

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: ANALISA SEBATIAN-SEBATIAN PERISA DARIPADA
BIJI KUKU SIHAT PAN BERJANGKIT SUPS PEMANGGANGAN

Ijazah: SARJANA MUDA

SESI PENGAJIAN: 2004/2005

Saya NOR QAMARINA BINTI HASHIM
 (HURUF BESAR)

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

[Signature]
 (TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh
[Signature]
 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO. 5, TAMAN
MESRA, 06300, KUACA NERANG,
KEDAH.

DR. SUHAIMI MD. YASIR
 Nama Penyelia

Tarikh: 20/04/07

Tarikh: 20/04/07

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).

PERPUSTAKAAN
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ANALISA SEBATIAN-SEBATIAN PERISA DARIPADA
BIJI KOKO SIHAT DAN BERJANGKIT
SELEPAS PEMANGGANGAN

NOR QAMARINA HASHIM

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA
SAINS DENGAN KEPUJIAN DALAM KIMIA INDUSTRI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
KOTA KINABALU

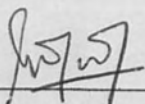
APRIL, 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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



NOR QAMARINA BINTI HASHIM

HS 2004- 1308

APRIL, 2007

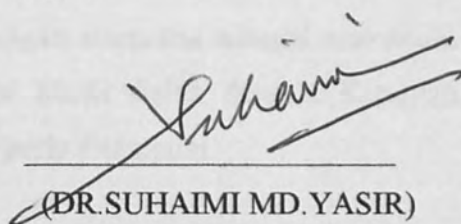


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

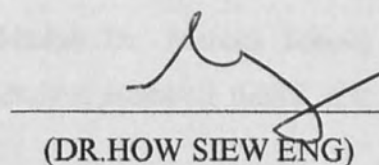
NAMA: NOR QAMARINA BINTI HASHIM

TAJUK: ANALISA SEBATIAN-SEBATIAN PERISA DARIPADA BIJI KOKO SIHAT
DAN BERJANGKIT SELEPAS PEMANGGANGAN



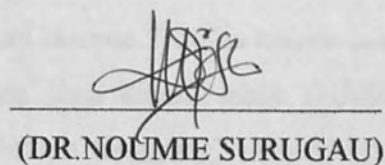
(DR.SUHAIMI MD.YASIR)

PENYELIA



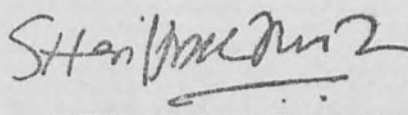
(DR.HOW SIEW ENG)

PEMERIKSA



(DR.NOUMIE SURUGAU)

PEMERIKSA



(SUPT. PROF.MADYA DR.SHARIFF A.K.S OMANG)

DEKAN SST

APRIL, 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Allah kerana dengan keberkatan serta kesabaran yang diberikanNya, penulis berjaya menyiapkan penulisan disertasi ini dengan sempurna sebagai memenuhi syarat Universiti bagi mendapatkan ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian walaupun terdapat pelbagai masalah dan cabaran yang perlu ditempuhi.

Penulis ingin mengucapkan jutaan terima kasih pada Dr. Suhaimi Md. Yasir yang tidak jemu-jemu memberi tunjuk ajar sepanjang beliau membimbing dalam disertasi ini. Tak lupa juga, jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Marcus Jopony dan pensyarah-pensyarah program Kimia Industri yang sentiasa memberi tunjuk ajar bagi menghasilkan penulisan disertasi yang baik.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada En.Zaini dari Lembaga Koko Malaysia dan En. Mustafa dari pihak Institut Penyelidikan Borneo Tropika kerana banyak menghulurkan bantuan ketika memerlukan. Tidak lupa juga kepada abah (HASHIM AHMAD), mak (SITI MARYAM AHMAD) serta keluarga tersayang, sahabat-sahabat yang banyak memahami dan memberikan sokongan kepada penulis dalam menyiapkan projek ini.

Sekian, wasalam.



