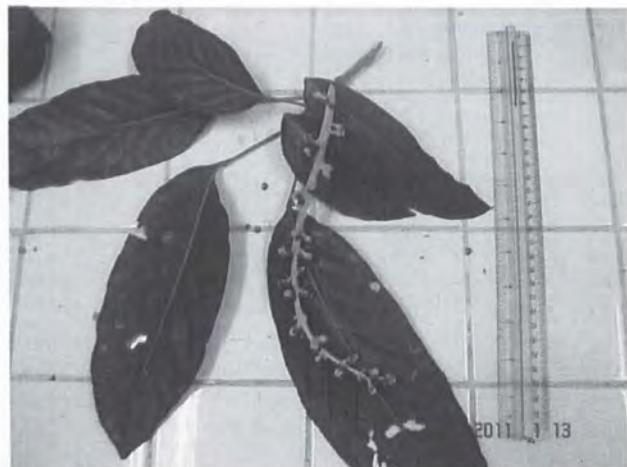
**Foto 2.1:** Pokok Limpasu (*Baccaurea Lanceolata* (Miq.) Müll. Arg.)  
**Sumber:** Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



**Foto 2.2:** **Buah Limpasu yang bertumbuh di dahan dan batang pokok**  
Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



**Foto 2.3:** **Buah Limpasu dengan bunganya yang berwarna merah muda**  
Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



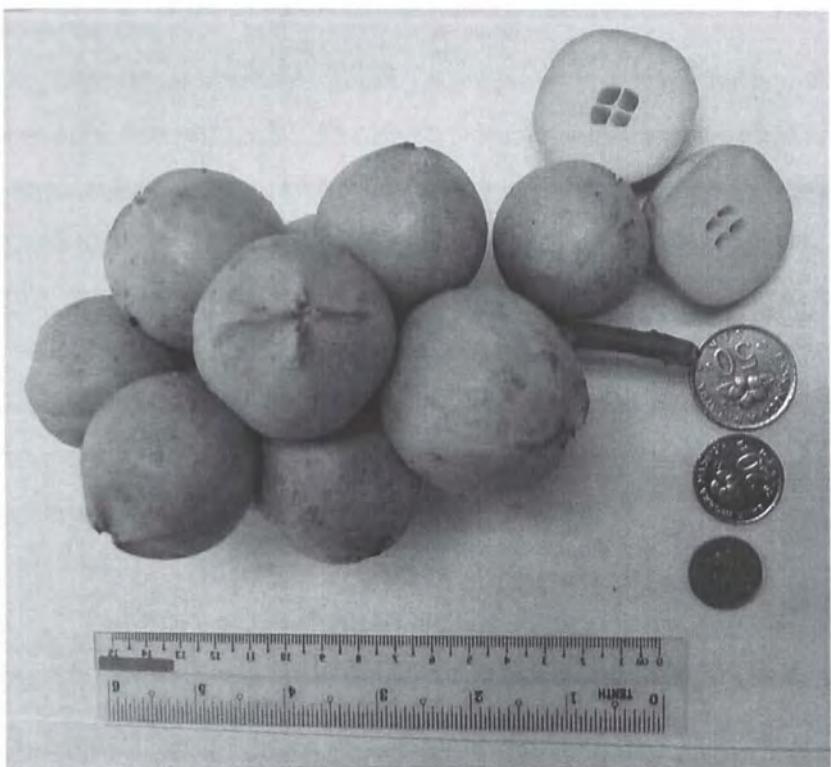
**Foto 2.4 dan 2.5: Daun dan bunga Limpasu**

Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



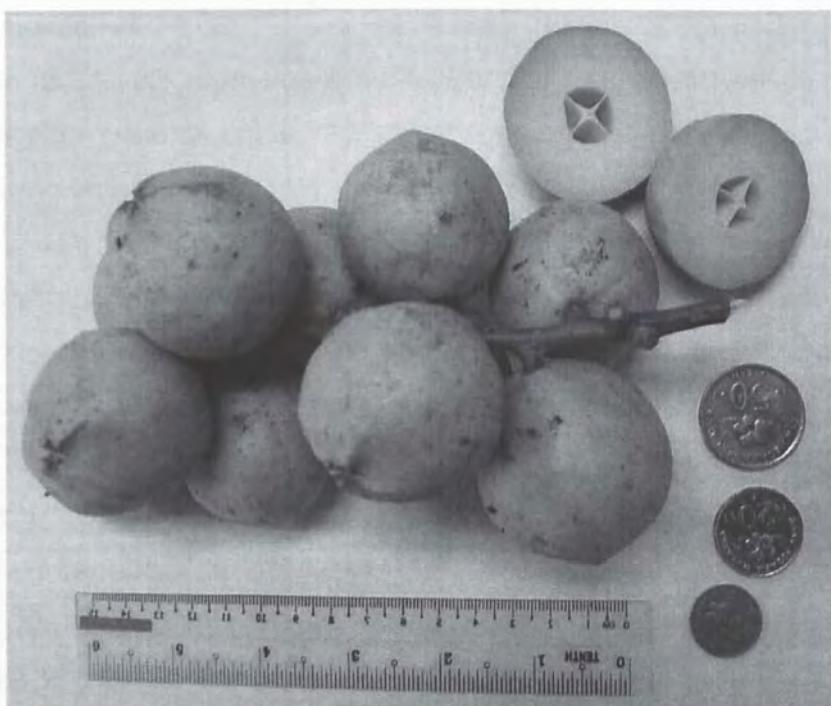
**Foto 2.6: Buah Limpasu yang muda (I1)**

Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



**Foto 2.7:** **Buah Limpasu kematangan sederhana (I2)**

Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom



**Foto 2.8:** **Buah Limpasu yang matang (I3)**

Sumber: Stesen Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom

## RUJUKAN

- Abeyasinghe, D. C., Li, X., Sun, C. D., Zhang, W. S., Zhou, C. H. dan Chen, K. S. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. *Journal of Food Chemistry*. **104**: 1338-1344.
- Alonso-Salces, R. M., Herrero, C., Barranco, A. Berrueta, L. A., Gallo, B. dan Vicente, F. 2005. Classification of apple fruits according to their maturity state by the pattern recognition analysis of their polyphenolic compositions, *Food Chemistry*, Spain, **93**: 113-123.
- Alothman, M., Bhat, R. dan Karim, A. A. 2009. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry*. **115**: 785-788.
- Amira, E. A., Guido, F. Behija, S. E., Manel, I., Nesrine, Z., Ali, F., Moahamed, H., Noureddine, H. A. dan Lotfi, A. 2011. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry* **127**: 1744-1754.
- Aruoma, O. I. 1994. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidant. *Food and Chemical Toxicology*. **32**(7): 671-683.
- Azlan, A., Prasad, K. N., Khoo, H. E., Abdul-Aziz, N., Mohamad, A., Ismail, A. Dan Amom, Z. 2010. Comparison of fatty acids, vitamin E and physicochemical properties of *Canarium odontophyllum* Miq. (dabai), olive and palm oils. *Journal of Food Composition and Analysis*. In Press.
- Álvarez-Fernández, A., Melgar, J. C., Abadía, J. dan Abadía, A. 2011. Effects of moderate and severe iron deficiency chlorosis on fruit yield, appearance and composition in pear (*Pyrus communis* L.) and peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Environmental and Experimental Botany*. **71**: 280-286.
- Barros, L., Carvalho, A. M., Morais, J. S. dan Ferreira, I. C. F. R. 2010. Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *120*(1): 247-254.

Benzie, F. F. dan Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. **239**(1): 70-76.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. dan Berset, C. 1995, Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. **28**(1): 25-30.

Block, M. D. E. R., Herskowitz, M. D. K., Bode, Ph. D. B. P. dan Souba, M. D. W. W. 1991. The effects of endotoxin on glutamine transport by pulmonary artery endothelial cells. *Journal of Surgical Research*. **50**(4): 356-361.

Burdurlu, H. S., Koca, N. dan Karadeniz, F. 2006 Degradation of Vitamin C in Citrus Juice Concentrates During Storage. *Journal of Food Engineering, Turkey* **74**: 211-216

Carr, A., Ivanov, V. dan Frei, B. 1999. Red wine antioxidant bind to plasma LDL and protect it from free radical-induced oxidation. *Free Radical Biology and Medicine*. **27**(1): S94.

Calisir, S., Haciseferogullari, H., Ozcan, M. dan Arslan, D. 2004. Some nutritional and technological properties of wild plum (*Prunus spp.*) fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering*. **66**(1):233-237.

