

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: ANALISIS KANDUNGAN PROTEIN DAN LEMAK DALAM KOPI ROBUSTA DIPANGGANG DAN TIDAK DIPANGGANG

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN ICEDUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2004 - 2007

Saya RODINA RONY

(HURUF BESAR)

mengaku membentarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan 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 (/)

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

SULIT

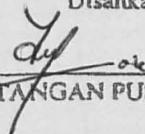
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

  
ok

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

DR. SUTHAIMI MD. YASIR

Nama Penyclia

Alamat Tetap: KG. LAGUD TENOM  
P/S 196, 89908, TENOM

Tarikh: 25/04/07

Tarikh: 25/04/07

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

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

**ANALISIS KANDUNGAN PROTEIN DAN LEMAK DALAM KOPI ROBUSTA  
DIPANGGANG DAN TIDAK DIPANGGANG**

**RODINA RONY**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**APRIL 2007**

## **PENGAKUAN**

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

Ms Rony

RODINA RONY

HS2004-3880

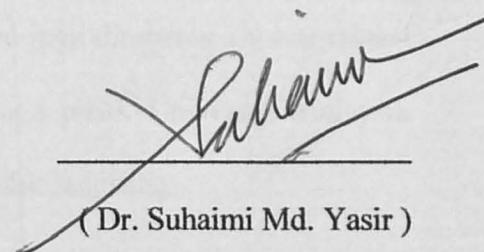
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL, 2007

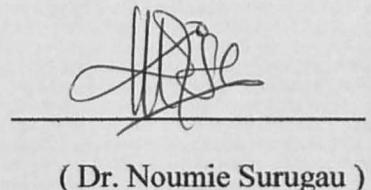
**PENGESAHAN**

Nama : Rodina Rony

Tajuk : Analisis Kandungan Protein dan Lemak dalam Kopi Robusta Dipanggang dan  
Tidak Dipanggang.

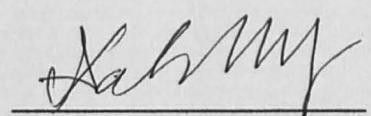


( Dr. Suhaimi Md. Yasir )

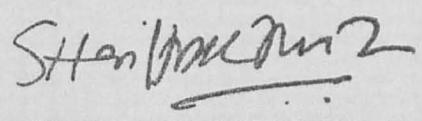


( Dr. Noumie Surugau )

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



( En. Jahimin Asik )



SHARIFF OMANG

**DEKAN**

(Professor Madya Dr. Shariff A.K Omang)

**APRIL, 2007**

## **PENGHARGAAN**

Dengan ini saya ingin merakamkan setinggi-tinggi kepada penyelia saya Dr. Suhaimi Md. Yasir, En. Adrian Lapongan dan kakitangan Pusat Penyelidikan Pertanian Lagud Sebrang, Tenom, En. Mohd Raffae dan Pn. Ohol Sumaki diatas bantuan dan sokongan didalam menjayakan projek ini. Penghargaan ini juga ditujukan kepada rakan-rakan yang berada dibawah seliaan Dr. Suhaimi dan juga pihak Universiti Malaysia Sabah (UMS) yang membantu saya secara langsung dan tidak langsung.

## ABSTRAK

Protein dikatakan merupakan salah satu pelopor dalam pembentukan aroma kopi semasa proses pemanggangan berlaku. Kandungan komponen protein ini adalah berbeza diantara biji kopi yang belum dipanggang dan sudah dipanggang. Suhu yang digunakan untuk pemanggangan biji kopi ialah 220°C. Kandungan protein bagi kedua-dua keadaan ini dianalisis menggunakan kromatografi cecair jenis fasa terbalik (RP-HPLC) manakala kandungan lemak menggunakan kaedah pengekstrakan Soxhlet. Protein di dalam biji kopi diekstrak menggunakan larutan penimbal Tris-HCl 0.03M pada pH 8.00. Terdapat sembilan komponen protein bagi kopi robusta tidak dipanggang iaitu asid aspartik, asid glutamik, alanin, valina, prolin, asparagina dan fenilalanin manakala tiga komponen bagi kopi robusta dipanggang iaitu asid glutamik, alanin, glisina dan metionina. Kandungan lemak bagi kopi robusta yang dipanggang ialah  $7.603 \pm 1.474$  manakala bagi kopi robusta tidak dipanggang ialah  $5.775 \pm 0.540$ .

