

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KUANTITAS DAN  
KUALITAS LEMAK KAKAO ( Theobroma cacao Linn )  
DARI JENIS CRIOLLO DAN FORASTERO**



**BOSUWA**

OLEH

**SAMSUDDIN**

457030441 / 8811300388

**JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS "45"  
UJUNG PANDANG**

**1992**

**LEMBARAN PENERIMAAN**

Judul Skripsi : Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kwantitas  
dan Kualitas Lemak Kakao (Theobroma cacao  
.Linn) Dari Jenis Criollo dan Forastero.

Nama Mahasiswa : Samsuddin

Nomor Stb/Nirm : 4587030441/8811300388

Menyetujui,

Ujung Pandang, ..... 1993



(Prof. Dr. Ir. Tjodi Harlim)

-----  
Dosen Pembimbing I

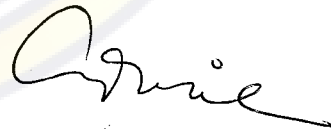
Ujung Pandang, ..... 1993



(Ir. Aryanti Susilowati)

-----  
Dosen Pembimbing II

Ujung Pandang, ..... 1993



( Ir. Abdul Halik )

-----  
Dosen Pembimbing III

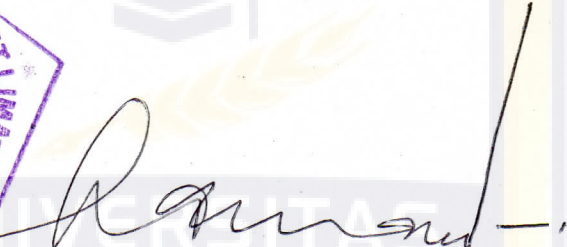
Tanggal Lulus :

PENGESAHAN

Disahkan / Disetujui Oleh :




Rektor Universitas "45"

  
(Prof, Mr. DR. H.A. ZAINAL ABIDIN FARID)

**BOSOWA**



Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

  
(Dr. Ir. MUSLIMIN MUSTAFA, MSc.)



Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas "45"

  
(Ir. DARUSSALAM SANUSI)

BERITA ACARA UJIAN

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas "45" Ujung  
Pandang Nomor : ..... Tanggal : .....  
tentang Panitia Ujian Skripsi maka pada hari ini setelah  
dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi Universitas "45"  
Ujung Pandang untuk memenuhi syarat guna memperoleh Gelar  
Sarjana strata satu (S1) pada Fakultas Pertanian Jurusan  
Teknologi Pertanian yang terdiri dari :

K e t u a : Ir. Darussalam Sanusi

(.....)

Sekretaris : Ir. Jamil Gunawi

(.....)

Anggota Penguji :

1. Dr. Ir. Elly Ishak, MSc.

(.....)

2. Ir. Ny. Marthina ngantung, M.App.Sc.

(.....)

3. Ir. L i n g g a

(.....)

4. Prof. Dr. Ir. Tjodi Harlim

(.....)

5. Ir. Aryanti Susilowati

(.....)

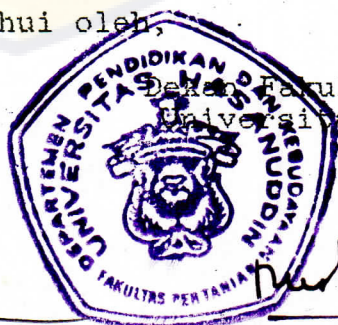
6. Ir. Abdul Halik

(.....)

Diketahui oleh,

Rektor Universitas "45"  
Ujung Pandang

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin



(Prof.Mr.Dr. H.A.Zainal A.F)

(Dr. Ir. Muslimin M. MSc.)

SAMUDDIN (4587030441). PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KUANTITAS DAN KUALITAS LEMAK KAKAO (*Theobroma cacao* Linn) DARI JENIS CRIOLLO DAN FORASTERO. (Di bawah bimbingan PROF. DR. Ir. TJODI HARLIM, Ir. ARYANTI SUSILOWATI DAN Ir. ABDUL HALIK)

## RINGKASAN

Pengolahan buah kakao dengan maksud memperoleh lemak dengan kuantitas tinggi dan kualitas yang baik, harus melalui beberapa tahap. Suatu tahap yang paling penting adalah perlakuan fermentasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh lama fermentasi terhadap kuantitas dan kualitas lemak kakao yang dihasilkan melalui metode ekstraksi dengan menggunakan soxhlet.

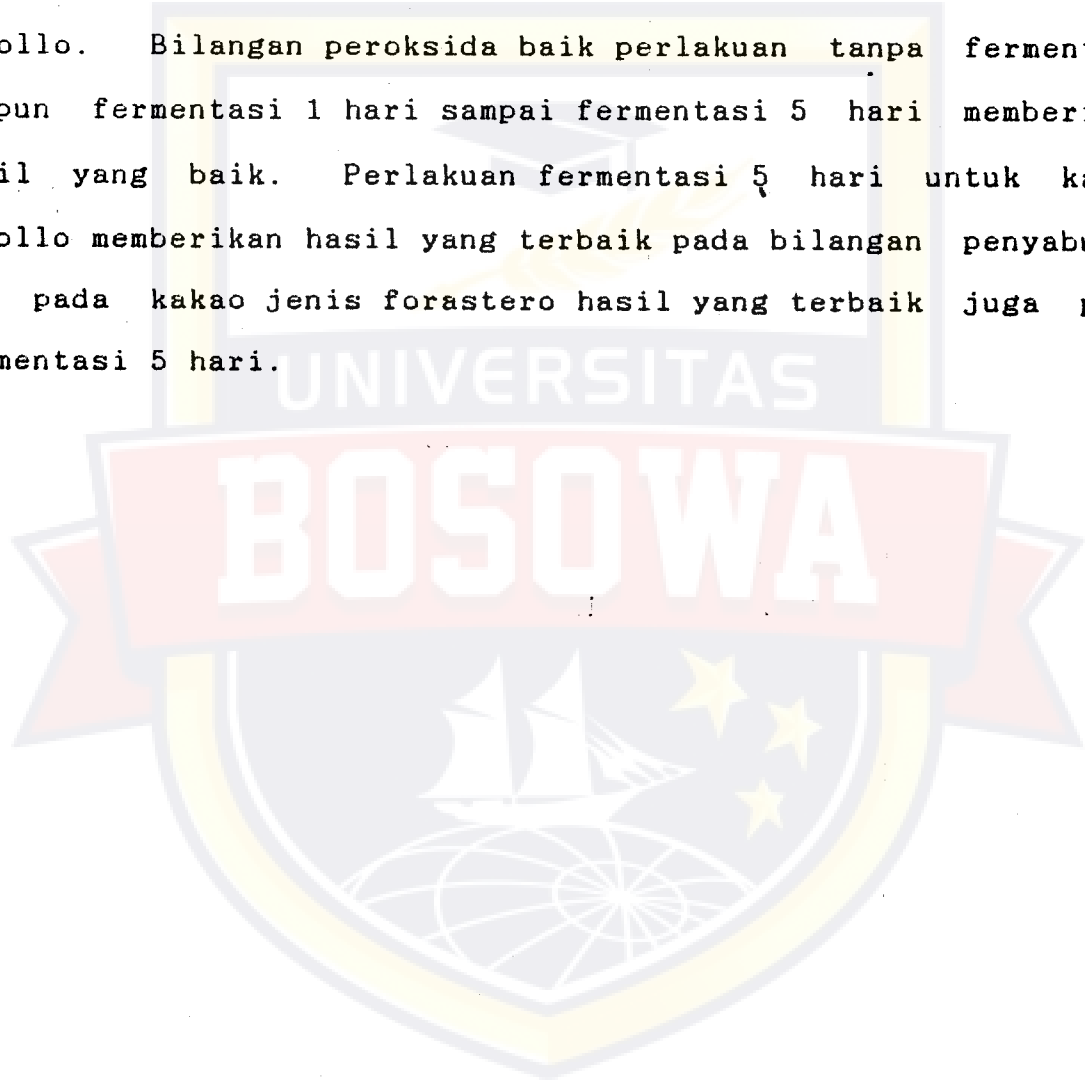
Dalam penelitian ini digunakan rancangan acak kelompok yang terdiri dari dua faktor dengan dua kali ulangan, yaitu lama fermentasi dan jenis kakao. Faktor perlakuan terdiri dari tanpa fermentasi, fermentasi 1 hari, fermentasi 2 hari, fermentasi, 3 hari, fermentasi, 4 hari dan fermentasi 5 hari. Sedangkan jenis kakao yang digunakan adalah kakao jenis criollo dan kakao forastero.

Pengamatan kuantitas lemak kakao dilakukan terhadap kadar lemak sedangkan pengamatan kualitas dilakukan terhadap kadar air, asam lemak bebas, bilangan iod, bilangan peroksida dan bilangan penyabunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi



yang memberikan hasil paling rendah terhadap kadar air, asam lemak bebas dari kakao jenis criollo dan forastero. Fermentasi 4 hari memberikan hasil yang paling tinggi pada kadar lemak dari kakao jenis forastero sedangkan kakao jenis criollo, hasil yang paling tinggi yaitu pada fermentasi 5 hari. Bilangan iod yang terbaik adalah pada fermentasi 5 hari dari kakao jenis criollo. Bilangan peroksida baik perlakuan tanpa fermentasi maupun fermentasi 1 hari sampai fermentasi 5 hari memberikan hasil yang baik. Perlakuan fermentasi 5 hari untuk kakao criollo memberikan hasil yang terbaik pada bilangan penyabunan dan pada kakao jenis forastero hasil yang terbaik juga pada fermentasi 5 hari.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah S.W.T. serta memohon rahmat dan kesejahteraan semoga terlimpahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W., keluarga, sahabat dan semua orang yang mengikuti petunjuknya karena atas taufiq dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Negara pada 'Jurusan teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas "45" Ujung Pandang. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September sampai Oktober 1992, bertempat di lokasi perkebunan kakao Desa Tabah, Kecamatan Walenrang, Kabupaten Luwu dan Laboratorium Kimia Analisis, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin Ujung Pandang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. DR. Ir. Tjodi Harlim, Ir. Aryanti Susilowati dan Ir. Abdul Halik selaku dosen pembimbing yang telah berupayah membimbing dan mengarahkan penulis, mulai dari pembuatan Usulan Penelitian hingga selesainya laporan ini.
2. Dekan Fakultas Pertanian dan seluruh staf pengajar serta karyawan Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas "45".

3. Saudara Ir. Abdul Rahman, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis hingga selesainya penelitian dan laporan ini.

Teristimewah ayah, ibu, adik-adik dan semua keluarga atas dorongan dan pengorbanan sehingga penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas "45".

Penulis menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu penulis senantiasa menerima saran dan kritikan yang konstruktif dari pembaca. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Ujung Pandang,

**BOSOWA**

Penulis





## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBARAN PENERIMAAN .....	ii
LEMBARAN PENGESAHAN .....	iii
RINGKASAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Botani .....	4
2.2. Pengolahan Buah Kakao .....	8
2.3. Proses Pembentukan Lemak .....	13
2.4. Komposisi Kimia .....	16
2.5. Sifat Fisiko-Kimia Coklat .....	18
2.6. Sifat Pembentukan Kristal Lemak .....	23
2.7. Kerusakan Lemak .....	25
2.8. Zat Kimia Penghambat Kerusakan Lemak .....	30
2.9. Kegunaan Lemak Coklat .....	32

III.	METODOLOGI PENELITIAN .....	33
3.1.	Bahan dan Alat .....	33
3.2.	Metodologi Penelitian .....	33
3.2.1.	Teknik Pemetikan Buah .....	34
3.2.2.	Pemecahan Buah .....	34
3.2.3.	Fermentasi .....	34
3.2.4.	Pencucian .....	34
3.2.5.	Pengeringan .....	35
3.2.6.	Penetuan Kuantitas Lemak .....	35
3.2.7.	Penetuan Kualitas Lemak .....	35
3.2.7.1.	Penetuan Kadar Air .....	35
3.2.7.2.	Penetuan Asam Lemak Bebas ...	36
3.2.7.3.	Penetuan Bilangan Iod .....	37
3.2.7.4.	Penentuan Bilangan Peroksida	38
3.2.7.5.	Penentuan Bilangan Penyabunan	39
VI.	PEMBAHASAN .....	44
4.1.	Kadar Lemak .....	44
4.2.	Kadar Air .....	45
4.3.	Asam Lemak Bebas .....	46
4.4.	Bilangan Iod .....	48
4.5.	Bilangan Peroksida .....	52
4.6.	Bilangan Penyabunan .....	54
V.	KESIMPILAN DAN SARAN .....	57
5.1.	Kesimpulan .....	58
5.2.	Saran - saran .....	58
	DAFTAR PUSTAKA .....	59
	LAMPIRAN .....	62