Chan, E. W. C., Lim, Y. Y. dan Chew, Y. L. 2007a. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*. **102**(4): 1214-1222.

Chang-hong, L. Ya-rong, X., Yong-hang, Y., Feng-feng, Y., Jun-yan, L. dan Jing-lei, S. 2007. Extraction and characterization of antioxidant compositions from fermented fruit juice of *Morinda citrifolia* (Noni). *Agricultural Sciences in China*. **6**(12): 1494-1501.

Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A. & Rakariyatham, N. 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chemistry*. **92**(3):491-497.

Chew, Y. L., Lim, Y. Y., Omar, M. dan Khoo, K. S. 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. *Food Science and Technology*. **41**: 1067-1072.

Coghlan, A. 2008. Carbon monoxide could fight disease. *The New Scientist*. **197**(2648): 16.

Cook, N. C. dan Samman, S. 1996. Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *Journal of Nutritional Biochemistry*. **7**(2):66-76.

Das, N. P. dan Pereira, T. A. 1990. The effects of flavonoids on the thermal autoxidation of palm oil and other vegetable oils determined by differential scanning calorimetry. *Thermochimica Acta*. **165**(1): 129-137.

de Groot, H. dan Rauen, U. 1997. Cold-induced release of reactive oxygen species as a decisive mediator of hypothermia injury to cultured liver cells. *Free Radical Biology & Medicine*. **24**(7-8): 1316-1323. Germany.

Desmond, T. 1999. *Tropical Fruit*. Singapore: Archipelago Press.

Dong, T., Xia, R., Xiao, Z., Wang, P. dan Song, W. 2009. Effect of pre-harvest application of calcium and boron on dietary fibre, hydrolases and ultrastructure in 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. *Scientia Horticulturae*. **121**: 272-277.

Elzaawely, A. A., Xuan, T. D., Koyama, H. dan Tawata, S. 2007. Antioxidant activity and contents of essential oil and phenolic compounds in flowers and seeds of *Alpinia zerumbet* (Pers.) B. L. Burtt. & R. M. Sm. *Food Chemistry*. **104**(4): 1648-1653

Frazão, Ph. D. E. dan Golan, Ph. D. E. 2005. Diets high in fruit and vegetables are more expensive than diets high in fats and sugars. *Evidence-Based Healthcare & Public Health*. **9**(2): 104-107.

Foti, M., Piattelli, M., Amico, V. dan Ruberto, G. 1994. Antioxidant activity of phenolic meroditerpenoids from marine algae. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. **26**(2): 159-164.

Frankel, E. N., German, J. B., Kinsella, J. E., Parks, E. dan Kanner, J. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *The Lancet*. **341**(8843): 454-457.

Fu, M., He, Z., Zhao, Y., Yang, J. dan Mao, L. 2009. Antioxidant properties and involved compounds of daylily flowers in relation to maturity. *Food Chemistry*. **114**: 1192–1197.

Ghafar, M. F. A., Prasad, K. N., Weng, K. K. dan Ismail, A. 2009. Flavonoid, Hesperidine, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities from Citrus Species, *African Journal of Biotechnology*, Selangor, **9**(3): 326-330.

Gorinstein, S., Zemser, M., Haruenkit, R., Chuthakorn, R., Grauer, F., Martin-Belloso, O. dan Trakhtenberg, S. 1999. Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. *Journal of Nutrition & Biochemical*. **10**: 367-371.

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.

Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera-Hernández, G., Hernández-López, D., Reynoso-Camacho, R., Guzmán-Tovar, A., Vaillant, F. dan Brat, P. 2010. Physicochemical, nutritional and functional characteristics of two underutilised fruit cactus species (*Myrtillocactus*) produced in central Mexico. *Food Chemistry*. **121**(2): 381-386.

Hall, A. dan Cupett, S. L. 1998. Antioxidant Activity of the Labiateae. *Advances in Food and Nutrition Research*. **42**(3): 245-271.

Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Kromhout, D., Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., Hertog, M. G. L. & Katan, M. B. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet*. **342**(8878): 1007-1011.

Horax, R., Hettiarachchy, N., Kannan, A. dan Chen, P. 2010. Proximate composition and amino acid and mineral contents of *Mormordica charantia* L. pericarp and seeds at different maturity stages. *Food Chemistry*. **122**: 1111-1115.