*Kata kunci:* Biji kopi; Protein; Lemak; RP-HPLC; Soxhelt; Pemanggangan

## ABSTRACT

*Protein was reported as a precursor in aroma development during coffee beans roasting. This study was conducted to investigate the protein and lipid content in non-roasted coffee bean and roasted coffee bean. Roasting temperature used to roast coffee beans was 220°C. Protein content was analyzed using reversed phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) and lipid content using Soxhlet extraction method. Prior to analysis protein in both coffee beans was extracted with 0.03M Tris-HCl buffer at pH 8.00. The analysis has found that there were nine protein components in non-roasted coffee bean which is aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, proline, asparagine and phenylalanine while there were three protein components in roasted coffee bean which is glutamic acid, alanine, glycine and methionine. Lipid content in non-roasted coffee beans were  $5.775 \pm 0.540$  percent while in roasted coffee beans were  $7.603 \pm 1.474$  percent.*

**Keywords:** Coffee beans; Protein; Lipid; RP-HPLC; Soxhlet; Roasting

## SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	x
SENARAI LAMPIRAN	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif kajian	3
1.3 Skop kajian	3
<b>BAB 2 ULASAN LITERATUR</b>	
2.1 Sejarah kopi	4
2.2 Pokok kopi	4
2.2.1 <i>Coffea arabica</i>	5
2.2.2 <i>Coffea canephora</i>	7
2.2.3 <i>Coffea liberica</i>	8
2.3 Penuaian buah kopi	8
2.4 Pemprosesan kopi	8
2.4.1 Fermentasi	9
2.5 Pemanggangan biji kopi	13
2.6 Protein	16

2.6.1	Ciri-ciri kimia protein	18
2.6.2	Asid amino	19
2.6.3	Protein di dalam biji kopi	20
2.7	Kaedah elektroforesis	26
2.8	Kromatografi cecair jenis fasa berbalik (RP-HPLC)	26
2.8.1	Penyediaan laruan fasa bergerak	28
2.9	Kaedah Kjeldahl	28
BAB 3	BAHAN DAN KADEAH	30
3.1	Sampel	30
3.2	Bahan	30
3.3	Alat radas	30
3.4	Kaedah	31
3.3.1	Penyediaan sampel	31
3.3.2	Penyingkiran lemak	31
3.3.3	Pengekstrakan protein	32
3.3.4	Kromatografi Cecair Tekanan Tinggi-Fasa Berbalik	33
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	34
4.1	Pengekstrakan lemak	34
4.2	Kelembapan	36
4.3	Pengekstrakan protein	37
4.4	Analisis RP-HPLC	37
BAB 5	KESIMPULAN	43
RUJUKAN		44
LAMPIRAN		48

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual	Muka surat
2.1 Jadual perbezaan antara arabica dan robusta	8
2.2 Jadual komposisi lender di dalam biji kopi Arabica	12
2.3 Jadual komposisi asid amino didalam protein dan pecahan albumin bagi <i>Coffea arabica</i> Brazil.	22
2.4 Jadual asid-asid amino yang terdapat dalam kopi arabica dan robusta	23
4.1 Jadual kandungan lemak dalam biji kopi panggang dan tidak dipanggang	34
4.2 Kandungan air yang hilang semasa proses pemanggangan	35