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2.1.	Tahap Pengeringan Biji Kakao .....	13
2.2.	Komposisi Kimia Biji Kakao kering sebelum dan sesudah fermentasi .....	17
2.3.	Kandungan Beberapa Macam Vitamin pada Biji Kakao .....	19
2.4.	Komposisi Pulp Biji Kakao .....	19
2.5.	Komposisi Trigliserida Lemak Kakao .....	21
2.6.	Sifat-sifat Lemak Kakao .....	21
2.7.	Komposisi Asam Lemak dalam Lemak kakao .....	22
2.8.	Komposisi Gliserida Lemak Kakao .....	22
2.9.	Komposisi Senyawa Polifenol dari biji Kakao .....	24
2.10.	Sifat Fisiko-kimia pada lemak kakao .....	24
2.11.	Komposisi Kristal dan Titik Cair Lemak Kakao .....	29
2.12.	Faktor-faktor yang mempercepat dan menghambat oksidasi .....	29

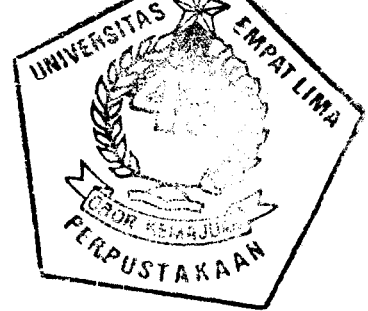
## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1.	Reaksi pembentukan asam asetat dari gula yang dihasilkan oleh khamir .....	10
2.2.	Proses pembentukan gilserol oleh enzim aldose .....	14
2.3.	Proses pembentukan asam lemak dari asam karboksilat dan alkohol oleh bakteri clostridium klyuveri .....	15
2.4.	Proses pembentukan trigliserida (lemak) dari gilserol dan asam lemak oleh enzim lipase .....	15
3.5.	Diagram alir penelitian .....	42
4.6.	Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar lemak kakao .....	43
4.7.	Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar air lemak kakao .....	46
4.8.	Pengaruh lama fermentasi terhadap asam lemak bebas lemak kakao .....	48
4.9.	Pengaruh lama fermentasi terhadap bilangan iod lemak kakao .....	50
4.10.	Pengaruh lama fermentasi terhadap bilangan peroksida lemak kakao .....	52
4.11.	Pengaruh lama fermentasi terhadap bilangan penyabunan lemak kakao .....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1a.	Hasil analisa kadar lemak kakao .....	62
1b.	Hasil sidik ragam kadar lemak kakao .....	63
1c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap kadar lemak kakao .....	63
2a.	Hasil analisa kadar air lemak kakao .....	64
2b.	Hasil sidik ragam kadar air lemak kakao .....	65
2c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap kadar air lemak kakao .....	65
3a.	Hasil analisa asam lemak bebas lemak kakao .....	66
3b.	Hasil sidik ragam asam lemak bebas lemak kakao .....	67
3c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap asam lemak bebas lemak kakao .....	67
4a.	Hasil analisa bilangan iod lemak kakao .....	68
4b.	Hasil sidik ragam bilangan iod lemak kakao .....	69
4c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap bilangan iod lemak kakao .....	69
5a.	Hasil analisa bilangan peroksida lemak kakao .....	70
5b.	Hasil sidik ragam bilangan peroksida lemak kakao .....	71
5c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap bilangan peroksida lemak kakao .....	71
6a.	Hasil analisa bilangan penyabunan lemak kakao .....	72
6b.	Hasil sidik ragam bilangan penyabunan lemak kakao .....	73
6c.	Uji BNJ perlakuan fermentasi terhadap bilangan penyabunan lemak kakao .....	73

## I. PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Kakao (Theorma Cacao L.) mengandung arti tersendiri. Seperti diketahui dalam sejarah bahwa dalam bahasa Yunani, Theos berarti Dewa dan Broma berarti santapan. Sehingga dengan demikian maka nama Theobroma ini berarti santapan para dewa. Demikian nama kakao itu berasal dari dari bahasa Aztek yaitu bahasa dari bangsa Indian yang tinggal di daerah Mexico di Amerika Tengah.

Kakao termasuk salah satu komoditi yang dikembangkan disamping komoditi lainnya dengan tujuan memanfaatkan sumber daya alam, memenuhi konsumsi dalam negeri menambah devisa ekspor non migas dan meningkatkan pendapatan produsen. Sebagai salah satu negara produsen, Indonesia berusaha terus untuk mengembangkan dan meningkatkan produksi baik dari segi kuantitas maupun dari segi kualitas.

Kakao merupakan suatu komoditas yang dapat berbagai jenis bahan pangan yang digemari oleh sebahagian besar penduduk dunia, karena disamping mempunyai aroma dan rasa yang enak juga disamping mempunyai kandungan kalori yang cukup tinggi (Siswoputranto, 1978).

Pengolahan kakao menjadi biji kakao kerig, selanjutnya diolah untuk berbagai jenis olahan coklat dapat melalui beberapa tahap antara lain pemetikan buah, pemecahan buah, pelepasan biji dari planceta, fermentasi dan pengeringan.



Kebutuhan lemak merupakan suatu masalah yang penting pada saat sekarang ini karena semakin meningkatnya industri yang mengkonsumsi lemak kakao tersebut. Sedangkan industri yang mengolah lemak kakao masih sangat kurang. Konsumsi lemak kakao oleh industri makanan, obat-obatan dan kosmetik jauh lebih tinggi dibanding dengan produksi lemak kakao dalam negeri. Kebutuhan lemak tersebut sebagian besar masih impor yang berkisar antara 1.500 sampai 3.000 ton per tahun (Siswoputranto, 1978).

Dengan semakin meningkatnya volume produksi biji kakao maka perlu dipikirkan bagaimana agar lemak biji kakao dapat diperoleh sebanyak mungkin dengan kualitas yang tinggi.

Kakao dapat digunakan untuk pencampuran susu bubuk, mentega coklat, manisan coklat dan sebagai sumber lemak kakao (Ketaren, 1986). Lemak kakao merupakan bahan yang sangat diperlukan oleh industri-industri untuk pembuatan kembang gula dan manisan coklat, juga diperlukan oleh industri farmasi dan obat-obatan untuk kecantikan. Lemak kakao pada saat ini merupakan produk yang lebih penting dibanding dengan coklat bubuk (Siswoputranto, 1978).

Industri-industri yang mengolah kakao baik di Indonesia maupun di negara-negara produsen lainnya tidak menjelaskan tentang kualitas dan kuantitas lemak kakao yang diproduksinya. Oleh sebab itu penulis melakukan penelitian mengenai kandungan kualitas dan kuantitas lemak kakao dari jenis criollo dan forastero.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauhmana pengaruh fermentasi yang dilakukan terhadap kuatitas dan kualitas lemak kakao dengan metoda ekstraksi menggunakan soxhlet.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Botani

Tanaman kakao (Theobroma Cacao L.) ditemukan pertama kali di daerah Amerika Tengah. Daerah utama pertanaman kakao adalah hutan hujan tropis, tepatnya pada wilayah antara 18<sup>o</sup> Lintang Utara sampai 15<sup>o</sup> Lintang selatan dengan ketinggian kurang dari 600 m dari permukaan laut dan kondisi pH tanah. nertal (Tumpal et al., 1989).

Tanaman kakao termasuk familia Sterculaceae dari ordo Malvales (Zein et al., 1976). Tanaman kakao terdiri dari dua tipe yang dibedakan berdasarkan warna bijinya. Biji kakao tidak berwarna atau putih termasuk jenis criollo, sedangkan biji kakao berwarna ungu termasuk jenis forastero. Kedua tipe ini termasuk forma Theobroma cacao L. (Ketaren, 1986).

Cheesman di dalam Ketaren (1986) menyusun sistematik tanaman kakao sebagai berikut :

Devisio : Spermatophyta  
Klas : Dicotyledonae  
Ordo : Malvales  
Familia : Sterculiaceae  
Genus : Theobroma  
Species : Theobroma cacao L.

Kakao secara umum dapat dilukiskan sebagai pohon yang tingginya antara 4 sampai 15 meter. Sedangkan sifat pertumbuhannya dimorphous yang berarti ada dua bentuk



percabangannya. Cabang yang selamanya tumbuh horisontal disebut cabang plagiotrop dan cabang yang tumbuh vertikal disebut cabang orthotrop. Cabang plagiotrop mempunyai susunan daun berseling-seling, terletak dalam satu bidang mempunyai rumus kedudukan daun  $1/2$  dan cabang orthotrop rumus kedudukan daunnya  $3/8$ . Jika pertumbuhan normal, percabangan mulai terjadi pada tinggi 0,09 sampai 1,5 meter dari permukaan tanah. Pada batang pokok membentuk cabang utama, 3 pada criollo dan 4 atau 5 pada forastero, kemudian bila berdaun baik dapat mencapai 6 sampai 7,8 meter garis tengahnya (Wahju, 1982).

Kakao yang tumbuh baik dan sehat serta kuat maka umumnya setelah berumur 3 tahun akan mulai berbunga. (Wahju, M. 1982). Jumlah bunga coklat mencapai 5000 sampai 12000 bunga per pohon per tahun, tetapi jumlah buah matang yang dihasilkannya hanya berkisar satu persen saja. (Tumpal et al., 1989).

Tanaman kakao dapat di panen buahnya pada umur 5 tahun dan mencapai produksi buah tertinggi pada umur 12 tahun. Tanaman kakao dapat dipanen buahnya terus menerus sampai umur 50 tahun dengan panen besar 2 kali dalam 1 tahun. (Nasution et al., 1976).

Dari berapa grup kakao, dikenal dua sub grup yang sangat berarti secara ekonomi yaitu jenis criollo. Kakao jenis criollo termasuk jenis kakao unggul, buah dan bijinya besar dan biji keringnya mempunyai aroma yang baik. Jenis ini sering dinamakan kakao mulia. Kakao jenis forastero mempunyai

produksi buah yang lebih tinggi dibanding jenis criollo tetapi aroma biji kering lebih lemah. Buah kakao jenis forastero berwarna merah atau hijau kekuningan, pulp bijinya kurang tebal dan keping biji berwarna putih keunguan. Buah jenis criollo berwarna kuning, pulp bijinya lebih tebal dan keping bijinya berwarna ungu. (Chatt, 1953; Sunaryo dan Situmorang, 1978).

Pertumbuhan dan produksi tanaman kakao dipengaruhi oleh iklim. Faktor iklim yang menonjol pengaruhnya terhadap tanaman kakao adalah suhu udara, curah hujan, kelembaban udara dan intensitas cahaya matahari. Menurut Butar - Butar (1975), tanaman kakao menghendaki suhu udara  $25^{\circ}$  sampai  $27^{\circ}$  C. Selanjutnya dikatakan oleh Siswoputranto (1978), bahwa suhu sehari-hari terbaik untuk tanaman kakao sekitar  $24^{\circ}$  sampai  $28^{\circ}$  C. Di Indonesia tanaman kakao tumbuh berbuah baik di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 500 sampai 60 meter di atas permukaan laut.

Menurut Alvim (1974), curah hujan yang paling cocok untuk tanaman kakao adalah 1.500 mm sampai 2.000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Selanjutnya dikatakan oleh Butar - Butar (1975), bahwa apabila curah hujan kurang dari 1.250 mm per tahun maka evapotranspirasi akan melebihi air yang meresap ke dalam tanah dan dalam keadaan ini tanaman hanya akan tumbuh baik bila diberikan air. Sedangkan pada daerah dengan curah hujan lebih dari 2.500 mm per tahun berbagai penyakit jamur menjadi masalah utama.

Menurut Butar - Butar (1975), tanaman kakao menghendaki kelembaban udara sekitar 80 persen sesuai dengan keadaan iklim mikrotropis karena keadaan yang demikian dapat menjamin keseimbangan metabolisme tanaman kakao.

Intensitas cahaya matahari erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Jika keadaan tanah subur, maka intensitas cahaya matahari dapat dinaikkan sekitar 70 sampai 80 persen. Tetapi banyak ahli berpendapat bahwa intensitas cahaya matahari yang optimum adalah 50 persen (Butar - Butar, 1975).

Menurut Alvim (1977), tingkat penyinaran matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao, selain itu penyinaran matahari berhubungan dengan kesuburan tanah. Apabila kesuburan tanah tinggi, maka penyinaran matahari yang dibutuhkan juga tinggi.