Iniesta, E., Sánchez, F., García, A. N. dan Marcilla, A. 2001. Yields and CO<sub>2</sub> reactivity of chars from almond shells obtained by a two heating step carbonisation process. Effect of different chemical pre-treatments and ash content. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. **58-59**: 983-994.

- Iris, Benzie, F. F. dan Strain, J. J. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*. **299**: 15-27.
- Ishak, S. A., Ismail, N., Noor, M. A. M. dan Ahmad, H. 2005. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cytherea* Sonn.) at three different stages of maturity. *Journal of Food Composition and Analysis*. **18**: 819–827.
- Iwase, Y., Takemura, Y., Ju-ichi, M., Kawaii, S., Yano, M., Okuda, Y., Mukainaka, T., Tsuruta, A., Okuda, M., Takayasu, J., Tokuda, H. dan Nishino, H. 1999. Inhibitory effect of Epstein-Barr virus activation by Citrus fruits, a cancer chemopreventor. *Cancer Letters*. **139**(2): 227-236.
- Jayaprakasha, G. K., Girennavar, B. dan Patil, B. S. 2008. Antioxidant capacity of pummelo and navel oranges: Extraction efficiency of solvents in sequence. *LWT*. **41**:376-384.
- Jiménez-Cruz, A., Bacardí-Gascón, M. dan Jones E. G. 2001. Consumption of Fruits, Vegetables, Soft Drinks, and High-Fat-Containing Snacks Among Mexican Children on the Mexico-U.S. Border. *Archives of Medical Research*. **33**: 74-80.
- Kader, A. A., 1988. Influence of perharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables. *Horticulture and Human Health: Contributions of Fruits and Vegetables. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health*. New Jersey: Prentice-Hall. 18-32.
- Kanner, J. dan Lapidot, T. 2001. The stomach as a bioreactor: dietary lipid peroxidation in the gastric fluid and the effects of plant-derived antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine*. **31**(11): 1388-1395.
- Kaur, C., dan Kapoor, H. C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - The millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*. **36**: 703-725.
- Keaney, Jr. M. D. J. F., Duffy, M. R. C. P. S. J., Gokce, M. D. N., Holbrook, M. S. M., Huang, Ph. D. A., Frei, Ph. D. B. dan Vita, M. D. Dr. J. A. 1999. Treatment of hypertension with ascorbic acid. *The Lancet*. **354**(9195): 2048-2049.

- Kim, D. O., Jeong, S. W. dan Lee, C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*. **81**(3): 321-326.
- Kim, S. M., Kubota, K., dan Kobayashi, A. 1997. Antioxidant activity of sulfur containing flavor compounds in garlic. *Biosci-Biotechnol-Biochem*. **61**: 1482-1485.
- Kinsella, M. D. J. P., Neish, M. D. S. R., Ivy, M. D. D. D., Shaffer, M. D. E. dan Abman, M. D. S. H. 1993. Clinical responses to prolonged treatment of persistent pulmonary hypertension of the newborn with low doses of inhaled nitric oxide. *The Journal of Pediatrics*. **123**(1): 103-108.
- Larson, R. A. 1988. The antioxidant of higher plants. *Phytochemistry*. **27**(4): 969-978.
- Lee, S. K. dan Kader, A. A. 2000. Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin C Content of Horticultural Crops. *Postharvest Biology and Technology*, USA, **20**: 207-220.
- Lölicher, J., Aeschbach, R., Scott, B. C., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B. dan Aruoma, O. I. 1994. Antioxidant actions of thymol, cavaconol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*. **32**(1): 31-36.
- Makeen, M. A., Normah, M. N., Dussert, S. dan Clyde, D. D. 2006. The influence of dessication and rehydration on the survival of polyembryonic seed of Citrus suhuiensis cv. limau madu. *Scientia Horticulture*. **12**(1): 376-381.
- Marchioli, R. 1999. Antioxidant vitamins and prevention of cardiovascular disease: laboratory, epidemiological, and clinical trial data. *Pharmacological Research*. **40**(3): 227-238.
- Marinova, E. M. Dan Yanishlieva, N. V. 1996. Antioxidant activity of phenolic acids on triacylglycerols and fatty acid methyl ester from olive oil. *Food Chemistry*. **56**: 139-145.
- Menichini, F., Loizzo, M. R., Bonesi, M., Conforti, F., De Luca, D., Statti, G. A., de Cindio, B., Menichini, F. dan Tundis, R. 2011. Phytochemical profile, antioxidant, anti-inflammatory and hypoglycemic potential of hydroalcoholic

extracts from *Citrus medica* L. cv Diamante flowers, leaves and fruits at two maturity stages. *Food Chemical and Toxicology*.