**SENARAI RAJAH**

No.	Rajah	Muka surat
2.1	Biji kopi	11
2.2	Rajah struktur molekul asid amino	19
2.3	Kromatogram asid amino di dalam buah kopi.	24
4.1	Kromatogram sampel kopi robusta yang tidak dipanggang	37
4.2	Kromatogram sampel kopi robusta panggang	39

**SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN**

M	Molar
m	Meter
g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililiter
L	Liter
%	Peratus
°C	Degree Celsius
RP-HPLC	Reversed-phase high performance liquid chromatography
AU	Absorbance units

**SENARAI LAMPIRAN**

	Muka Surat
Lampiran A Pengiraan peratus lemak	48
Lampiran B Penyediaan larutan Tris-HCl	49
Lampiran C Data dan kromatogram kopi robusta tidak dipanggang	50
Lampiran D Data dan kromatogram kopi robusta panggang	51

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Kopi merupakan salah satu minuman harian yang diminati ramai terutamanya golongan dewasa. Pokok kopi dikatakan berasal dari Ethiopia tetapi penggunaannya sebagai minuman harian bermula di Arab (Clarke & Macrae, 1985). Terdapat dua spesies kopi yang utama iaitu *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* ataupun lebih dikenali sebagai *robusta* (Wrigley, 1988). Kopi tergolong didalam famili *Rubiaceae*. Pokok kopi tumbuh sehingga mencapai ketinggian 10 meter. Namun begitu, pokok kopi akan dipangkas setelah mencapai ketinggian lebih daripada tiga meter untuk tujuan penuaian. Dahan kopi tumbuh secara bertentangan dan melintang ataupun melentok. Daun kopi pula tumbuh secara berpasangan pada tangkai yang pendek. Panjang daun kopi ialah lebih kurang 15 sentimeter dan berbentuk bujur telur.

Pokok kopi mengeluarkan bunga pada umur tiga hingga empat tahun yang berwarna putih krim dan mengeluarkan bau yang manis. Di dalam buah kopi terdapat dua biji kopi yang melekat sesama sendiri pada permukaan yang rata. Setiap biji tersebut

diliputi dengan ‘tegument’ yang nipis atau lebih dikenali sebagai kulit perak. *Coffea arabica* tumbuh ataupun ditanam di kawasan yang tinggi. Biji kopi arabica berwarna hijau kepada hijau pucat dan berbentuk bujur. *Coffea canephora* pula tumbuh di kawasan yang mempunyai altitud yang rendah, tahan pada suhu yang tinggi dan memerlukan air hujan yang banyak serta kandungan humus yang tinggi. Biji robusta berwarna coklat dan berbentuk bulat. Kopi robusta lebih tahan penyakit berbanding kopi arabica dan mempunyai kandungan kafein yang lebih tinggi berbanding kopi arabica.

Apabila dipanggang, kopi menghasilkan aroma yang sangat mengasyikkan. Aroma yang terhasil ini adalah disebabkan oleh tindak balas Maillard. Tindak balas Maillard ialah tindak balas diantara gula dan asid amino. Protein merupakan salah satu bahan pelopor aroma di dalam tindak balas Maillard (Ledl & Schleicher, 1990). Protein ialah polimer yang terdiri daripada unsur karbon, hidrogen dan nitrogen. Selain itu, unsur seperti sulfur dan fosforus juga terdapat di dalam protein (Campbell & Reece 2002). Unit asas protein ialah asid amino atau asid imino yang dihubung oleh ikatan peptida (Osborne & Voogt, 1978).

Terdapat 20 jenis asid amino dalam makanan dan lapan daripadanya ialah asid amino penting. Asid amino boleh dikategori kepada empat bahagian iaitu berasid, beralkali, berkutub dan tidak berkutub (Campbell & Reece, 2002). Asid amino berasid ialah asid aspartik dan asid glutamik manakala asid amino beralkali pula ialah lisina, arginina dan histidin. Asid amino didalam golongan berkutub ialah serina, teorina, sitin,

tirosina, asparagina dan glutamin manakala asid amino tidak berkutub ialah glisina, alanina, valina, leusina, isoleusina, metionin, fenilalanin, triptofan dan prolina.