ABSTRAK

Kajian ini adalah mengenai analisa sebatian-sebatian perisa dari biji koko sihat dan berjangkit selepas pemanggangan. Faktor suhu pemanggangan menjadi parameter utama dalam mengkaji sebatian-sebatian perisa yang terbentuk. Terdapat 3 suhu pemanggangan yang digunakan dalam analisa ini, iaitu pada suhu 110°C , 130°C serta 150°C . Selain itu, faktor peratusan kelembapan dan faktor nilai pH bagi setiap sampel juga telah dikaji. Didapati daripada bahawa kesemua sampel kecuali sampel 1-Sihat mempunyai nilai peratusan kelembapan kurang daripada standard Lembaga Koko Malaysia iaitu di bawah ataupun hampir sama dengan 8.5%. Nilai pH bagi keenam-enam sampel sihat adalah bersamaan nilai 5.0-5.8 iaitu lebih berasid berbanding keenam-enam sampel berjangkit yang mempunyai nilai 6.0 ke atas, iaitu lebih ke arah neutral. Keputusan kajian dengan penggunaan instrumen GC-MS pula hanya menunjukkan sebatian perisa tetrametilpirazina sahaja yang dapat dikesan pada dua sampel sahaja pada suhu pemanggangan 110°C , masing-masing pada sampel 2- Sihat dan sampel 1- Berjangkit yang ditunjukkan pada puncak 12.50 dan juga puncak 12.70.

ABSTRACT

Determination of flavor compounds from healthy and infected cocoa beans during roasting.

This project is about determination flavor compounds from healthy and infested cocoa beans during roasting. Temperature plays role as main factor in the determination of the flavor compound that formed. There are 3 different roasting temperatures that has been used which are 110⁰C, 130⁰C and 150⁰C. Besides that, percentages of moisture content and pH value factors also have been analyzed during this analysis. From the test, all the samples except 1-Healthy have the percentages of moisture content values below or near to the standard value from Lembaga Koko Malaysia which is 8.50%. The pH values for all six healthy samples have the value in range between 5.0-5.8, which are more to acid than the all six infested samples that have the values about 6.0 and above, more to neutral. The analysis with GC-MS instrument only shows the tetramethylpyrazine compound detected in two samples which roasted at 110⁰C, from 2-Healthy and 1-Infested at peak 12.50 and at peak 12.70..



KANDUNGAN

Muka surat

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	2
1.3 Skop Kajian	3

BAB 2	KAJIAN LITERATUR	4
2.1	Koko	4
2.2	Pemprosesan Koko	6
2.2.1	Pemprosesan primer	7
2.2.2	Penuaian, Pengekstrakan biji	7
2.2.3	Fermentasi	8
2.2.4	Pengeringan	12
2.2.5	Penyimpanan	15
2.2.6	Pemprosesan sekunder	16
2.3	Tindak balas Maillard	18
2.4	Sebatian-sebatian perisa yang terdapat dalam koko	20
2.5	Kaedah Pengekstrakan	22
2.6	Koko sihat dan koko berjangkit	23
BAB 3	METODOLOGI	26
3.1	Sumber sampel kajian	26
3.2	Penyediaan sampel	27
3.2.1	Biji koko kering	27
3.2.2	Pemanggangan	28
3.2.3	Pengisaran biji koko	29
3.3	Kaedah Analisis	29
3.3.1	Kelembapan	29



3.3.2	Kalibrasi pH meter	29
3.3.3	Pengukuran pH	30
3.3.4	Pengekstrakan dengan Licken dan Nickerson	30
3.3.5	Proses pemekatan	31
3.4	Penentuan sebatian-sebatian perisa	32
3.4.1	Kromatografi gas-jisim spektrometer	33
3.5	Penyediaan larutan piawai dan keluk kalibrasi	34
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	36
4.1	Penentuan kandungan sebatian-sebatian perisa piawai	39
4.2	Keluk kalibrasi sebatian piawai tetrametilpirazina	43
4.3	Perbandingan sebatian perisa pada suhu 110 ⁰ C	44
4.4	Perbandingan sebatian perisa pada suhu 130 ⁰ C	49
4.4	Perbandingan sebatian perisa pada suhu 150 ⁰ C	54
BAB 5	KESIMPULAN	60
RUJUKAN		61
LAMPIRAN		67



SENARAI JADUAL

Bil.Jadual	Halaman
Jadual 2.1 : Komposisi buah koko segar	5
Jadual 2.2 : Enzim-enzim yang terlibat semasa proses mematikan biji koko	9
Jadual 2.3 : Faktor-faktor yang mempengaruhi dan kesan terhadap fermentasi	12
Jadual 2.4 : Sebatian-sebatian perisa koko	21
Jadual 3.1 : Pembahagian sampel mengikut perbezaan suhu	28
Jadual 3.2 : Parameter pengoperasian kromatografi gas-jisim spektrometer	34
Jadual 4.1 : Kehadiran sebatian piawai tetrametilpirazina dalam semua sampel pada suhu 110 °C	49
Jadual 4.2 : Kehadiran sebatian piawai tetrametilpirazina dalam semua sampel pada suhu 130 °C	53
Jadual 4.3 : Kehadiran sebatian piawai tetrametilpirazina dalam semua sampel pada suhu 150 °C	57