Tanaman kakao yang dapat tumbuh pada daerah datar sampai berbukit. Karena itu perkebunan kakao umumnya diusahakan pada tanah datar, landai sampai berbukit (Anomim, 1975). Pertumbuhan tanaman kakao lebih baik pada tanah yang agak miring dan drainase baik. Selanjutnya dikatakan bahwa sifat tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman kakao adalah banyak mengandung humus atau bahan organik dan mempunyai ruang pori sekitar 66 persen dari volume tanah (Saleh, 1978).

Siswoputranto (1978), menjelaskan bahwa tanaman kakao menurut tanah dengan pH sekitar 6,5 sampai 7,5 tanaman kakao menghendaki pH tanah tidak lebih kecil dari 4,0 dan tidak lebih



besar dari 8,0 yang ideal adalah pH 6 sampai 7 (Butar - Butar, 1975).

Menurut Hutcheon (1977), tanaman pelindung sebenarnya tidak hanya mengurangi intensitas cahaya matahari tetapi juga mencegah berbagai faktor ekologi yang kurang menguntungkan seperti kesuburan tanah yang rendah, kurangnya persediaan air tanah, transpirasi yang terlalu cepat serta serangan hama dan penyakit.

Bintaro (1978) mengatakan bahwa keadaan lingkungan tanaman tanpa naungan berbeda dengan tanaman yang diberi naungan sehingga evapotranspirasi di bawah naungan sehingga air yang terdapat di bawah naungan besar daripada tanpa naungan.

Setiap jenis tanaman memerlukan beberapa unsur hara untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan pada fase vegetatif yang lancar sehingga tanaman pada fase produktif. Unsur-unsur hara dalam jumlah yang cukup, juga sangat dibutuhkan untuk menjamin kesehatan tanaman dan produktivitas yang baik (Rajagukguk, 1982).

## 2.2. Pengolahan Buah Kakao

Buah kakao dapat di panen setelah panen matang yaitu dengan berubahnya warna kulit menjadi kuning. Buah kakao yang sudah matang mempunyai ukuran 10 sampai 19 cm, berat antara 450 sampai 490 gram. Pada buah terdapat 30 sampai 40 biji (Rohan, 1963). Buah kakao terdiri dari 4 bagian yaitu kulit buah, placenta, pulp dan keping biji.

Setelah panen, buah dipecah dengan menggunakan kayu bulat yang keras. Tetapi orang yang sudah terampil dapat menggunakan parang tajam tanpa mengakibatkan pelukaan pada biji. Setelah pemecahan buah selesai, kulit buah dibenamkan pada aeral pertanaman. Pembenaman kulit buah ke dalam tanah dimaksudkan sebagai penambah unsur hara bagi tanaman dan juga untuk menghindari penggerek buah kakao yang sangat merugikan. Pada perkebunan tertentu, kulit buah kakao dimanfaatkan sebagai campuran makanan ternak dan bahan pencampur media pada polybag (Tumpal *et al.*, 1989).

Untuk mendapatkan biji kakao yang bermutu tinggi, maka harus dilakukan proses pengolahan yang baik. Proses fermentasi dan pengeringan merupakan tahap pengolahan yang menentukan kualitas biji yang dihasilkan (Nasution *et al.*, 1980). Pada proses fermentasi akan terjadi perubahan di dalam biji seperti warna keping biji, peningkatan aroma dan rasa, serta perbaikan konsistensi keping biji. Perubahan lain yang terjadi pada proses fermentasi adalah melepaskan pulp dari biji kakao (Tumpal *et al.*, 1989).

Fermentasi biji kakao merupakan suatu tahapan dalam pengolahan yang memberikan pengaruh mutu biji kakao kering. Pada fermentasi biji kakao dipengaruhi oleh khamir yang menghasilkan etanol dan asam laktat dari gula yang terdapat pada pulp, kemudian diikuti pembentukan asam asetat dari etanol. Secara umum dapat diurutkan reaksinya seperti pada gambar 1.1.



Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Effendi (1980) mengenai waktu fermentasi dengan menggunakan tiga jenis biji kakao yaitu klon Djati Ronggo (DR), Amelonado Afrika Barat (AFR), dan jenis Upper Amason Hybryd (UAH) yang banyak di tanam di Indonesia menyimpulkan bahwa lama fermentasi jenis kakao Upper Amason Hibrid dengan mutu hasil pengolahan yang baik adalah 5 sampai 6 hari.

Untuk mengetahui biji kakao yang terfermentasi sempurna atau tidak, dilakukan uji pemotongan (cut test). Biji kakao criollo dan forastero yang terfermentasi sempurna setelah kering kemudian dibelah tampak keping biji berwarna coklat, berongga - rongga, kulit biji tidak menempel pada keping biji serta mengandung aroma dan citarasa coklat.

Biji kakao criollo yang tidak terfermentasi penuh keping biji bagian dalam berwarna putih kotor, kurang terfermentasi tampak berwarna kelabu, sebagian kecoklatan. Sedangkan kakao forestero yang tidak terfermentasi bagian dalamnya tampak berwarna kelabu kehitaman dan biji yang kurang terfermentasi keping biji sebelah dalam berwarna keabuan, kehitaman dan keunguan (Anomim, 1992).

Setelah proses fermentasi selesai dilanjutkan dengan pencucian dapat dilakukan dengan air mengalir dan apabila jumlahnya besar dapat digunakan mesin pencuci. Pencucian dilakukan dengan maksud menghilangkan sisa pulp yang menempel pada biji. Dengan pencucian maka biji menjadi bersih,

mengurangi tumbuhnya jamur dan hama, waktu pengeringan cepat warna kulit merata. Namun kerugian dapat timbul akibat dilakukan pencucian yaitu rendaman berkurang, biji sangat rapuh dan biji pecah relatif besar (Anomim, 1992).

Biji kakao yang sudah dicuci kemudian dikeringkan sampai kadar airnya mencapai 6 sampai 7 persen. Pengeringan lambat sangat baik untuk pembentukan aroma. Tetapi jika terlalu lambat menyebabkan jamur dapat tumbuh pada keping biji dan merusak aroma. Perubahan yang terjadi selama pengeringan adalah senyawa poliphenol.

Pengeringan biji baik yang melalui proses pencucian maupun tanpa pencucian dapat dilaksanakan dengan sinar matahari dibutuhkan waktu 6 hari sampai kadar air mencapai 6 sampai 7 persen. Dengan pengeringan buatan, pengeringan biji berlangsung pada temperatur  $65^{\circ}$  sampai  $68^{\circ}$  C. Salah satu alat pengering buatan yaitu Barico dryer. Pada alat ini biji diletakkan di kasa dan dari bagian bawah dihembuskan uap panas  $35^{\circ}$  C sampai  $45^{\circ}$  C. Biji kemudian dimasukkan ke dalam peti pengeringan biji kakao dapat diperlihatkan pada Tabel 2.1.

Sortasi biji yang telah dikeringkan dilaksanakan atas dasar berat biji, kemurnian, warna dan bahan ikutan serta jamur. Faktor penetapan kualitas biji seperti kulit ari, kadar lemak dan kadar air.

Di Indonesia, penetapan kualitas biji dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gram contoh. Golongan biji dibagi atas 3

kelompok yaitu A, B, dan C. Biji bermutu beratnya tidak kurang dari 1 gram. Biji kelas A jumlahnya 90 sampai 100 butir setiap 100 gram contoh, biji kelas B jumlahnya 100 sampai 110 butir setiap 100 gram contoh dan biji kelas C jumlahnya 110 sampai 120 butir setiap 100 gram contoh (Tumpal, 1989).

Tabel 2.1. Tahap pengeringan biji kakao

Cara	Pengeringan	Lama	Suhu
I	I	8 jam	68° C
	dianginkan	24 jam	-
	III	8 jam	68° C
	IV	8 jam	65° C (rotary drier)
II	dianginkan	1/2 jam	-
	II	24 jam	45° C setiap 1/2 jam diaduk

Sumber : Don (1980).

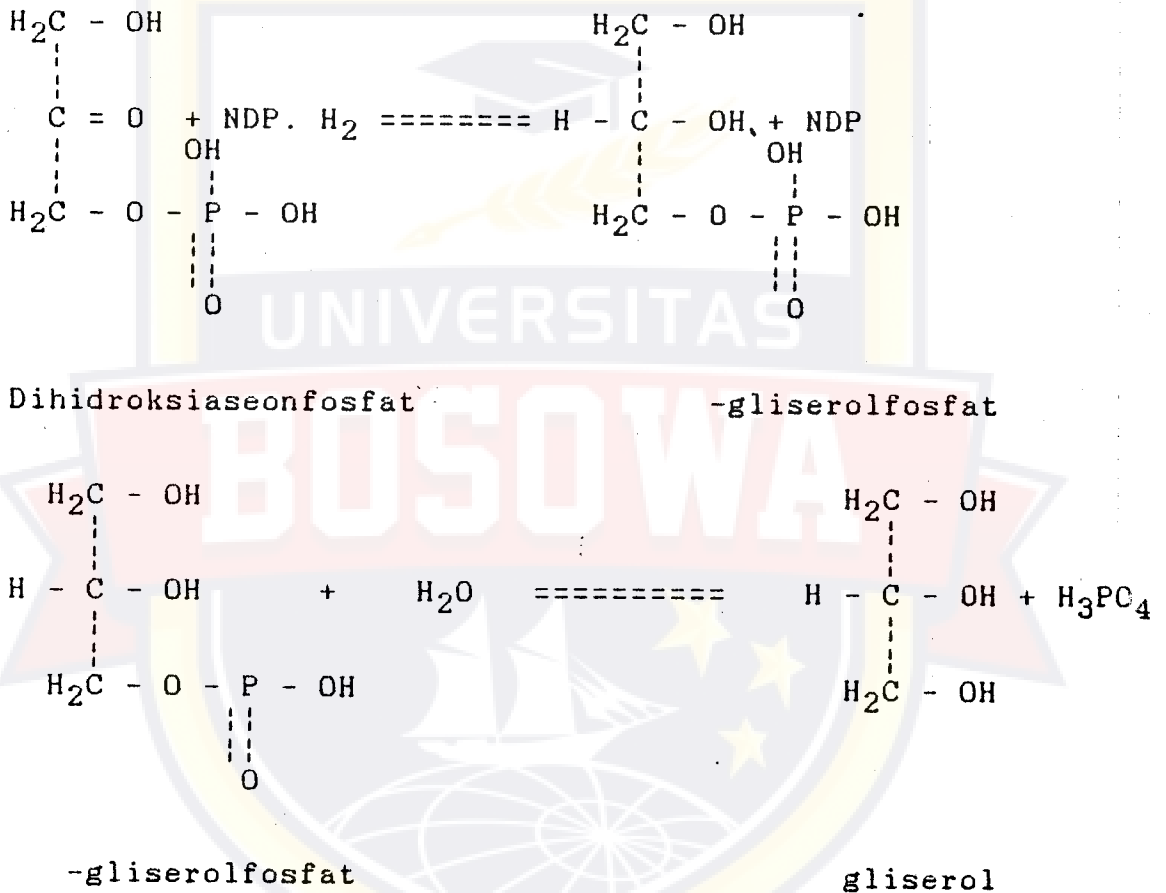
### 2.3. Proses Pembentukan Lemak

Lemak tumbuhan adalah lemak yang diperoleh dari tumbuhan baik akar, batang biji atau buah maupun daunnya. Proses pembentukan lemak dan minyak pada tumbuhan dapat terjadi melalui beberapa tahap yang dikatalisa oleh suatu enzim dari mikroba. Tahapan sintesa lemak tersebut dapat dibagi 3 yaitu sintesa gliserol, sintesa asam lemak dan selanjutnya terjadi kondensasi antara asam lemak dengan gliserol membentuk lemak (Winarno, 1984).



1. Sintesa Gliserol

Reaksi kimia yang terjadi pada sintesa gliserol dikatalisis enzim aldose dari dihidroksiasetonfosfat menjadi -gliserolfosfat kemudian dihidrolisa dengan H<sub>2</sub>O membentuk gliserol dan asam fosfat. Proses pembentukan gliserol oleh enzim aldose dapat dilihat pada gambar 2.2.