Kandungan protein di dalam biji kopi ialah antara enam hingga sembilan peratus berat biji kopi kering (Rogers *et al.*, 2002). Kandungan protein dikira berdasarkan kepada penentuan kandungan nitrogen melalui kaedah Kjeldahl (Nunes & Coimbra, 2001). Tiada bukti yang sah menunjukkan kandungan protein di dalam kedua-dua spesies iaitu *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* (robusta) mempunyai beza yang amat ketara (Clarke & Macrae, 1985). Kajian yang dibuat oleh Murkovic dan Derler (2005) mendapati bahawa kandungan asid amino di dalam *Coffea canephora* (robusta) lebih tinggi berbanding *Coffea arabica*. Alanina merupakan asid amino yang mempunyai kepekatan yang tinggi dan diikuti dengan asparagina didalam kedua-dua spesies ini. Protein di dalam biji kopi terdiri daripada protein larut air (albumin) dan pecahan protein tidak larut air. Jumlah protein larut air hanya meningkat apabila natrium hidroksida cair digunakan sebagai pengekstrak (Clarke dan Macrae, 1985).

## 1.2 Objektif Kajian

- Untuk mengetahui kandungan protein di dalam biji kopi panggang dan tidak dipanggang menggunakan kromatografi cecair tekanan tinggi jenis fasa terbalik (RP-HPLC).
- Untuk mengetahui kandungan lemak yang terdapat di dalam biji kopi robusta.

### **1.3 Skop Kajian**

Skop kajian ini ialah kajian kandungan protein dan lemak bagi spesies kopi, *Coffea canephora* (robusta) dari kawasan Tenom, Sabah. Kaedah yang digunakan ialah analisis kromatografi cecair tekanan tinggi jenis fasa terbalik (RP-HPLC) dan pengekstrakan Soxhlet.

## BAB 2

### ULASAN LITERATUR

#### 2.1 Sejarah Kopi

Pokok kopi berasal dari Ethiopia yang dijumpai oleh seorang gembala kambing yang bernama Kaldi (Kolpas, 1977). Namun begitu, penggunaan kopi sebagai minuman harian bermula dari Tanah Arab (Wrigley, 1988). Sebelum kopi dijadikan sebagai minuman, buah kopi pada mulanya hanya dikunyah oleh masyarakat Ethiopia (Kolpas, 1977). Kemudian, masyarakat Ethiopia mula menggunakan biji kopi kering yang dicampur dengan lemak dan dibentuk bulat sebagai bekal makanan dalam perjalanan yang jauh (Clarke & Macrae, 1985).

Pada awal kurun ke-15, kopi mula diperkenalkan di Tanah Arab (Clarke & Macrae, 1985). Di sinilah bermulanya penggunaan kopi sebagai minuman harian. Biji kopi dikisar dan dipanggang di Yemen pada awal tahun 1500 (Kolpas, 1977). Minuman ini mula diperkenalkan di Eropah pada awal tahun 1600 oleh Turki (Clarke & Macrae, 1985). Kopi mempunyai pelbagai nama ataupun gelaran yang berbeza di setiap negara tetapi mempunyai cara sebutan yang hampir serupa. Contohnya, ‘kopi’ dalam Bahasa

Malaysia, ‘coffee’ dalam Bahasa Inggeris, dan ‘kaffa’ (Clarke & Macrae, 1985) oleh masyarakat Ethiopia.