SENARAI RAJAH

Bil.Rajah	Halaman
Rajah 2.1 : Komponen dan komposisi kandungan biji koko.	6
Rajah 2.2 : Pemprosesan primer koko.	7
Rajah 2.3 : Proses biokimia semasa peringkat fermentasi.	10
Rajah 2.4 : Tindak balas Maillard / “Maillard reaction pathway”.	19
Rajah 2.5 : Sebahagian struktur sebatian perisa koko.	22
Rajah 3.1 : Carta alir ringkasan kaedah penyediaan sampel.	27
Rajah 4.1 : Peratusan kandungan kelembapan setiap sampel	36
Rajah 4.2 : Nilai pH setiap sampel	38
Rajah 4.3 : Kromatogram larutan piawai, sebatian tetrametilpirazina (puncak 12.25).	40
Rajah 4.4 : Kromatogram larutan diklorometana	41
Rajah 4.5 : Keluk kalibrasi sebatian piawai tetrametilpirazina	44
Rajah 4.6 : Kromatogram sampel 1- Sihat pada suhu 110 ⁰ C	45
Rajah 4.7 : Kromatogram sampel 2- Sihat pada suhu 110 ⁰ C	46
Rajah 4.8 : Kromatogram sampel 3- Sihat pada suhu 110 ⁰ C	46
Rajah 4.9 : Kromatogram sampel 1- Berjangkit pada suhu 110 ⁰ C	47
Rajah 4.10 : Kromatogram sampel 2- Berjangkit pada suhu 110 ⁰ C	47



Rajah 4.11 : Kromatogram sampel 3- Berjangkit pada suhu 110 ⁰ C	48
Rajah 4.12 : Kromatogram sampel 1- Sihat pada suhu 130 ⁰ C	50
Rajah 4.13 : Kromatogram sampel 2- Sihat pada suhu 130 ⁰ C	51
Rajah 4.14 : Kromatogram sampel 3- Sihat pada suhu 130 ⁰ C	51
Rajah 4.15 : Kromatogram sampel 1- Berjangkit pada suhu 130 ⁰ C	52
Rajah 4.16 : Kromatogram sampel 2- Berjangkit pada suhu 130 ⁰ C	52
Rajah 4.17 : Kromatogram sampel 3- Berjangkit pada suhu 130 ⁰ C	53
Rajah 4.18 : Kromatogram sampel 1- Sihat pada suhu 150 ⁰ C	54
Rajah 4.19 : Kromatogram sampel 2- Sihat pada suhu 150 ⁰ C	55
Rajah 4.20 : Kromatogram sampel 3- Sihat pada suhu 150 ⁰ C	55
Rajah 4.21 : Kromatogram sampel 1- Berjangkit pada suhu 150 ⁰ C	56
Rajah 4.22 : Kromatogram sampel 2- Berjangkit pada suhu 150 ⁰ C	56
Rajah 4.23 : Kromatogram sampel 3- Berjangkit pada suhu 150 ⁰ C	57

SENARAI FOTO

Bil.Foto	Halaman
Foto 2.1 : Perbezaan kasar antara koko sihat dan koko berjangkit	23
Foto 2.2 : Perbezaan biji koko sihat dan biji koko berjangkit	24

SENARAI SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	suhu darjah celsius
cm	sentimeter
H_2O	molekul air
CO_2	molekul karbon dioksida
NH_3	ammonia
H_2S	hidrogen sulfida
$^{\circ}\text{F}$	suhu darjah fahrenheit
Kg	kilogram
g	gram
m	meter
mm	milimeter
μm	mikrometer
L	liter
mL	mililiter
μL	mikroliter
MS	spektrometer-jisim
GC	kromatografi gas
SDE	Ektraksi Penyulingan-Stim
t_r	masa penahanan

SENARAI LAMPIRAN

Bil.Lampiran	Halaman
LAMPIRAN 1: Kaedah pengiraan kandungan kelembapan	67
LAMPIRAN 2: Peratusan kandungan kelembapan setiap sampel	67
LAMPIRAN 3: Nilai pH setiap sampel	67
LAMPIRAN 4: Data keluk kalibrasi sebatian piawai tetrametilpirazina.	68



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Koko yang merupakan pengeluar ataupun penyumbang utama dalam industri makanan berasaskan coklat telah dipercayai berasal daripada Amerika Selatan, iaitu ditemui di tengah-tengah hutan Amazon. Sejak berkurun-kurun dahulu, manusia telah menggunakan koko dalam penghasilan makanan yang berasaskan coklat. Koko juga telah dikatakan sebagai penyumbang segala jenis zat dan galian dalam aspek kesihatan (Othman,1993).