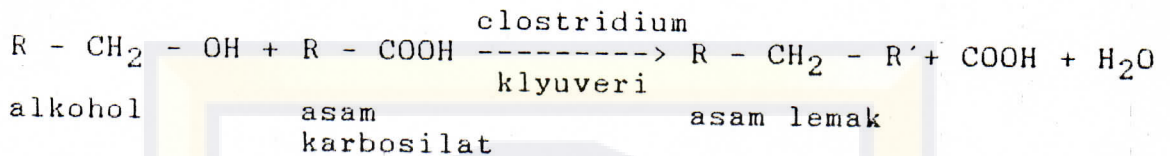


Gambar 2.2. Proses pembentukan gliserol oleh enzim aldose (Ketaren, 1986)

2. Sintesa asam lemak.

Asam lemak dalam tumbuhan disintesa dari asam

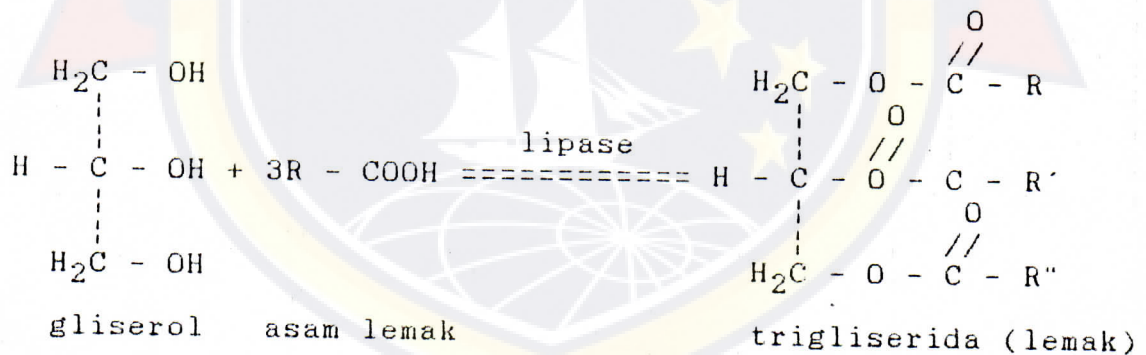
karboksilat dan alkohol hasil respirasi (Winarno, 1984). Proses ini terjadi pada keadaan anaerob dengan bantuan bakteri clostridium klyuveri. Proses pembentukan asam lemak ini diperhatikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Proses pembentukan asam lemak dari asam karboksilat dan alkohol oleh bakteri clostridium klyuveri (Ketaren, 1986).

### 3. Kondensasi asam lemak dengan gliserol.

Tahap pembentukan lemak ini merupakan reaksi esterifikasi yang dikatalisa oleh enzim lipase. Reaksi esterifikasi ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Proses pembentukan trigliserida (lemak) dari gliserol dan asam lemak oleh enzim lipase (Ketaren, 1986)



#### 2.4. Komposisi Kimia

Buah kakao terdiri dari 4 bagian yaitu kulit, placenta, pulp dan biji. Buah kakao yang sudah matang berisi 30 sampai 40 biji yang diselubungi oleh pulp, sedangkan biji kakao terdiri dari 2 bagian utama yaitu kulit biji (testa) dan keping biji. Keping biji merupakan bagian 86 sampai 90 persen dari berat kering biji sedangkan kulit biji mencapai 10 sampai 14 persen (Rohan, 1963). Dalam pengolahan kakao dan coklat bubuk hanya bagian keping saja yang dimanfaatkan, sedangkan bagian kulit merupakan bagian yang tidak berharga sehingga perlu dipisahkan.

Lemak kakao merupakan bagian yang paling dominan dari biji coklat yaitu sekitar 55 persen dari berat kering biji (Minifie, 1980). Kandungan lemak tidak mengalami perubahan selama fermentasi bila waktu fermentasi tidak lebih dari 7 hari (Effendi *et al.*, 1983). Selanjutnya Rohan (1963) mengatakan bahwa selama proses fermentasi perubahan-perubahan kimia disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan reaksi enzimatis. Secara lengkap komposisi kimia kakao dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Menurut Lange (1969) bahwa biji kakao mempunyai nilai kalori sebesar 610 kalori per 100 gram. Nilai tersebut berasal dari 520 kalori lemak, 42 kalori kharbohidrat dan 48 kalori protein. Biji coklat juga mengandung berbagai macam

vitamin, baik vitamin yang larut dalam lemak maupun yang larut dalam air. Kandungan beberapa macam vitamin pada biji coklat dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2. Komposisi kimia biji kakao kering sebelum dan sesudah fermentasi

Bahan	Sebelum fermentasi (%)	Sesudah fermentasi (%)
Kulit biji	9,63	10,71
Kecambah	0,77	0,70
Keping biji	89,60	
Lemak	53,05	54,68
Air	3,65	2,13
Total abu	2,63	2,74
Nitrogen	5,78	
Total N	2,28	2,16
Protein	1,50	1,34
Amonia	0,028	0,042
Amida	0,188	0,336
Theobromin	1,71	1,42
Kafein	0,085	0,066
Kharbohidrat	14,31	
Glukosa	0,30	0,10
Pati	6,10	6,14
Pektin	2,25	4,11
Serat	2,09	2,13
Sellulosa	1,92	1,90
Pentosan	1,27	1,21
Gum	0,38	1,84
Tanim	7,54	6,15
Asam - asam	0,304	
Asetat	0,104	0,136
Oksalat	0,29	0,30

Sumber : Rohan (1963).

Rohan (1963) mengatakan bahwa pulp dari biji kakao terdiri dari 80 sampai 90 persen air dan 8 sampai 14 persen gula. Komposisi ini merupakan media pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Brill dan Cliferi (1963) menentukan adanya enzim invertase, raffinase, amylase, glicerofosfatase, phytase, oksidase dan peroksidase dan peroksidase di dalam polifenoloksidase terdapat di seluruh jaringan keping biji kecuali pada sel-sel penyimpanan zat warna atau disebut tanin. Salah satu reaksi enzimatik yang terjadi adalah pemecahan polifenol. Senyawa polifenol ini diketahui sebagai penyebab rasa sepat. Dengan adanya pemecahan ini maka rasa sepat dikurangi (Rohan, 1963).

Menurut Rohan (1963), trigliserida kakao disusun oleh beberapa asam lemak (mix trigliserida). Susunan trigliserida ini dapat dilihat pada Tabel 2.5.

#### 2.5. Sifat Fisiko - Kimia Lemak Kakao

Lemak kakao yang diperoleh dari biji kakao merupakan cairan berwarna kuning pada temperatur di atas  $32^{\circ}$  C dan berwarna putih di bawah  $32^{\circ}$  C. Lemak adalah senyawa organik yang merupakan campuran ester dari gliserol dan asam lemak yang disebut gliserida dan larut dalam pelarut minyak atau lemak (Meyer, 1966).

Minifie (1980) mengatakan bahwa untuk mendapatkan lemak kakao yang bermutu baik diperoleh dengan cara pengepresan pada suatu alat yang bekerja secara mekanik. Lemak kakao yang diperoleh dengan cara pengepresan hidrolik berwarna kuning cerah dengan titik lebur  $35^{\circ}$  C dan titik pelunakan  $30^{\circ}$  sampai  $32^{\circ}$  C.

Tabel 2.3. Kandungan beberapa macam vitamin pada biji kakao

Komponen	mgr/100 gr biji kakao
Vitamin A	0,022
Vitamin B	0,0025
Vitamin E	4,4
Thiamin	0,18
Riboflavin	0,18
asam Nicotinat	1,15
Biotin	0,015
asam Panthotenat	0,77
Piridoksin	0,08

Lange (1969).

Tabel 2.4. Komposisi pulp biji kakao

Komponen	Persentase
Air	80 - 90
Albuminoid, senyawa yang sepat	0,5 - 0,7
Glukosa	8 - 13
Sukrosa	0,4 - 1,0
Pati	sedikit
Asam tidak menguap	0,2 - 0,4
Besi oksida	0,03
Garam-garam (K, Na, Ca, Mg)	0,40 - 0,45

Rohan (1963).

Bernard (1980) telah menganalisa beberapa sifat lemak kakao yang dapat dilihat pada Tabel 2.6. Juga telah menganalisa dan menentukan jumlah setiap asam lemak yang terdapat dalam lemak kakao yang dapat dilihat pada Tabel 2.7. Dari hasil analisa ini menunjukkan bahwa jumlah asam oleat paling tinggi jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Jumlah tersebut menyebabkan titik cair lemak kakao berada pada kisaran  $32^{\circ}$  C sampai  $40^{\circ}$  C.

Charley (1970), mengatakan bahwa sebagian besar lemak kakao mempunyai titik cair yang hampir sama, hanya sedikit dibawah suhu tubuh. Keadaan tersebut menyebabkan lemak kakao mempunyai titik cair yang khas. Sifat tersebut menyebabkan lemak kakao terasa liat di mulut.

Lemak kakao terdiri dari sejumlah gliserida stearat, palmitat, asam oleat dan asam linoleat. Secara lengkapnya, komposisi gliserida lemak kakao terdapat pada Tabel 2.8.

Forsyth (1955) menemukan sekitar 7,1 sampai 9,1 persen total polifenol dari biji kakao jenis forastero dan 4,6 sampai 6,0 persen dari biji kakao jenis criollo.



Tabel 2.5. Komposisi triegliserida lemak kakao

Triegliserida	Persentase
Trigliserida	24,4
Oleodipalmitin	3,7
Oleopalmitostearin	57,2
Oleodistearin	22,2
Palmitodiolein	7,4
Stearodiolien	5,8
Triolein	1,1

Tohan (1963).

Tabel 2.6. Sifat-sifat lemak kakao

Sifat-sifat yang dianalisa	Hasil yang diperoleh			
	Aurthor	Fincke	Jensen	Piarson
Berat jenis (40/15) ° C	0,8957	0,9110	-	0,9500 0,9750
Index Bias (40° C)	1,4560 1,4580	1,4560 1,4578	1,4565 1,4575	1,4560 1,4580
Angka Penyanan	188 - 189	192 - 197	191 - 198	188 - 195
Angka Iod	35 - 40	35,5 - 37,5	33 - 39	35 - 40
Bahan tidak tersabunkan (%)	0,8	0,3 - 0,4	0,5 - 1,1	1,5
Titik cair	32 - 34	32 - 38	32 - 35	31 - 35
Angka asam	1,5	0,8 - 3,0	0,4 - 1,0	1,3
Titer point (° C)	49	51 - 53	49 - 50	48 - 51
Angka Reicher				
Meisel	0,65	0,1 - 05	-	0,2 - 1,0
Angka Polenske	0,3	0,5 - 1,0	-	0,5

Bernard (1980).

Tabel 2.7. Komposisi asam lemak dalam lemak kakao

Asam lemak	Kadar (%)
Asam palmitat	34,4
Asam stearat	35,4
Asam oleat	38,1
Asam linoleat	2,1
Reymond (1951).	

Tabel 2.8. Komposisi gliserida lemak kakao

Komposisi	Persentase
Tri - saturated	3
Mono - unsaturated	83
- oleo - distearin	22
- oleo - palmitostearin	57
- oleo - dipalitin	4
Di - unsaturated	13
- stearo - diolein	6
- palmito - diolein	7
Tri - unsaturated	
- triolein	1
Hilditch (1945).	

Senyawa polifenol dari jenis forasero terdiri dari 4 senyawa catechin, 3 senyawa leucocyanidin dan dua senyawa anthocianin. Komposisi senyawa polifenol dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Menurut Forsyth (1955), 92 persen dari senyawa catechin adalah epicatechin. Jumlah ini sama dengan 35 persen dari total polifenol. Apabila epicatechin ini tidak terurai dengan sempurna oleh enzim polifenolase selama pengeringan maka timbul rasa sepat yang tidak diinginkan.

Nasution *et al.* (1980) mengatakan bahwa kakao yang tidak terfermentasi dengan baik, mengandung asam amino albumin 3,17 persen, globulin 3,1 persen, prolamin 8,3 persen, glutamin 13,5 persen dan residu 43,6 persen.

Menurut Terink (1984), lemak coklat yang diperoleh dari tanaman yang tumbuh pada suhu yang tinggi sepanjang tahun akan menghasilkan titik cair dan tingkat kejenuhan yang relatif tinggi. Secara lengkap sifat Fisikokimia dapat dilihat pada Tabel 2.10.

## 2.6. Sifat Pembentukan Kristal Lemak.

Lemak coklat mempunyai sifat pembentukan kristal bila didinginkan pada suhu tertentu. Menurut Minifie (1980), lemak coklat mempunyai 4 bentuk kristal yaitu alpha, gamma, beta "prime" dan beta (                      dan                      ). Ke empat bentuk kristal tersebut mempunyai titik cair yang berbeda-beda. Hal ini menyebabkan lemak coklat mencair pada selang suhu tertentu. Pada Tabel 11, disajikan komposisi kristal lemak coklat dan titik cair masing-masing.