## 2.2 Pokok Kopi

Pokok kopi berasal dari famili Rubiaceae dan genus *Coffea* (Clarke & Macrae, 1985). Terdapat tiga spesies kopi iaitu *Coffea arabica*, *Coffea canephora* (robusta) dan *Coffea liberica* (Wrigley, 1988). Pokok kopi ialah sejenis tumbuhan tropika yang tumbuh di latitude antara 25°C utara dan 25°C selatan (Wrigley, 1988). Antara faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kopi ialah suhu, air hujan, cahaya matahari, angin dan komposisi tanah (Clarke & Macrae, 1985). Suhu ideal bagi pertumbuhan kopi ialah diantara 15°C - 30°C. Kadar air hujan yang sesuai bagi pertumbuhan kopi ialah antara 1500 – 3000 mm. Namun begitu, kadar air hujan yang diperlukan juga bergantung kepada komposisi tanah. Pokok kopi mengeluarkan buah pada umur tiga hingga empat tahun (Clarke & Macrae, 1985).

### 2.2.1 *Coffea arabica*

*Coffea arabica* merupakan spesies kopi yang ditanam secara meluas di seluruh dunia. Lebih 80 peratus daripada negara pengeluar menanam *Coffea arabica* (Clarke & Macrae, 1985). *Coffea arabica* ialah baka allotetraploid ( $2n = 44$ ) (Wrigley, 1988). *Coffea Arabica* tumbuh di kawasan yang tinggi, bersuhu rendah dan tidak memerlukan air hujan yang banyak (Clarke & Macrae, 1985). Pokok kopi Arabica tumbuh rendah dan mempunyai

dedaun yang banyak yang berwarna hijau pekat dan berbentuk bujur (Clarke & Macrae, 1985). Secara genetik, *Coffea arabica* amat berbeza dibandingkan dengan spesies kopi yang lain. *Coffea Arabica* mempunyai empat set kromosom berbanding dua pada spesies kopi yang lain (Wrigley, 1988). Buah *Coffea arabica* berbentuk bujur dan matang pada umur tujuh hingga sembilan bulan. Antara negara-negara yang menjadi pengeluar kopi Arabica yang terbanyak ialah Brazil, Afrika Timur dan negara-negara di Amerika Selatan dan Amerika Tengah (Wrigley, 1988).

Antara varieti *Coffea Arabica* yang dikenali ialah *Caturra (bourbon)*, *Mundo Novo*, *Catuai*, *Kent* dan '*Blue Mountain*' (Clarke & Macrae, 1985). *Caturra* biasanya ditanam di Brazil dan merupakan varieti kopi arabica yang mempunyai hasil yang banyak. *Mundo Novo* merupakan hibrid diantara *bourbon* dan *sumatra* yang mempunyai hasil yang banyak dan tahan penyakit. *Catuai* ditanam secara meluas di Amerika Selatan dan Amerika Tengah yang terkenal dengan penghasilannya yang banyak dan cepat. *Kent* pula berasal dari India Selatan dan ditanam secara meluas di Afrika Timur. Varieti ini mempunyai ketahanan penyakit daun bertompok dan hasil yang banyak. '*Blue Mountain*' pula merupakan varieti Jamaica yang mempunyai daya tahan penyakit buah yang tinggi dan boleh tumbuh di kawasan yang beraltitud tinggi.

### 2.2.2 *Coffea canephora (robusta)*

*Coffea canephora* (robusta) tumbuh meliar di Afrika Barat, Zaïre, Sudan, Uganda, utara-selatan Tanzania dan Angola (Wrigley, 1988). *Coffea canephora* juga tumbuh di

Indonesia dan Malaysia. Selain daripada varieti robusta, *Coffea canephora* juga mempunyai varieti lain iaitu, *nganda* dan *kouilouensis* (Clarke & Macrae, 1985). *Coffea canephora* mempunyai 2 set kromosom sahaja (Wrigley, 1988). Namun begitu, kedua-dua varieti ini jarang ditanam dan tidak mendapat permintaan yang meluas daripada pengguna. Kopi robusta tumbuh di kawasan yang beraltitud rendah, suhu yang tinggi dan kadar air hujan turun yang banyak serta memerlukan tanah yang mempunyai kandungan humus yang tinggi (Clarke & Macrae, 1985). Secara amnya, kopi robusta mempunyai daya tahan penyakit yang tinggi. Biji kopi robusta berbentuk bulat dan berwarna coklat (Wrigley, 1988).