Pada asasnya, pokok koko dapat dibahagikan kepada 3 jenis ataupun spesies utama iaitu *Theobroma cocoa*, *Theobroma biocolumn* dan *Theobroma granicolumn*, iaitu dari famili Sterculiaceae (Othman,1993). Setiap spesies pokok koko mempunyai perbezaan yang tersendiri, misalnya spesies *Theobroma cocoa* digunakan dalam industri dan kedudukan buahnya adalah pada bahagian batang manakala *Theobroma biocolumn* pula dikatakan mempunyai lapisan pulpa yang kurang tebal. Sementara itu, *Theobroma granicolumn* mengandungi pulpa yang lebih tebal dan kedudukan buah yang terhasil adalah pada hujung tangkai. Pada kebiasaannya, pokok koko ditanam bersama-sama



dengan pokok pelindung supaya terhindar daripada pancaran matahari yang berlebihan selain daripada supaya ianya menerima taburan hujan yang cukup.

Koko merupakan tanaman yang telah lama diperkenalkan di Malaysia iaitu kira-kira 20 tahun terdahulu. Pembangunan industri koko dan produk-produk hasil keluaran koko telah mengalami pelbagai perubahan dari segi baka, cara penanaman, penuaian dan juga dalam bidang mutu dan kualiti koko yang dihasilkan. Di Malaysia, terdapat kira-kira 500,000 hektar keluasan tanaman koko dan pada masa kini, Malaysia berada di tangga ke-13 dalam pengeluaran koko dunia dan juga merupakan negara pengisar ke-3 terbesar dari segi 'origin processor' (Masarudin, 2006).

Koko bukan sahaja merupakan tanaman yang bernilai kepada Malaysia malahan merupakan antara hasil komoditi terbesar Malaysia selain daripada tanaman kelapa sawit dan juga getah. Selaras dengan pembangunan dan juga keperluan, Malaysia telah banyak berusaha untuk mempertingkatkan kualiti koko dan juga terus menjalankan pelbagai penyelidikan dalam memastikan koko terus dapat dibangunkan serta dimantapkan.

1.2 Objektif kajian

Objektif kajian ini adalah untuk menentukan dan membandingkan sebatian-sebatian perisa daripada biji koko yang sihat dan berjangkit selepas pemanggang.



1.3 Skop Kajian

Skop kajian dijalankan ke atas biji koko yang telah diperolehi dari Kampung Baru Jumpa, Tenom. Skop kajian ini juga dijalankan ke atas tiga faktor suhu pemanggangan yang berbeza, 110°C , 130°C dan juga 150°C . Faktor suhu ini adalah untuk mengkaji perbandingan sebatian-sebatian perisa yang terbentuk pada ketiga-tiga suhu pemanggangan.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Koko

Koko mula diperkenalkan dan ditanam di Malaysia bermula dari abad ke-17 lagi (Hashim, 1991). Koko dilaporkan telah ditanam di Semenanjung Malaysia sejak tahun 1778 lagi (Koenig, 1894). Pada permulaan penanaman koko, koko dari baka *Tritinario* telah diperkenalkan kepada penanam-penanam di sini, iaitu merupakan kacukan baka *Forastero* dan juga *Criollo*.

Dalam proses penghasilan bahan perisa yang baik, kualiti bahan perisa koko yang dihasilkan adalah berdasarkan genotip pokok koko itu serta cara pemanggangan koko tersebut. Kualiti biji koko itu juga adalah bergantung kepada faktor kandungan kelembapan biji koko dan juga bahan buangan. Biji koko yang baik dikatakan mengandungi kandungan kelembapan kurang daripada 7.5% dan bahan buangan kurang daripada 8.0% (Buku Panduan Kualiti Biji Koko Kering, 2006). Nilai pH juga penting dalam mencirikan kualiti sebatian perisa yang dihasilkan oleh biji koko. Nilai pH yang kurang berasid iaitu sekitar 5.20-5.49 dikatakan mampu menghasilkan sebatian perisa