Tabel 2.9. Komposisi senyawa polifenol dari biji kakao

Komponen	Persentase
(-) Epicatechin )	2,75
(+) Catechin )	-
(+) Gallocatechin	0,25
(+) Epigallocatechin	-
Leucocynidin	2,40
3 - - L - Arabinosidylanidin	0,30
3 - - D - Galactosidylcyanidin	0,10
Tanin kompleks	2,00

Roelofsen (1958).

Tabel 2.10. Sifat fisiko - kimia pada lemak kakao

Karakteristik	Hasil Pengukuran	
	Minifie (1982)	Finche (1965)
Specific gravity	0,8957 (40 <sup>o</sup> /15,5 <sup>o</sup> C)	0,910 - 0,12 (15 <sup>o</sup> /15 <sup>o</sup> C) Liq 0,976 - 0,978 (15 <sup>o</sup> /15 <sup>o</sup> C) Sol
Indeks Bias	1,4560 - 1,4580 (40 <sup>o</sup> C)	1,4565 - 1,4578 (40 <sup>o</sup> )
Bilangan penyabunan	195 (188 - 198)	192 - 197
Bilangan iod	35,4 (35 - 40)	33,5 - 37,5
Bahan tak tersabunkan	0,8 persen	0,3 - 0,4 persen
Bilangan iod dari fraksi tak tersabun	86 - 96	-
Titik cair		
- mencair sempurna	33,0 <sup>o</sup> C (32,0 - 34,0 <sup>o</sup> C)	32,8 - 35,0 <sup>o</sup> C
- mencair sebagian	32,0 <sup>o</sup> C	31,8 - 33,5 <sup>o</sup> C
Asam lemak bebas	1,5 persen (maks)	0,8 - 3,0 persen
Titar point	49,0 <sup>o</sup> C	51,5 - 53,5 <sup>o</sup> C
Bilangan Reichert-Meisel	0,65	0,1 - 0,5
Bilangan Polenske	0,3	0,5 - 1,0

Minifie (1982).

Dalam pengolahan coklat, sifat pengkristalan tersebut sangat diperhatikan karena berhubungan dengan tekstur dan menampakan hasil olahannya. Faktor-faktor yang penting untuk membuat hasil olahan baik terletak pada pembentukan kristal yang stabil dan kristal yang berukuran kecil (Alikonis, 1979). Kristal yang stabil pada perubahan suhu akan mencair kemudian mengalir kepermukaan dan mengkristal kembali. Bila hal tersebut terjadi maka lemak coklat atau hasil olahannya mempunyai permukaan yang suram (Charley, 1978). Alikonis (1979) menambahkan bahwa terlepasnya kalor laten pada waktu terjadi perubahan bentuk kristal yang berukuran besar, sehingga terjadi terbentuknya kristal yang berukuran besar, sehingga terjadi pengelembungan (bloom) pada lemak coklat.

## 2.7. Kerusakan Lemak.

Kemungkinan kerusakan lemak ketinggian dapat disebabkan oleh 4 faktor yaitu absorpsi bau oleh lemak, aksi oleh enzim dalam jaringan bahan mengandung lemak, dan oksidasi oleh oksigen atau kombinasi dari dua atau lebih dari penyebab kerusakan tersebut di atas (Ketaren, 1986).

### 1. Absorpsi Bau (odor) oleh lemak.

Salah satu kesulitan dalam penanganan dan penyimpanan bahan pangan adalah usaha untuk mencegah pencemaran oleh bau yang berasal dari bahan pembungkus, cat, bahan bakar, atau pencemaran bau yang berasal dari bahan pangan lain



yang disimpan dalam wadah yang sama, terutama terjadi pada bahan pangan yang berkadar lemak tinggi. Hal ini disebabkan karena lemak dapat mengabsorpsi zat menguap yang dihasilkan oleh bahan lain. Kerusakan bahan pangan berlemak akibat proses absorpsi bau atau lemak dapat dihindari dengan memisahkan lemak dari bahan lain yang dapat mencemari bau (Ketaren, 1986).

## 2. Kerusakan oleh enzim.

Lemak hewan dan nabati yang masih dalam jaringan biasanya mengandung enzim yang dapat menghidrolisa lemak. Semua enzim yang termasuk golongan lipase mampu menghidrolisa lemak netral (trigliserida) sehingga menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol, namun enzim tersebut inaktif oleh panas. Lemak nabati hasil ekstraksi dari biji-biji atau buah yang tersimpan dalam jangka panjang dan terhindar dari proses oksidasi ternyata mengandung bilangan asam tinggi. Hal ini terutama disebabkan akibat kombinasi kerja enzim lipase dalam jaringan dan enzim yang dihasilkan oleh kontaminasi mikroba (Ketaren, 1986).

## 3. Kerusakan oleh Mikroba.

Kerusakan lemak oleh mikroba biasanya terjadi pada lemak yang masih berada dalam jaringan dan dalam bahan pangan berlemak. Mikroba yang menyerang bahan pangan berlemak biasanya termasuk tipe mikroba non pathologi, tapi

umumnya dapat merusak lemak dengan menghasilkan cita rasa yang tidak enak di samping menimbulkan perubahan warna (discoloration). Banyak diantara mikroba menghasilkan enzim yang dapat memecah protein dalam bahan pangan berlemak sehingga menghasilkan bau dan rasa tidak enak. Timbulnya bau sabun yang tidak enak dalam bahan pangan berkadar lemak tinggi disebabkan oleh pembentukan sabun amonium sebagai hasil reaksi antara asam lemak bebas dengan amonia yang dihasilkan dari degradasi protein.

Mikroba yang tumbuh dalam jumlah besar, membentuk koloni yang dapat merusak rupa bahan pangan. Koloni jamur dalam bahan pangan biasaya mula-mula berwarna putih dan akhirnya koloni tersebut berubah menjadi warna abu-abu, hitam, kuning, hijau, biru, kehijau-hijauan atau merah.

Dekomposisi oleh mikroba dapat dikurangi atau dicegah selama penyimpanan bahan pangan berlemak yaitu dengan cara pengawetan dengan bahan kimia, mengurangi kontaminasi dan penambahan gula dan garam (Ketaren, 1986).

#### 4. Kerusakan Lemak oleh Oksidasi Atmosfir.

Bentuk kerusakan terutama ketinggian yang paling penting disebabkan oleh aksi oksigen udara terhadap lemak. Oksidasi oleh oksigen udara terjadi secara spontan jika bahan yang mengandung lemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecetapan proses oksidasinya tergantung dari tipe lemak dan kondisi penyimpanan.



Faktor-faktor yang mempercepat oksidasi dapat dibagi menjadi empat kelas yaitu : 1) radiasi (suhu dan cahaya), 2) bahan pengoksidasi (peroksidaperasoid, ozon, asam nitrat dan beberapa senyawa organik, dan ladehida aromatik), 3) katalisis metal khususnya garam dari beberapa macam logam berat, 4) sistem oksidasi. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Mekanisme kerusakan akibat oksidasi bahan pangan berlemak terdiri dari dua tahap :

1. Kerusakan akibat yang disebabkan oleh rekasi lemak dengan oksigen.
2. Kerusakan akibat oksidasi yang merupakan kelanjutan tahap pertama, yang prosesnya dapat merupakan proses oksidasi dan non oksidasi. Proses oksidasi ini umumnya dapat setiap jenis lemak.

Oksidasi spontan lemak tidak jenuh didasarkan pada serangan oksigen pada ikatan rangkap sehingga membentuk hidroperoksida tidak jenuh. Peroksida yang dihasilkan bersifat tidak stabil dan mudah mengalami dekomposisi oleh proses isomerisasi atau polimerisasi molekul lebih rendah.

Proses oksidasi dengan cara iradasi dengan adanya oksigen dalam waktu singkat setelah proses karbonil. Pembentukan peroksida mempunyai korelasi dengan tipe dan jumlah radikal bebas dalam lemak. Akumulasi peroksida juga tergantung dari tipe radikal bebas yang dihasilkan, suhu iradiasi dan penyimpanan.

Tabel 2.11. Komposisi kristal dan titik cair lemak kakao

Bentuk kristal	Titik cair ( $^{\circ}$ C)
Kristal gamma	17,0
Kristal alpha	26,7 - 23,9
Kristal beta "prime"	26,7 - 28,9
Kristal beta	33,3 - 34,4

Alikonis (1979).

Tabel 2.12. Faktor-faktor yang mempercepat dan hambat oksidasi

Akselerator	Dihambat atau dicegah dengan
Suhu tinggi	Suhu rendah (refigrasi)
Sinar (UV dan biru) dan ionisasi radiasi	Wadah berwarna atau opak bahan pembungkus
Peroksida (termasuk lemak yang dioksidasi)	Menghindarkan oksigen
Enzim lipoksidase	Merebus (blanching)
Katalis Fe-organik (misalnya haemoglobin dan lain-lain)	Anti oksidan (metal deactivator)
Katalis logam (Cu, Fe, dan lain-lain)	Metal deactivator (EOTA, asam sitrat)

Ketaren (1986).

Persenyawaan karbonil dalam lemak dihasilkan dari proses reaksi dekomposisi hidroperoksida dan menyebabkan bau dan flavor yang tidak diinginkan dalam lemak.

Pemanasan mengakibatkan 3 macam perubahan kimia dalam lemak yaitu : 1) terbentuknya peroksida dalam asam lemak tidak jenuh, 2) peroksida berdekomposisi menjadi persenyawaan karbonil, 3) polimerisasi oksidasi sebagian (Ketaren, 1986).

## 2.8. Zat Kimia Penghambat Kerusakan Lemak

Sejak perang dunia pertama telah dikenal kurang lebih 500 macam persenyawaan kimia yang mempunyai akitivitas anti-oksidan yang dapat menghambat atau mencegah kerusakan lemak atau bahan pangan berlemak akibat proses oksidasi.

Pertama kali bahan kimia tersebut ditambahkan untuk menghambat kerusakan oleh oksidasi pada karet, gasoline, plastik atau bahan non pangan lainnya, dan belum digunakan dalam bahan pangan karena pada saat itu belum diketahui sampai berapa jauh pengaruh racun yang mungkin dapat ditimbulkannya. Pada saat sekarang, anti oksidasi telah banyak digunakan atau ditambahkan ke dalam lemak atau pangan berlemak.

Berdasarkan peneltian Food Laboratoris of Eastman Chemical Product Inc., telah diketahui efektifitas beberapa jenis anti-oksidan, sifat sinergis dari fosfolipid, serta pengaruh asam

sitrat dan asam fosfat terhadap anti-oksidasi pada kondisi tertentu.

Beberapa tipe bahan kimia efektif menghambat proses otoksidasi lemak tidak jenuh, efektif menghambat polimerisasi dan beberapa diantaranya dapat menghambat degradasi polimer oleh ozon.

Anti-oksidan golongan phenol biasanya mempunyai intensitas warna yang rendah kadang-kadang tidak berwarna dan banyak digunakan karena tidak beracun. Anti-oksidan golongan phenol terdiri dari : hidrokwanon gossipol, pyrogallol, catesorsinol, eugenol.

Anti-oksidan yang mengandung gugus amino atau dianimo yang terikat pada cincin benzena biasanya mempunyai potensi tinggi, namun beracun dan biasanya mempunyai potensi tinggi, namun beracun dan biasanya menghasilkan warna yang intensif jika dioksidasi atau bereaksi dengan ion logam. Anti-oksidan ini termasuk golongan amin, dan umumnya stabil terhadap panas dan ekstraksi dengan kaustik. Anti-oksidan ini banyak digunakan dalam industri non pangan, terutama pada industri karet. Anti-oksidan golongan ini adalah N, N' difenil p-fenilene, difenilhidrazin, difenilguanidine dan difenil amin.

Golongan anti-oksidan animo-phenol biasanya mengandung gugusan phenolat dan amino yang merupakan gugus fungsional penyebab aktivitas anti-oksidan. Golongan persenyawaan animophenol ini banyak digunakan dalam industri petroleum,

untuk mencegah terbentuknya gum dalam gasoline. Contoh dari golongan ini adalah N-butil-p-amino-phenol dan N-sikloheksil-p-aminophenol.

Efektivitas anti-oksidan primer dapat ditingkatkan dengan mengkombinasikannya menggunakan anti-oksidan yang sama jika dipakai secara tersendiri. Anti-oksidan primen yang paling efektif dan banyak digunakan dalam bahan pangan adalah senyawa poliphenolat dan akan mempunyai pengaruh "synergistic" jika dikombinasikan dengan beberapa jenis asam (Ketaren, 1986).