**Jadual 2.1 Perbezaan antara arabica dan robusta**

Ciri - ciri	Arabica	robusta
Tahun spesies dijumpai	1753	1895
Kromosom	44	22
Masa untuk buah masak	9 bulan	10-11 bulan
Pendebungaan	Selepas hujan	Tidak tetap
Keadaan buah masak	Jatuh dari dahan	Kekal di dahan
Penghasilan buah	1500-3000 kg biji/pokok	2300-4000 kg biji/pokok
Sistem akar	Dalam	Cetek
Suhu optimum	15-24°C	24-30°C
Hujan optimum	1500-2000 mm	2000-3000 mm
Pertumbuhan optimum	1000-2000 m	0-700 m
Hemileia vastatrix	Mudah dijangkiti	Tahan
Koleroga	Mudah dijangkiti	Tahan
Nematoda	Mudah dijangkiti	Tahan
Penyakit buah kopi	Mudah dijangkiti	Tahan
Kandungan kafein	0.8-1.4 % biji kopi kering	1.7-4.0 % biji kopi kering

Jadual 2.1 menunjukkan perbezaan antara *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* (robusta). Jadual ini menunjukkan bahawa kandungan kafein di dalam *Coffea canephora* adalah lebih tinggi berbanding *Coffea arabica*.

### **2.2.3 *Coffea liberica***

Spesies kopi ini tidak ditanam secara meluas disebabkan oleh permintaan yang tidak tinggi seperti permintaan terhadap kopi arabica dan kopi robusta. Ini disebabkan spesies ini tidak mempunyai rasa ataupun aroma yang diminati ramai. Ia mempunyai rasa yang pahit dan kelat. Biji kopi liberica lebih besar berbanding biji kopi arabica dan robusta (Wrigley, 1988). Biji kopi liberica berbentuk bujur dan panjang. Daun pokok kopi liberica lebih lebar jika dibandingkan dengan daun pokok kopi arabica dan robusta. Pokok kopi liberica tumbuh sehingga mencapai ketinggian 18 meter (Wrigley, 1988). Kopi liberica tumbuh di Malaysia dan Afrika Barat tetapi hanya pada kuantiti yang sedikit disebabkan oleh ciri aroma yang sangat sedikit (Wrigley, 1988).

### **2.3 Penuaian buah kopi**

Penuaian buah kopi hanya menggunakan tenaga manusia iaitu dengan memetik buah kopi yang sudah masak (Wrigley, 1988). Bagi *Coffea Canephora*, buahnya dipetik manakala *Coffea arabica* hanya perlu dikutip kerana buahnya akan gugur apabila masak.