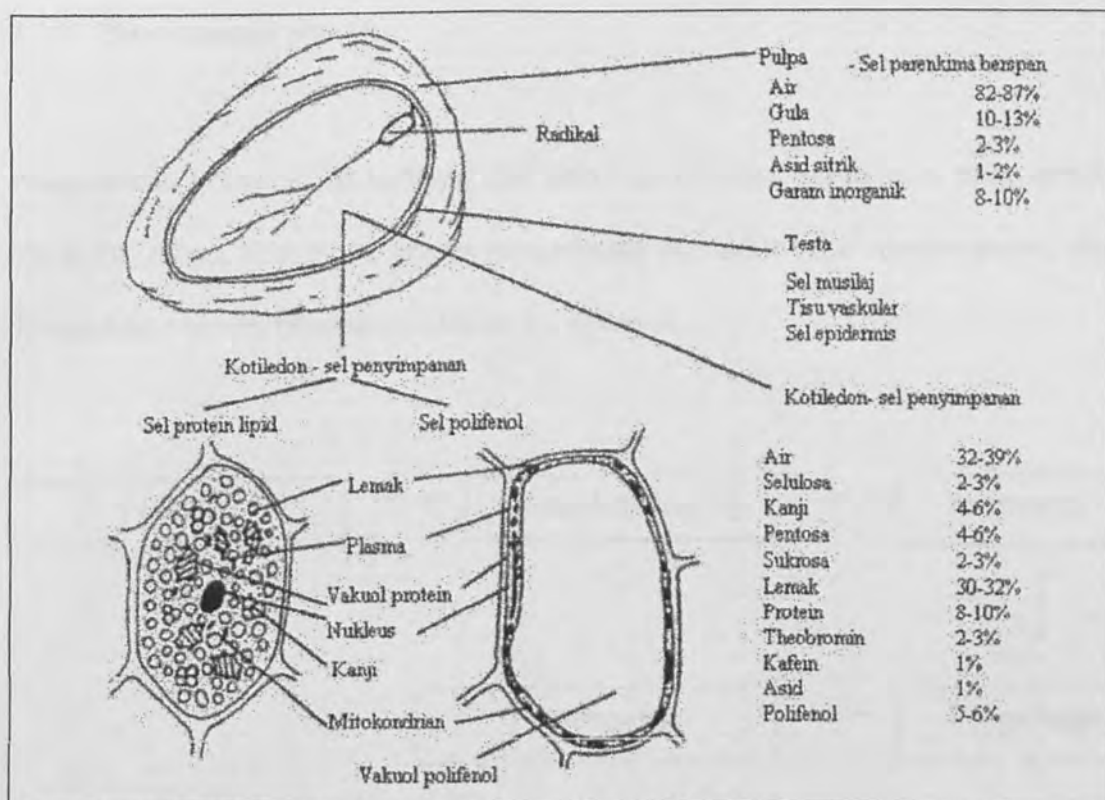


coklat yang berkualiti. Nilai pH yang agak rendah (4.75-5.19) ataupun terlalu tinggi (5.50-5.80) menjadikan sebatian perisa koko yang terhasil lemah dan tidak berkualiti (Jinap *et al.*, 1995). Selain itu, kualiti koko juga dapat diperhatikan melalui kualiti biji koko. Sekiranya terdapat biji koko yang bercambah, pecah, berkulat, ini akan mengurangkan kualiti koko. Profil kualiti biji koko merupakan salah satu lagi garis panduan dalam menentukan kualiti koko. Komposisi buah koko segar ditunjukkan seperti Jadual 2.1 manakala komponen dan komposisinya ditunjukkan seperti Rajah 2.1.

Jadual 2.1: Komposisi buah koko segar

Kandungan	Peratus(%)
Air	84.5
Pentosan	2.7
Sukrosa	0.7
Glukosa, fruktosa	10.0
Protein	0.6
Asid	0.7
Garam inorganik	0.8
JUMLAH	<u>100.0</u>

(Carr *et. al*, 1979).



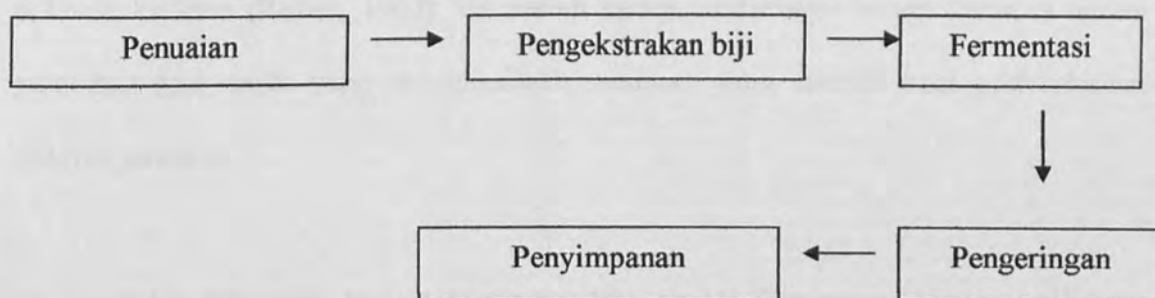
Rajah 2.1 : Komponen dan komposisi kandungan biji koko
(Sumber dari Lopez & Dimick, 1986).