Montiel-Herrera, M., Camacho-Hernández, I. L., Ríos-Morgan, A. dan Delgado-Vargas, F. 2003. Partial physicochemical and nutritional characterization of the fruit of *Vitex mollis* (Verbenaceae). *Journal of Food Composition and Analysis*. **17**:205-215.

Moon, J. K. Dan Shibamoto, T. 2009. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **57**(5): 1655-1666.

Nieto, S., Garrido, A., Gárate, M., Campos, R., Villa, A. dan Valenzuela, A. 1993. Increased susceptibility of cellular membranes to the induction of oxidative stress after ingestion of high doses of fish oil: effect of aging and protective action of dl- $\alpha$  tocopherol supplementation. *The Journal of Nutrition Biochemistry*. **4**(2): 118-122.

Ong, H. C. 2007. *Buah Khasiat Makanan & Ubatan*. Selangor: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.

Park, Y. S., Jung, S. T., Kang, S. G., Heo, B. G., Avila, P. A., Toledo, F., Drzewiecki, J., Namiesnik, J. dan Gorinstein, S. 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. *Food Chemistry*. **107**(2): 640-648.

Prasad, K. N., Chew, L. Y., Khoo, H. E., Yang, B., Azlan, A. dan Ismail, A. 2011. Carotenoids and antioxidant capacities from *Canarium odontophyllum* Miq. fruit. *Food Chemistry*. **124**: 1549-1555.

Pompeu, D. R., Silva, E. M. dan Rogez, H. 2009. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using Response Surface Methodology. *Bioresource Technology*. **100**: 6076-6082.

Pokorný, J. 1991. Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Science and Technology*. **2**:223-227.

Rao, Ph. D. A. V. dan Agarwal, Ph. D. S. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. *Nutrition Research*. **19**(2): 305-323.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. dan Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. **26**(9-10): 1231-1237.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. & Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*. **2**(4): 152-159.

Rijnkcls, J. M., Hollandcrs, V. M. H., Wouterscn, R. A., Kocman, J. H. dan Alink, G. M. 1997. Interaction of dietary fat and of a vegetables/fruit mixture on 1,2-dimethylhydrazine- or N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidineinduced colorectal cancer in rats. *Cancer Letters*. **114**: 297-298.

Ruiz-Rodríguez, B., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Sánchez-Mata, M., Cámarra, M., Díez-Marquéz, C., Pardo-de-Santayana, M., Molina, M. dan Tardío, J. 2011. Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*. Article in Press.

Rukayah, A. 2006. *Buah-buahan Malaysia*. (3<sup>rd</sup> Edition). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.

Surak, J. G., Bradley, Jr. R. L., Branen, A. L., Rebelin, W. E. dan Shrago, E. 1976. Effects of butylated hydroxytoluene on *Tetrahymena pyriformis*. *Food and Cosmetics Toxicology*. **14**(6): 541-544.

Tinggal, H. S. D. S. H. 1992. Limpaung. *Brunei Darussalam Fruits in Colour*. Hlm. 77. Brunei Darussalam: Universiti Brunei Darussalam.

Vendramini, A. L. dan Trugo, L. C. 2000. Chemical Composition of Acerola Fruit (*Malpighia Punicifolia* L.) at Three Stages of Maturity. *Food Chemistry*. **71**: 195-198.

Yanishlieva, N. V. 2001. Inhibiting oxidation. In J. Pokorny, Yanishlieva, N. Gordon, M. (Ed.) *antioxidants in food: Practical applications* (pp.22-70). Boca Raton: Woodhead Publishing.

Zempleni, J., Rucker, R. B., McCormick, D. B., dan Suttie, J. W. 2007. *Handbook of vitamins*, 4th edition. Boca Raton: CRC Press.