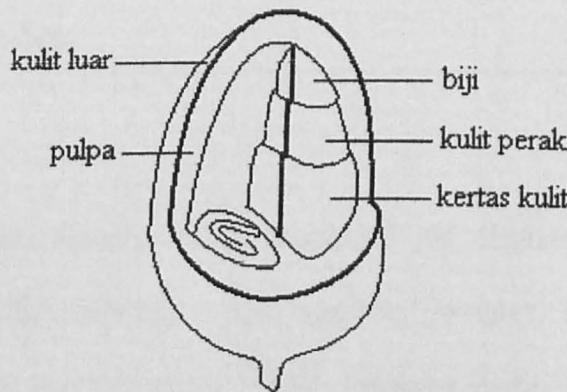
## 2.4 Pemprosesan kopi

Terdapat dua cara untuk memproses buah kopi iaitu dengan kaedah kering dan kaedah basah (Clarke & Macrae, 1985). Kaedah kering merupakan kaedah yang ringkas, mudah dan juga murah dari segi kos. Kaedah ini merupakan kaedah tradisional yang masih menjadi amalan sehingga kini (Kolpas, 1977). Selepas dituai, buah kopi akan dikeringkan di bawah sinaran matahari. Proses pengeringan memakan masa sehingga 15 hari bergantung kepada cuaca semasa proses pengeringan dilakukan (Clarke & Macrae, 1985). Buah kopi dihampar dalam lapisan setebal 30-40 mm (Wrigley, 1988). Ini bertujuan untuk mengelakkan proses fermentasi berlaku semasa proses pengeringan dijalankan. Pemanasan yang tidak sekata pada peringkat ini boleh menyebabkan perubahan warna (kulit coklat) pada buah kopi (Clarke & Macrae, 1985)).

Pemprosesan buah *Coffea canephora* biasanya menggunakan kaedah ini (Wrigley, 1988). Kaedah yang kedua ialah kaedah basah. Dalam kaedah ini, terdapat proses pengupasan kulit biji kopi dan proses fermentasi sebelum proses pengeringan dibuat (Wrigley, 1988). Proses pengupasan kulit buah kopi terbahagi kepada dua iaitu penyingkiran *exocarp* (kulit luar) dan bahagian utama *mesocarp* (bahagian yang agak berisi) ataupun dipanggil pulpa. Selepas proses pengupasan kulit ialah proses fermentasi. Proses ini bertujuan untuk menghidrolisis lendir dan sekaligus meningkatkan kualiti biji kopi (Wrigley, 1988).

### 2.4.1 Fermentasi

Seperti yang telah dijelaskan tadi, proses fermentasi bertujuan untuk menghidrolisis lendir yang masih melekat pada biji kopi selepas proses pengupasan pulpa. Struktur kimia lendir sangat kompleks iaitu protopectin yang bersifat tidak larut air (Clarke & Macrae, 1985). Dalam proses hidrolisis lendir, protopektin ini akan dihidrolisis kepada pektin ataupun asid pektinik yang mana berhubung kait dengan gula dan selulosa (Wrigley, 1988). Lendir mengandungi 85 peratus air. Rajah 3.4 menunjukkan gambarajah biji kopi.



**Rajah 2.1 Biji kopi**

Rajah 2.1 menunjukkan buah kopi yang terdiri daripada kulit luar, pulpa, kulit perak (tegument) dan kulit kertas (parchment). Lendir terletak pada kulit perak buah kopi. Tekstur lendir berubah daripada likat kepada licin terhadap air dan bendalir (Avallone *et al.*, 2001). Satu kajian telah dibuat oleh Avallone *et al* (2001) untuk menguji sama ada perubahan tekstur lendir semasa proses fermentasi disebabkan oleh degradasi polisakarida. Namun begitu, hasil dan komposisi bagi kopi yang diperlakukan dengan fermentasi adalah

## RUJUKAN

- Avallone S, Guiraud J.P, Olguin E, Brillouet J.M, 2001. Fate of Mucilage Cell Wall Polysaccharides during Coffee Fermentation. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **49** (11): 5556-5559.
- Casal S, Mendes E, Beatriz M, Oliveira P.P, Ferreira M.A, 2005. Roast Effect on Coffee Amino Acids Enantiomers. *Food Chemistry* **89**: 333-340.
- Casal S, Alves M.R, Mendes E, Beatriz M, Oliveira P.P, Ferreira M.A, 2003. Discrimination between Arabica and Robusta Coffee Species on the Basis of Their Amino Acid Enantiomers. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **51**, 6495-6501
- Goetz H, Kuschel M, Wulff T, Sauber C, Miller C, Fisher S, Wood C, 2004. Comparison of Selected Analytical Techniques for Protein Sizing, Quantification and Molecular Weight Determination. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods* **60** (3): 281-293.
- Ken-ichi N, 2006. Analysis of Protease Digestion Patterns in Tideland Sediments using SDS-PAGE. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **337** (2): 190-195.
- Maria C.A.B, Trugo D.L.C, Neto F.R.A, Moreira R.F.A, Alviano C.S, 1995. Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. *Food Chemistry* **55** (3): 203-207