2.2 Pemprosesan Koko

Terdapat 15 peringkat pemprosesan koko kesemuanya bermula daripada koko dipetik, proses pengasingan, pengestrakan biji koko, proses fermentasi, pengeringan, pra-pembersihan. Kemudian diikuti dengan pengeringan intensif dan pemecahan biji koko diikuti dengan proses penganginan, pemanggangan, penyimpanan dan penghasilan pepejal koko, minyak koko, cecair koko, mentega koko dan juga serbuk koko. Pemprosesan koko dapat dibahagikan kepada dua secara amnya, iaitu pemprosesan primer dan juga pemprosesan sekunder.

2.2.1 Pemprosesan primer

Pemprosesan primer koko bermula dari koko dipetik, diasingkan serta pengekstrakan biji koko, proses fermentasi, proses pengeringan dan akhir sekali penyimpanan, dapat diringkaskan seperti ditunjukkan Rajah 2.2 di bawah.



Rajah 2.2 : Pemprosesan primer koko.

2.2.2 Penuaian, pengekstrakan biji.

Proses-proses pengasingan serta pengekstrakan biji koko dilakukan biasanya sekaligus selepas koko dipetik. Proses-proses ini biasanya dilakukan dengan segera bagi mengelakkan koko terdedah terlalu lama pada persekitaran dan juga bagi menjamin mutu serta kualiti perisa koko yang akan dihasilkan. Koko yang baru dipetik hendaklah diasingkan dan diekstrak secepat mungkin untuk difermentasi mengelakkan terjadinya biji berkulat, biji slati, biji melekat dan juga biji kembar.

2.2.3 Fermentasi.

Peringkat fermentasi dikatakan sebagai proses yang paling penting dalam menghasilkan biji koko dan mempunyai sebatian perisa yang berkualiti (Nazaruddin & Suzannah, 1994). Pada peringkat fermentasi, dikatakan hampir 90% bahan perisa terbentuk iaitu terjadinya penghasilan “bahan pelopor perisa” seperti asid amino, peptida dan juga polihidroksifenol (Rohan, 1963). Ini adalah kerana tindakbalas secara kimia di antara gula dan asid sitrik yang menghasilkan medium yang terbaik bagi pertumbuhan mikroorganisma.

Telah dikatakan pada tahap permulaan proses fermentasi, keadaan pH bagi pulpa adalah sangat rendah iaitu 3.4-4.0 manakala kandungan gulanya pula berada pada 8-24% serta berkeadaan tekanan oksigen yang rendah (Lopez & Dimick, 1986). Pada keadaan ini, ianya amat merangsang pertumbuhan yis anaerobik yang berdominasi pada 24-36 jam tempoh fermentasi yang terawal. Yis-yis ini akan menyebabkan penapaian yang semulajadi di mana kandungan gula akan ditukarkan kepada alkohol, karbon dioksida dan juga asid sitrik yang mengandungi haba. Selain itu, sesetengah yis juga menghasilkan enzim pectinase yang berfungsi untuk memecahkan sel-sel pulpa di mana kesannya dapat dilihat di luar, iaitu jusnya mengalir dan berbuih seperti “berpeluh”. Ini sebenarnya merupakan proses pembuangan bahagian pulpa secara perlahan-lahan.

Sel-sel pulpa yang telah dipecahkan ataupun dimusnahkan oleh enzim pectinase itu akan membentuk ruang di antara biji koko yang membolehkan aliran udara mengalir

RUJUKAN

- A.O.A.C. 1990. Official method of analysis, 15th Edition, *Association of Official analytical chemists*, Washington D.C. ms. 763-772.
- Apriyantono, A., Husain, H., Lie, L., Jodoamidjojo, M. & Puspita-sari-Nienabar, N. L. 1999. Flavor characteristics of Indonesian soy sauce (*Kecap manis*). Dlm: Shahidi, F. & Ho, C. T., *Flavor Chemistry of ethnics foods*, Plenum Press, New York. ms. 15-31.
- Azhar, I., 1990. Postharvest management of cocoa pod borer, *MARDI Res. J.* **18**(1), ms. 71-80.
- Azlan Hj. Yahya, 2006. Prosedur Penggredan, *Kursus Penggredan Biji Koko Kering (Bukan Penggred) 2006*, 15-17 Ogos 2006, Tawau, Sabah.
- Bailey, S. D., Mitchell, D. G., Bazinet, M.L. & Weurman, C. 1962. *Journal of Food Science* **27**. ms. 165.
- Carr, J. G., Davies, P. A. & Dougan, J. 1979. *Cocoa fermentation in Ghana and Malaysia*. University of Bristol Research Station, London.
- Chong.C.F., Shepherd.R. & Poon, Y.C. 1978, Mitigation of cocoa beans acidity-fementary investigations, *International Conference on Cocoas and Coconuts*, Kuala Lumpur.
- Darren J. & Alan J., 2006, Comparison of micro-scale simultaneous distillation-extraction and stir bar sorptive extraction for determination of volatile organic constituents of grape juice, *Journal of Chromatography A*, **1117**, ms. 121-131, Korea Selatan.