## 2.8. Kegunaan Lemak Coklat

Lemak coklat merupakan lemak esensial yang diperoleh dari biji kakao dengan menggunakan beberapa metode ekstraksi. U.S. Food and Drug Adminstratin yang mendefinisikan bahwa lemak coklat adalah lemak yang dapat di makan yang diperoleh dari biji kakao, baik yang belum maupun yang telah dikeringkan.

Lemak coklat merupakan bahan yang sangat diperlukan oleh industri untuk pembuatan berbagai macam kembang gula dan manisan coklat, juga diperlukan oleh industri farmasi dan obat-obatan untuk kecantikan. Dari biji kakao diperoleh coklat bubuk, cocoa pate dan lain-lain diperlukan oleh industri-industri yang menghasilkan berbagai macam minuman, kue, dan makanan lainnya yang mengandung rasa khas coklat dan juga sangat diperlukan oleh industri es krim (Siswoputranto, 1978).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kakao (Theobroma Cacao Linn), yang diperoleh dari Desa Tabah, Kecamatan Walenrang, Kabupaten Luwu.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisa antara lain : larutan n-Heksan, KI 10 persen, KOH 0,5 N, KI<sub>2</sub> jenuh, HCl 0,5 N, kloroform, natrium thiosulfat 0,1 N, asam asetat glasial, alkohol netral 95 95 persen, indikator phenolftalein 1 persen, KOH 0,1 N dan H<sub>2</sub>O.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : pisau pemetik buah, kayu pemecah buah, kotak fermentasi, anyaman bambu, palstik, blender, kertas saring, timbangan analitik, soxhlet, penangas listrik, labu ekstraksi, oven vakum, desikator, pompa air dan botol jam serta cawan petri.

#### 3.2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Penelitian dilakukan di lokasi perkebunan Desa Tabah, Kecamatan Walerang, Kabupaten Luwu dan di Laboratorium Analisis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin Ujung Pandang yang berlangsung dari bulan September sampai Oktober 1992.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan biji kakao kering yang akan digunakan pada penelitian lanjutan. Penelitian pendahuluan terdiri dari pemetikan buah, pemecahan buah, pelepasan biji dari placenta, fermentasi, pencucian dan pengeringan.

#### 3.2.1. Teknik Pemetikan Buah.

Untuk memetik buah kakao digunakan pisau tajam, berbentuk huruf L dengan bagian tegak agak melengkung. Pemetikan buah harus diusahakan agar tidak melukai batang atau cabang yang ditumbuhi lagi pada tempat tersebut untuk periode berikutnya.

#### 3.2.2. Pemecahan Buah.

Pemecahan kulit buah dilakukan dengan menggunakan kayu bulat yang keras sehingga tidak melukai biji.

#### 3.2.3. Fermentasi.

Pada proses fermentasi ini digunakan kotak fermentasi yang terbuat dari kayu. Pada bagian samping dan bagian bawah diberi lubang. Proses fermentasi berlangsung 1 hari sampai 5 hari.

#### 3.2.4. Pencucian.

Pencucian dilakukan dengan memasukkan biji ke dalam baskom berisi air. Pencucian dilakukan selama 30 menit atau biji sudah bersih dari pulp.





### 3.2.5. Pengeringan.

Pengeringan dilakukan dengan menjemur biji kakao pada sinar matahari selama 6 hari biji benar-benar kering dengan kadar air mencapai 6 sampai 7 persen.

Penelitian lanjutan terdiri dari dua bagian yaitu penentuan kuantitas lemak dan penentuan kualitas lemak.

### 3.2.6. Penentuan Kuantitas Lemak.

Penentuan kuantitas lemak kakao dilakukan dengan cara ekstraksi dengan pelarut (solvent extraction) dengan menggunakan soxhlet. Ekstraksi dengan soxhlet merupakan ekstraksi yang efisien karena dengan alat ini pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali dengan cara destilasi.

### 3.2.7. Penentuan Kualitas Lemak.

Penentuan kualitas lemak kakao dilakukan terhadap kadar air, asam lemak bebas, bilangan iod, bilangan peroksida dan bilangan penyabunan.

#### 3.2.7.1. Penentuan Kadar Air.

Kadar air ditentukan dengan cara pemanasan dalam oven hampa udara (Vacuum oven method). Contoh ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan petri yang telah diketahui beratnya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $100^{\circ}$  sampai  $105^{\circ}$  C selama 4 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Dipanaskan lagi dalam

oven selama 30 menit, kemudian didinginkan lagi dalam desikator. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut 0,05 gram). Banyaknya air dalam lemak dinyatakan dalam persen dan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

A = Berat awal contoh

B = Berat akhir contoh

#### 3.2.7.2. Penentuan Asam Lemak Bebas.

Asam lemak bebas dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Penentuannya dilakukan dengan menimbang contoh sebanyak 5 gram dalam erlemeyer 250 ml dan ditambah 25 ml alkohol netral 95 persen kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk, setelah itu ditambahkan 1 ml indikator phenophalein dan dititrasi dengan KOH 0,1 N sampai tepat terlihat warna merah jambu. Kadar asam lemak bebas dalam lemak dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Asam lemak bebas (\%)} = \frac{M \times A \times N}{G \times 1000} \times 100 \%$$

M = berat molekul asam lemak (asam oleat)

A = volume titrasi KOH

N = normalitas KOH

G = berat contoh

### 3.2.7.3. Penentuan Bilangan Iod.

Asam lemak yang tidak jenuh dalam lemak mampu menyerap sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Besarnya jumlah iod yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh. Dalam penentuan bilangan iod ini digunakan cara Hanus. Sebelum bilangan iod ditentukan, terlebih dahulu dilakukan pembuatan pereaksi hanus yaitu 20 gram Iodium bromida dilarutkan dalam 1.000 ml alkohol murni yang bebas dari asam asetat. Setelah itu bilangan iod ditentukan dengan menimbang lemak sebanyak 0,5 gram dalam erlemeyer 250 ml dan dilarutkan dengan 10 ml kloroform dan ditambah 25 ml pereaksi hanus. Reaksi dibiarkan selama 1 jam di tempat yang gelap, setelah itu ditambah indikator peti kemudian dititrasi dengan natrium thiosulfat 0,1 N. Titrasi blanko dilakukan dengan cara yang

sama. Bilangan iod dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(B - S) \times N \times 12,69}{G}$$

B = jumlah ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk titrasi blanko

S = jumlah ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk titrasi contoh

N = normalitas larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = berat contoh

#### 3.2.7.4. Penentuan Bilangan Peroksida.

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Penentuan peroksida ini dilakukan dengan menimbang contoh sebanyak 2,5 gram dalam labu erlemeyer 250 ml dan dimasukkan 15 ml campuran pelarut yang terdiri dari 60 persen asam asetat glasial dan 40 persen kloforom. Setelah lemak larut, ditambahkan 0,25 ml larutan kalium iodida jenuh sambil dikocok. Setelah dua menit penambahan kalium iodida, ditambah lagi 15 ml air kemudian dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat 0,1 N. Dengan cara yang sama dibuat juga penentuan titrasi

blanko. Penentuan peroksida dinyatakan dalam miligram oksigen per 100 gram lemak dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Miligram oksigen per 100 gram} = \frac{(a-b) \times N \times 8 \times 100}{G}$$

a = jumlah ml natrium thiosulfat untuk titrasi

contoh

b = jumlah ml natrium thiosulfat untuk titrasi

blanko

N = normalitas larutan natrium thiosulfat

8 = setengah dari berat atom oksigen

G = berat contoh

#### 3.2.7.5. Penentuan Bilangan Penyabunan.

Bilangan penyabunan adalah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah contoh dan dinyatakan dalam jumlah miligram kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk menyabunan satu gram minyak atau lemak. Penentuan bilangan penyabunan dapat dilakukan dengan menimbang contoh sebanyak 5 gram dalam labu erlemeyer dihubungkan 250 ml dan ditambahkan 50 ml KOH 0,5 N beralkohol dengan pipet. Kemudian labu erlemeyer dihubungkan dengan pendingin tegak dan dipanaskan sampai semua contoh

tersabunkan dengan sempurna. Setelah contoh sudah tersabunkan, larutan didinginkan dan bagian dalam pendingin dibilas dengan sedikit air. Ke dalam larutan ini ditambahkan 1 ml indikator phenolphthalein kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu hilang. Dengan cara yang sama, dilakukan juga titrasi blanko sebagai pembanding. Penentuan bilangan penyabunan dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{(tb - ts) \times N \times \text{BM}}{G}$$

tb = jumlah ml HCl untuk titrasi blanko

ts = jumlah ml HCl untuk titrasi contoh

N = normalitas HCl

BM = berat molekul KOH

G = berat contoh

Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari dua faktor. Ke dua faktor tersebut adalah faktor A yaitu lama fermentasi biji kakao dan faktor B yaitu jenis kakao yang digunakan. Faktor A terdiri dari :

A<sub>0</sub> = tanpa fermentasi

A<sub>1</sub> = fermentasi 1 hari

$A_2$  = fermentasi 2 hari

$A_3$  = fermentasi 3 hari

$A_4$  = fermentasi 4 hari

$A_5$  = fermentasi 5 hari

Faktor B terdiri dari :

$B_1$  = jenis kakao criollo

$B_2$  = jenis kakao forastero

Rancangan yang digunakan untuk mengolah data dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok dengan pola faktorial dan jumlah ulangan sebanyak 2 kali. Model rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = U + T_1 + B_j + E_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan

$U$  = nilai rata-rata umum

$T_1$  = pengaruh perlakuan fermentasi biji kakao

$B_j$  = kelompok jenis kakao yang digunakan

$E_{ij}$  = pengaruh percobaan ke-j yang berasal dari perlakuan ke-i



Pemetikan buah kakao

Pemecahan buah

Pelepasan biji  
dari placenta

Fermentasi  
(0, 1, 2, 3, 4, 5 hari)

Pencucian

Pengeringan dengan  
sinar matahari

Biji kakao kering

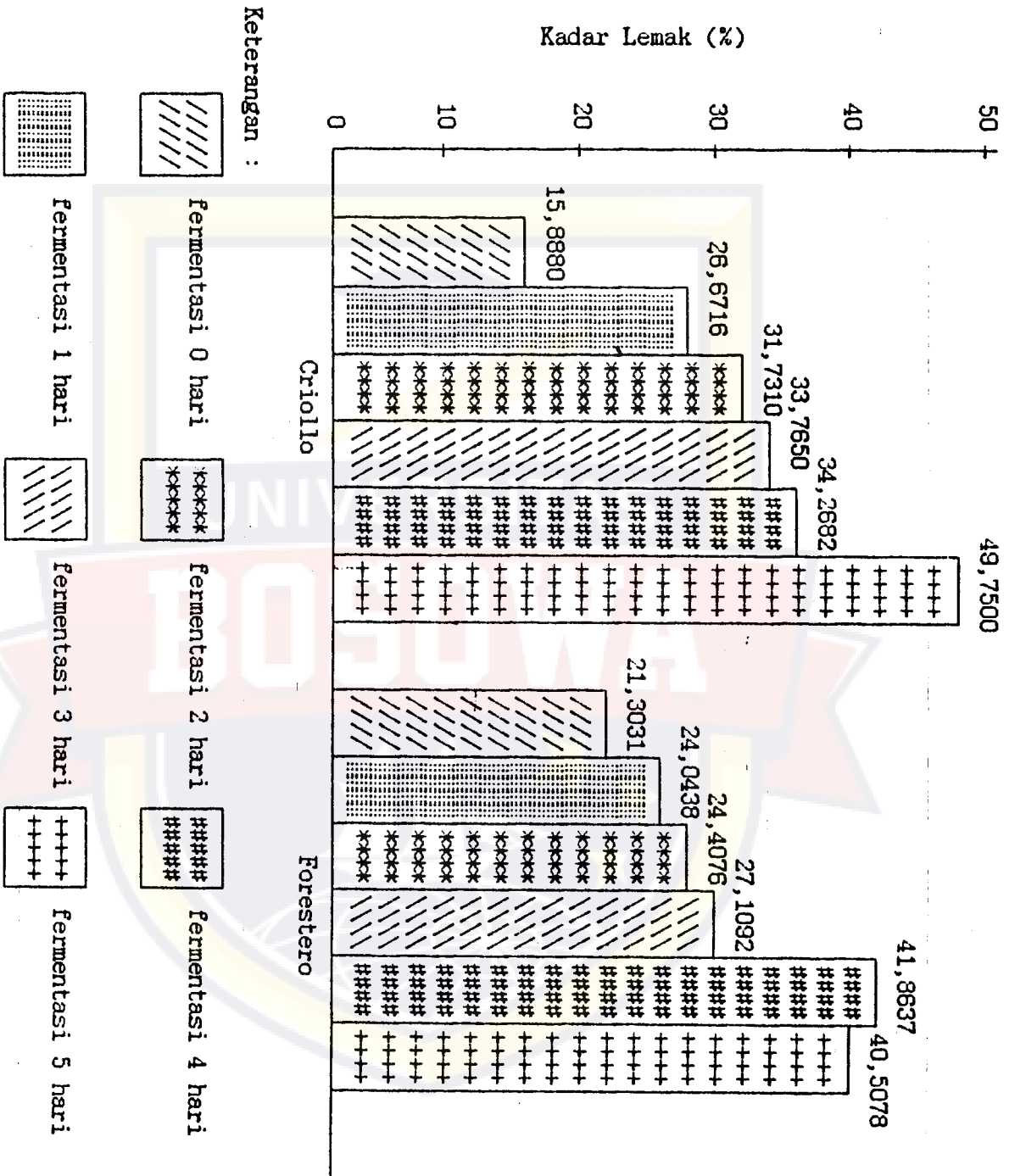
Dihaluskan (pembubukan)  
dengan blender

Ekstraksi

Lemak coklat  
(kuantitas lemak)

Analisa kimia  
(kualitas lemak)

Gambar . Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.6. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Lemak Coklat

biji kakao tanpa fermentasi memberikan hasil minimal, ini disebabkan karena lemak terikat yang terdapat pada keping biji tidak terekstraksi karena tidak terjadi pemecahan polifenol sehingga hanya lemak bebas yang keluar pada waktu ekstraksi.