- Mezzafera P, 1999. Chemical Composition of Defective Coffee Beans. *Journal of Agricultural Food Chemistry* (abstrak).
- Montavon P, Mauron A.F, Duruz E, 2003. Changes in Green Coffee Protein Profiles during Roasting. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **51** (8): 2335-2343.
- Montavon P, Duruz E, Pumo G, Pratz G, 2003. Evolution of Green Coffee Profiles with Maturation and Relationship to Coffee Cup Quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **51** (8): 2328-2334.
- Murkovic M, Derler K, 2006. Analysis of Amino Acids and Carbohydrates in Green Coffee. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods* (sedang diterbitkan)
- Nunes F.M, Coimbra M.A, 2003. Chemical Characterization of the Molecular Weight Material Extracted with Hot Water from Green and Roasted Arabica Coffee. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **49** (4): 1773-1782.
- Rogers W.J, Bezard G, Deshayes A, Meyer I, Petiard V, Maraccini P, 1999. Biochemical and Molecular Characterization and Expression of the 11S-type storage protein from Coffea arabica endosperm. *Plant Physiology and Biochemistry* **37** (4): 261-272.
- Sawicka K, Sahota T, Taylor M.J, Tanna S, 2006. Development of a Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography Method for the Analysis of Components from a Closed-Loop Insulin Delivery System. *Journal of Chromatography A* (sedang diterbitkan).
- Vasconelas A.L.S, Franca A.S, Glória M.B.A., Mendoza J.C.F, 2005. A Comparative Study of Chemical Attributes and Levels of Amines in Defective Green and Roasted Coffee Beans. *Food Chemistry* **101** (2007): 26-32.

- Yasunori S, Noriyuki S, Isamu K, 2006. Two Dimensional Expression Pattern Analysis of Protein Kinases after Separation by MicroRotofor / SDS-PAGE. *Analytical Biochemistry* (sedang diterbitkan).
- Campbell N.A, Reece J.B. 2002. *Biology*. Pearson Education Inc, San Francisco, 71-74.
- Clarke R.J, Macrae R. 1985. *Coffee (Volume 1: Chemistry)*. Applied Publisher, London & New York, 1-146.
- Clifford M.N. 1985. *Coffee (Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage)*. London, Croom Helm.
- Conn E.E, Stumpf P. K, Bruening G, Doi R. H. 2003. *Outline of Biochemistry 5/E*. John Wiley & Sons, Inc, New York, 54-113.
- Dr Toshio O, Kenji Y. 1995. *Manual for Food Composition Analysis*. Southeast Asian Medical Information Center International Medical Foundation of Japan, Japan, 22-26.
- Hudson B. J. F. 1982. *Develop in Food Proteins-6*. Elsevier Applied Science, London & New York, 220-245.
- Krstulović A.M., Brown P.R. 1982. *Reversed-Phase HPLC (Theory, Practice and Biomedical Application)*. Wiley Interscience Publication, New York, 219-227.
- Meyer L.H. 1973. *Food Chemistry*. Affiliated East-West Press Pvt. Ltd, New Delhi.
- Price N.C. 1996. *Protein*. Academic Press, Inc, United Kingdom.
- Spangler B.D.. 2002. *Methods in Molecular Biology and Protein Chemistry*.
- Swadesh J. 1997. *HPLC (Practical and Industrial Application)*. CRC Press, Inc, Florida, 111-171.

Woods A.E, Aurand L.W. 1977. *Laboratory Manual in Food Chemistry*. Company Inc.  
Westport, Connecticut, 20-83.

Wrigley G. 1988. *Coffee (Tropical Agriculture Series)*. John Wiley & Sons, Inc, New  
York, 68- 515.