- Elzakker, Van A. H. M., Zuphten, Van H. J., Z. 1961. *Lebensm. Unters. Forsch* **115**, ms. 22.
- Flament, I., Wilham, B., Stoll, M. 1967, Research on aromas.16 Cocoa aroma, *Helv. Chim. Acta* **50**, ms. 2233.
- Forsyth, W. G. C., & Quesnel, V. C. 1957. Cocoa glycosidase and colour changes during fermentation, *Journal Science Food Agricultural* **8** . ms. 505-509.
- Hashim, A. W.,1991. Cocoa Industry In Malaysia, *2nd International Congress on Cocoa and Chocolate*, 13-15 Mei 1991,Munich, Germany.
- Heath, Henry, B., Reineccius, G. 1986. *Flavor Chemistry and Technology*, Mac Millan Publishers.
- Hidayatullah Hussein, 2006. Ciri-ciri fizikal yang mempengaruhi kualiti koko, *Kursus Penggredan Biji Koko Kering (Bukan Penggred)* 2006,15-17 Ogos 2006, Tawau, Sabah.
- Ho, C. T. 1996. Thermal generation of Maillard aromas. In:*Ikan R, editor. The Maillard reaction Consequences for the chemical and life sciences*, Wiley. ms. 27-53
- Jinap, S., Dimick, P.S. & Hollender, R., 1995. Flavour evaluation of chocolate formulated from coca beans from different countries, *Food Control* , **6**(2). ms. 105-110, Britain.
- Jousse, F., Jongen, W., Agterof, W., Russell, S. & Braat, P., 2002. Simplified kinetic scheme of flavour formation by the Maillard reaction, *Journal Food Science* , **67**. ms. 2534-2542.



- Kim, H. J., Lee, E. J., Shin, O. S., Ji, W.D., Choi, M.R., & Kim, J. K. 1996. Volatile components in the soy sauce manufactured by *Bacillus* species and fused yeast. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 6(3), ms. 194-201.
- Koenig, J. C. 1894, Journal of a voyage from India to Siam and Malacca in 1779. *Journal. Roy, Asiat. Soc.* 26. ms. 104.
- Krysiak, W. 2005. Influence of roasting conditions on coloration of roasted cocoa beans, *Journal of Food Engeneering* 77 , ms. 449-453.
- Lopez, A.S. 1972, The development of chocolate aroma from non-volatile precursors, in: *4th International Cocoa Conference*, St.Augustine, Trinidad, ms.640-646.
- Lopez, A.S. 1986, Chemical changes occuring during the processing of cocoa, in: *Proceedings of Cocoa Biotechnology*, Department of Food Science, Pennyslyvania State University, University Park, PA
- Lopez, A. S., Dimick, P. S. 1995. Cocoa fermentation. Dlm: *Rehm. H. J. dan Reed, G. Biotechnology: Enzymes, Biomass, Food and Feed*. University Park, USA. ms. 561-567.
- Mamot, S.1982. Perubahan kimia dan biokimia semasa pemprosesan koko. *Teknologi Pertanian* 3(1), ms. 11-27.
- Marion, J. P., Muggler-Chavan, F., Viani, R., Bricout, J., Reymond, D. & Egli, R. H. 1967. Composition of cocoa aroma, *Helv. Chim. Acta* 50, ms. 1509.
- Meriam Mohd Yusof. 2006. Serangga Perosak Biji Koko Kering Semasa Penyimpanan, *Kursus Penggredan Biji Koko Kering (Bukan Penggred)* 2006,15-17 Ogos 2006, Tawau, Sabah.