Pada uji BNJ (lampiran 1c), memperlihatkan perlakuan yang berpengaruh nyata terutama pada fermentasi 5 hari dari kakao jenis criollo.

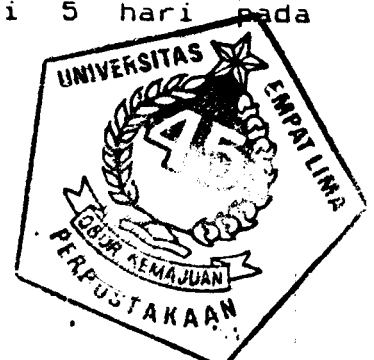
#### 4.2. Kadar Air.

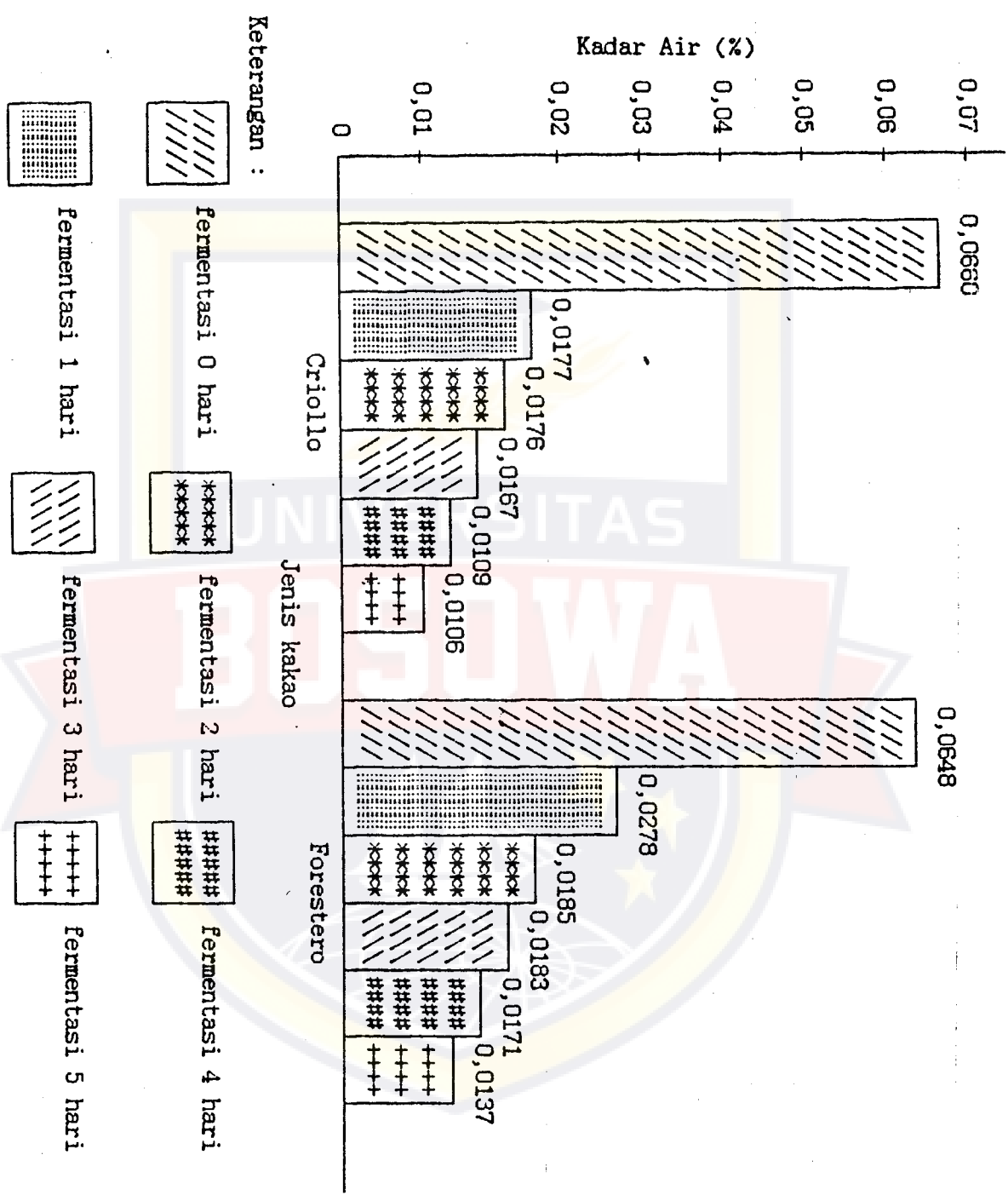
Kadar air lemak kakao ditentukan dengan cara pemanasan menggunakan oven tanpa udara (Vacum Oven Method). Cara ini dapat digunakan untuk semua jenis lemak kecuali minyak kelapa dan sejenisnya yang tidak mengandung asam lemak bebas lebih dari 1 persen.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (lampiran 2b), perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air lemak kakao.

Kadar air dari berbagai perlakuan fermentasi disajikan pada lampiran 2a. Pada lampiran tersebut terlihat kerusakan oleh mikroba dan proses hidrolisa baik pada fermentasi 5 hari maupun pada perlakuan tanpa fermentasi.

Kadar air maksimum terdapat pada perlakuan tanpa fermentasi minimum yaitu pada fermentasi 5 hari pada





Gambar 4.7. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air Lemak Coklat

kakao jenis criollo maupun pada kakao jenis forastero.

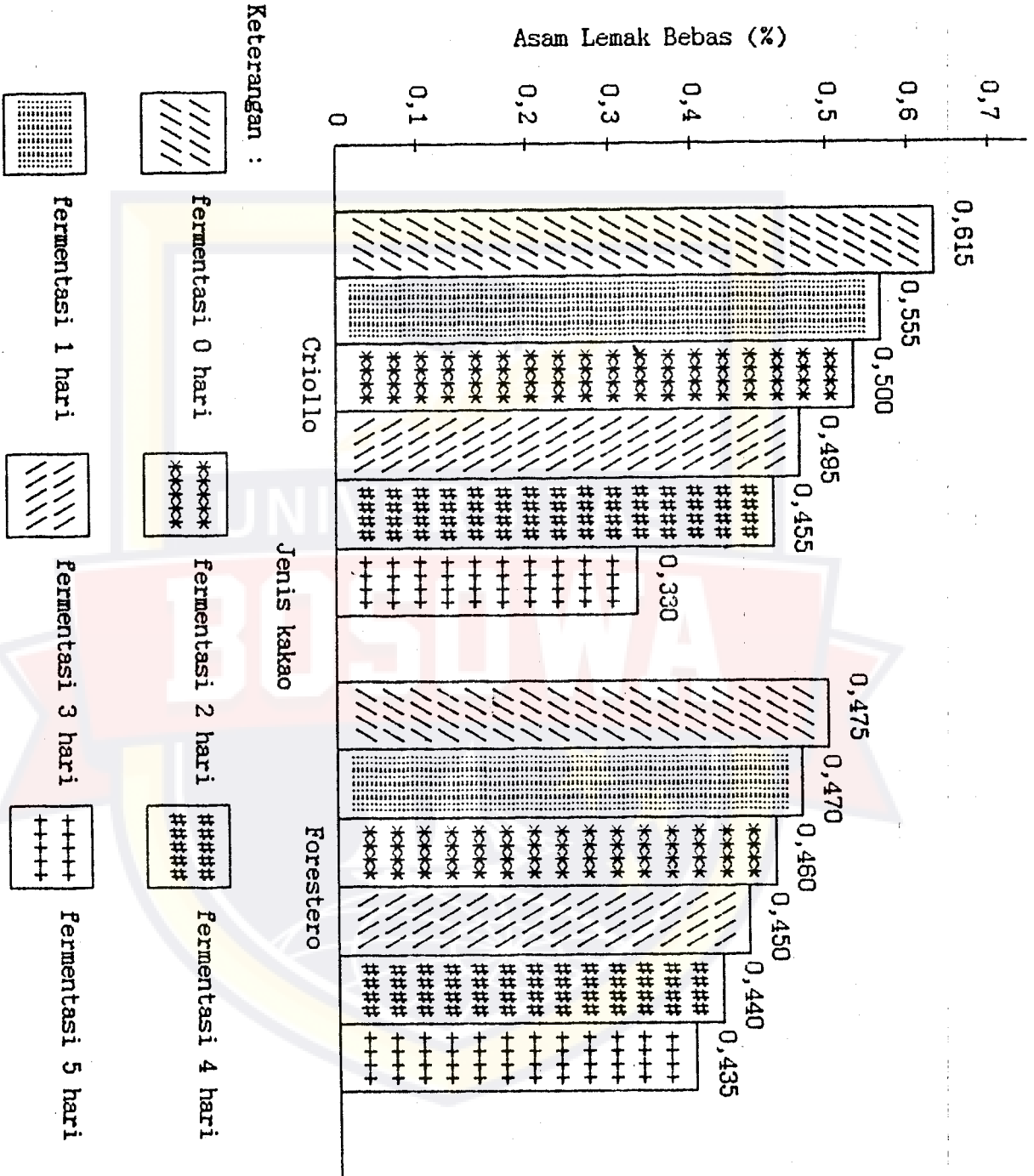
Kadar air maksimum disebabkan karena terjadi fermentasi tidak sempurna dimana air terikat yang terdapat pada biji hanya sebagian kecil yang keluar pengeringan. Sedangkan kadar air minimum disebabkan karena sudah terjadi fermentasi sempurna dimana air terikat dan air bebas yang terdapat pada biji sebagian besar keluar pada jadi fermentasi sempurna dimana air terikat dan air bebas yang terdapat pada biji sebagian besar keluar pada waktu fermentasi dan pengeringan, sehingga air yang tertinggal dalam keping biji hanya sebagian kecil dan pada waktu ekstraksi air yang keluar hanya sebagian kecil.

Pada uji BNJ (lampiran 2c) memperlihatkan perlakuan yang berpengaruh sangat nyata terutama pada fermentasi 5 hari dengan kandungan air minimum baik pada kakao jenis criollo maupun pada kakao jenis forastero.

#### 4.3. Asam Lemak Bebas.

Asam lemak bebas dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak yang dinyatakan sebagai jumlah kalium hidroksida 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (lampiran 3b)



Gambar 4.8. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Lemak

perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kandungan asam lemak bebas pada lemak kakao.

Kandungan asam lemak bebas dari berbagai perlakuan fermentasi dapat dilihat pada lampiran 3a. Pada lampiran tersebut kandungan asam lemak bebas yang maksimum terdapat pada perlakuan tanpa fermentasi dari kakao jenis criollo dan kandungan asam lemak bebas yang minimum juga dari kakao jenis criollo pada perlakuan fermentasi 5 hari.

Pembentukan asam lemak bebas disebabkan oleh prosen oksidasi dan hidrolisa enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Dengan proses netralisasi lemak sebelum digunakan dalam bahan pangan, maka jumlah asam lemak bebas dalam lemak dapat dikurangi.