- Morton, I.D. & Macleod, A.J. 1982. Developments in Food Science, *Food flavours:Part A, Introduction.3(A)*, Netherlands.
- Muhammad Nor Omar, Mohd.Wahid Samsudin & Laily Din. 1990. Perubahan Sebastian aroma koko (*Theobroma Cacao*) semasa pemanggangan, *Proceedings of 7th National seminar natural products*, 27-28 Jun 1990, USM, Pulau Pinang.
- Nazaruddin Ramli. & Suzannah Shariff. 1994. Kesan Pemanggangan ke Atas Pembentukan Perisa Koko. *Persidangan ke-3 Pegawai-pegawai Lembaga Koko Malaysia*, 9-10 Disember 1994, Kota Kinabalu, Sabah.
- Nunomura, N., Sasaki, M., Asao, Y.,& Yokosuka, T. 1976a. Identification of volatile components in *shoyu* (soy sauce) by gas chromatography-mass spectrometry. *Agricultural and Biology Chemistry* **40**(3), ms. 485-490.
- Nunomura, N., Sasaki, M., Asao, Y.,& Yokosuka, T. 1976b. Isolation and identification of 4-hydroxy-2(or 5)-ethyl-5 (or 2)-methyl-(3,2H)-furanone, as flavor component in *shoyu* (soy sauce). *Agricultural and Biology Chemistry* **40**(3). ms. 491-495
- Nunomura, N., Sasaki, M., Asao, Y.,& Yokosuka, T. 1978. *Shoyu* (soy sauce) flavor components: acidic fraction and the characteristic flavor component. *Agricultural and Biology Chemistry* **42**(11). ms. 2123-2128.
- Nunomura, N., Sasaki, M., Asao, Y.,& Yokosuka, T. 1980. *Shoyu* (soy sauce) flavor components: acidic fraction and the characteristic flavor component. *Agricultural and Biology Chemistry* **44**(2). ms. 339-351.
- Othman Abdul Samah, Mohd.Fareh Putih, Jinap Selamat & Hasimah Alimon, 1993. Fermentation Products In Cocoa Benas Inoculated with *Acetobacter xylinum*. *Asean Food Journal* **8**(1). ms.22-25.



- Praag, M. van., Stein, H. S., Tibbetts, M. S. 1968. Steam volatile aroma constituents of roasted cocoa beans, *Journal of Food Chemistry* **16**. ms. 1006.
- Quesnel, V.C. 1965. Oxygen consumption and heat production during the fermentation of cocoa, *Trop.Abs.* **24**(2). ms. 95.
- Reinneccius, G. A., Keeney, P.G., & Weissberger, W. 1972. Factors affecting the concentration of pyrazines in cocoa beans, *Journal of Agro Food Chem.*, **20**. ms 202-206.
- Rizzi, G. P. 1967. The occurrence of simple alkylpyrazines in cocoa butter, *Journal of Food Chemistry* **15**. ms. 549.
- Rohan, T.A. 1963. Precursors of Chocolate Aroma, *Journal of Food Chemistry* **14**. ms.799-805.
- Rohan, T. A., Stewart, T. 1967. The Precursors of Chocolate Aroma: Studies in the degradation of amino acid during the roasting of Accra cocoa beans, *Journal of Food Science*, **32**. ms 625-629.
- Rosland A.R.Lee Abdullah, 2006. Kepentingan Standard Kualiti biji koko kering dalam Era Ekonomi Masakini. *Kursus Penggredan Biji Koko Kering (Bukan Penggred)* 2006, 15-17 Ogos 2006, Tawau, Sabah.
- Sandra, P. & Bicci, C. 1987. *Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis*, Hiedelberg-Basel-New York, Pr. Alfred Huethig Verlag, 1987
- Seo, J. S., Chang, H. G., Ji, W.D., Lee, E. J., Choi, M. R., Kim, H. J., & Kim, J. K. 1996. Aroma components of traditional Korean soy sauce and soybean paste fermented with the same *meju*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* **6**(4). ms. 278-285.



Solomons, T.W. Graham., Fryhle, B.G. 2004. *Organic Chemistry 8th Edition*, Wiley.

Schmalfuss, H.& Barthmeyer, H., Z.1932. *Unters. Lebensm.* **63**, ms. 283.

Valiente, C., Esteban, R.M., Molla, E. & Lopez-Andreu, F.J. 1994. Roasting effect on Dietary Fiber Compositing of cocoa beans, *Journal of Food Science*, **59(1)**. ms 123-141.

Wan Aidah Wan Ibrahim. 2006. Pengesanan Bau Asing dalam Biji Koko. *Kursus Penggredan Biji Koko Kering (Bukan Penggred)* 2006,15-17 Ogos 2006, Tawau, Sabah.

Weenen, H., Kerler, J. , Van de Ven. The Maillard Reaction in Flavor Formation. Dlm: *Flavor and Fragrances*. The Royal society of Chemistry, UK.

Ziegler, G. & Biehl, B. 1988. Analysis of cocoa flavour components and flavour precursors. *Methods in Plant Analysis* **8**, ed. H. Linkens & J.F. Jackson Springer-Verlag, Berlin, ms.321-393.