Pada uji BNJ (lampiran 3c) memperlihatkan perlakuan fermentasi yang berpengaruh sangat nyata terutama pada fermentasi 5 hari dengan kadar asam lemak bebas yang minimum baik dari kakao jenis criollo maupun dari kakao jenis forestero.

#### 4.4. Bilangan Iod.

Jumlah ikatan rangkap dalam lemak ditentukan dengan mengukur bilangan iod. Makin besar bilangan iod maka jumlah ikatan rangkap semakin besar dan titik cair

semakin rendah ikatan rangkap semakin kecil bilangan iod maka jumlah ikatan rangkap semakin sedikit dan tidak cair semakin tinggi. Lemak yang mempunyai bilangan iod yang rendah lebih tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh proses oksidasi.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (lampiran 4b), perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kandungan iod lemak kakao.

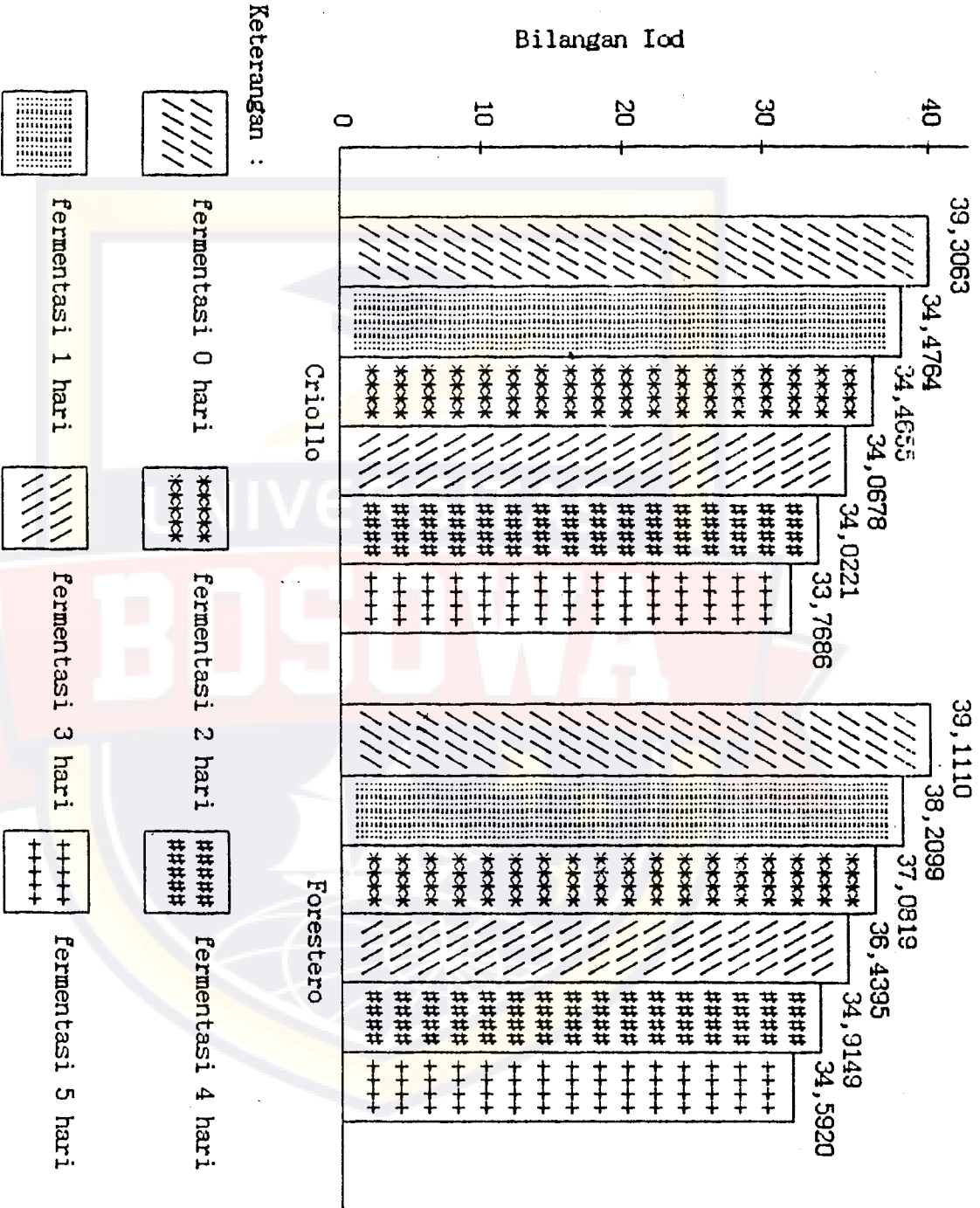
Besarnya jumlah iod dari berbagai macam perlakuan fermentasi dapat dilihat pada lampiran 4a. Pada lampiran tersebut jumlah iod maksimum terdapat pada perlakuan tanpa fermentasi dari kakao jenis criollo dan jumlah iod minimum yaitu pada perlakuan fermentasi 5 hari dari kakao jenis yang sama.

Penurunan jumlah iod dalam lemak kakao yang difermentasi sempurna disebabkan oleh aktivitas anzim pemecah lemak pada waktu tersebut mampu memecah rantai karbon yang panjang menjadi rantai karbon yang pendek.

Derajat ketidakjenuhan (rantai karbon panjang) yang diukur dengan bilangan iod akan berkurang selama pemanasan dengan suhu  $160^{\circ}$  sampai  $200^{\circ}$  C.

Pada uji BNJ (lampiran 4c), memperlihatkan perlakuan yang berpengaruh sangat nyata terutama pada fermentasi 5 hari dari kakao jenis criollo, dimana perlakuan tersebut memberikan hasil yang minimum.





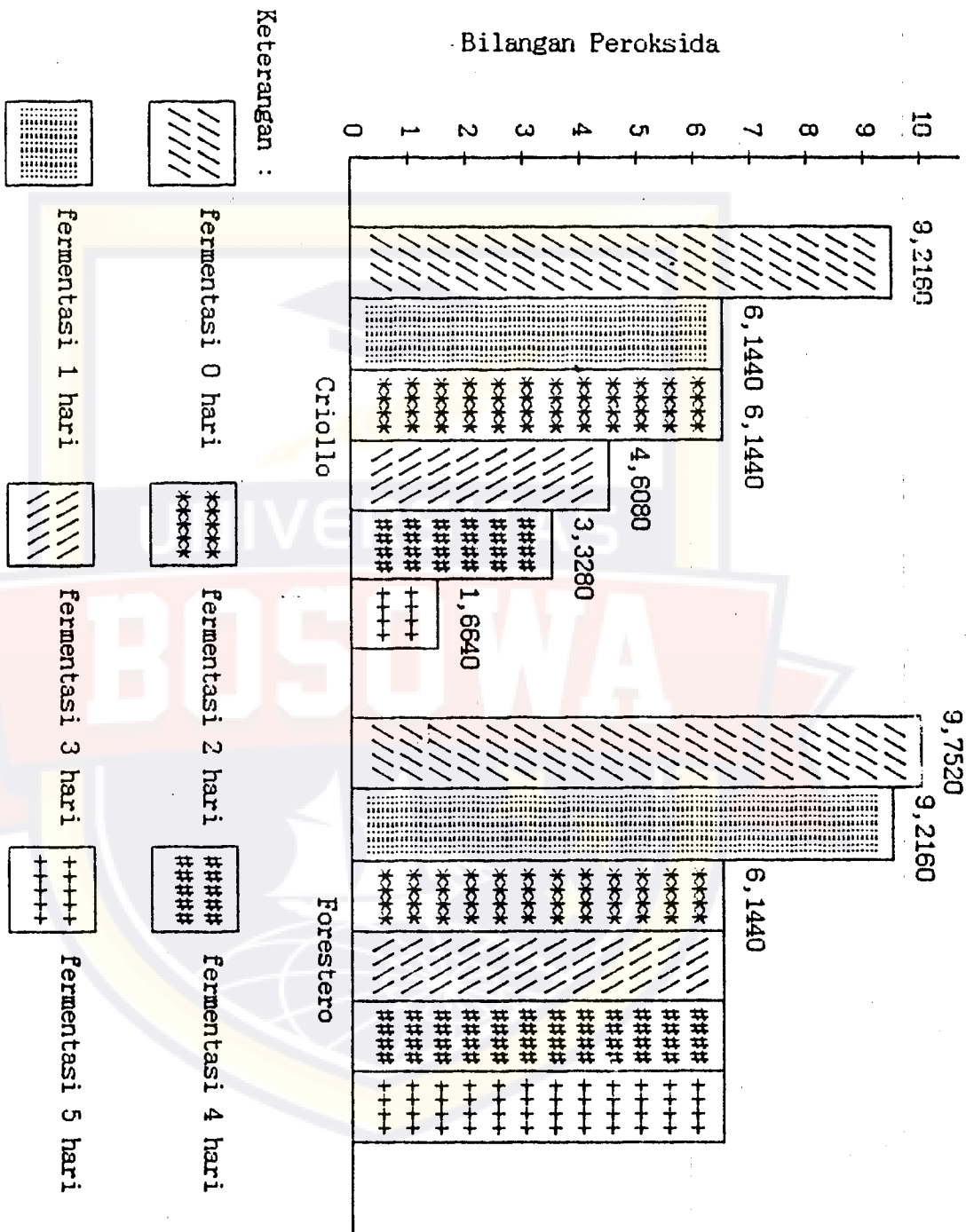
Gambar 4.9. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Bilangan Iod Lemak Coklat

#### 4.5. Bilangan Peroksida.

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada lemak. Asam lemak jenuh yang murni bereaksi dengan oksigen dengan adanya katalis pada suhu sekitar  $75^{\circ}\text{C}$ , dan di bawah suhu  $75^{\circ}\text{C}$  katalis logam turut membantu peroksida dalam menyerang molekul asam lemak jenuh atau asam lemak tidak jenuh yang masih utuh.

Hasil oksidasi berpengaruh dan dapat mempersingkat periode induktif dari lemak segar dan dapat merusak zat inhibitor. Konstituen yang aktif dari hasil oksidasi lemak berupa peroksida lemak. Senyawa peroksida juga mampu mengoksidasi molekul asam lemak yang masih utuh dengan cara melepaskan 2 atom hidrogen sehingga membentuk oksida. Terbentuknya peroksida, disusul dengan terbentuknya ikatan rangkap baru, akan menghasilkan deretan persenyawaan aldehida dan asam jenuh dengan berat molekul lebih rendah.

Katalis hematin dalam proses oksidasi berfungsi untuk mengatalisasi dekomposisi peroksida dalam lemak menjadi radikal bebas. Mekanisme penguraian peroksida, dikatalisasi oleh hematin dengan mendonorkan 1 hidrogen untuk mengikat radikal bebas. Dari dekomposisi ini akan dihasilkan persenyawaan oksidane dan gugusan hidroksil, selanjutnya akan terjadi reaksi yang sangat kompleks



Gambar 4.10. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Bilangan Peroksida Lemak Cok

dengan membentuk persenyawaan karbonil, pemecahan rantai karbo, hilangnya ikatan rangkap berkonyugasi dan pembentukan senyawa polimer.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (lampiran 5b), perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap bilangan peroksida pada lemak coklat.

Bilangan peroksida dari berbagai macam perlakuan fermentasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5a. Pada uji BNJ (lampiran 5c) memperlihatkan perlakuan fermentasi yang berpengaruh sangat nyata terutama pada fermentasi 5 hari dari kakao jenis criollo dengan kandungan peroksida yang minimum.

#### 4.6. Bilangan Penyabunan.

Bilangan penyabunan adalah jumlah miligram alkali yang diperlukan untuk menyabunkan satu gram minyak atau lemak. Untuk menyabunkan suatu minyak atau lemak terjadi reaksi penyabunan. Reaksi penyabunan ini biasanya juga disebut proses hidrolisa.

Proses hidrolisa yang sengaja biasanya dilakukan dengan penambahan sejumlah basa. Proses penyabunan seperti ini banyak digunakan dalam industri. Minyak atau lemak dalam ketel, pertama-tama dipanasi dengan pipa uap dan selanjutnya ditambahkan alkali, sehingga terjadi reaksi penyabunan. Sabun yang terbentuk dapat diambil



dari lapisan teratas pada larutan yang merupakan campuran dari larutan yang merupakan campuran dari larutan alkali, sabun dan gliserol.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (lampiran 6b), perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap bilangan penyabunan pada lemak kakao.

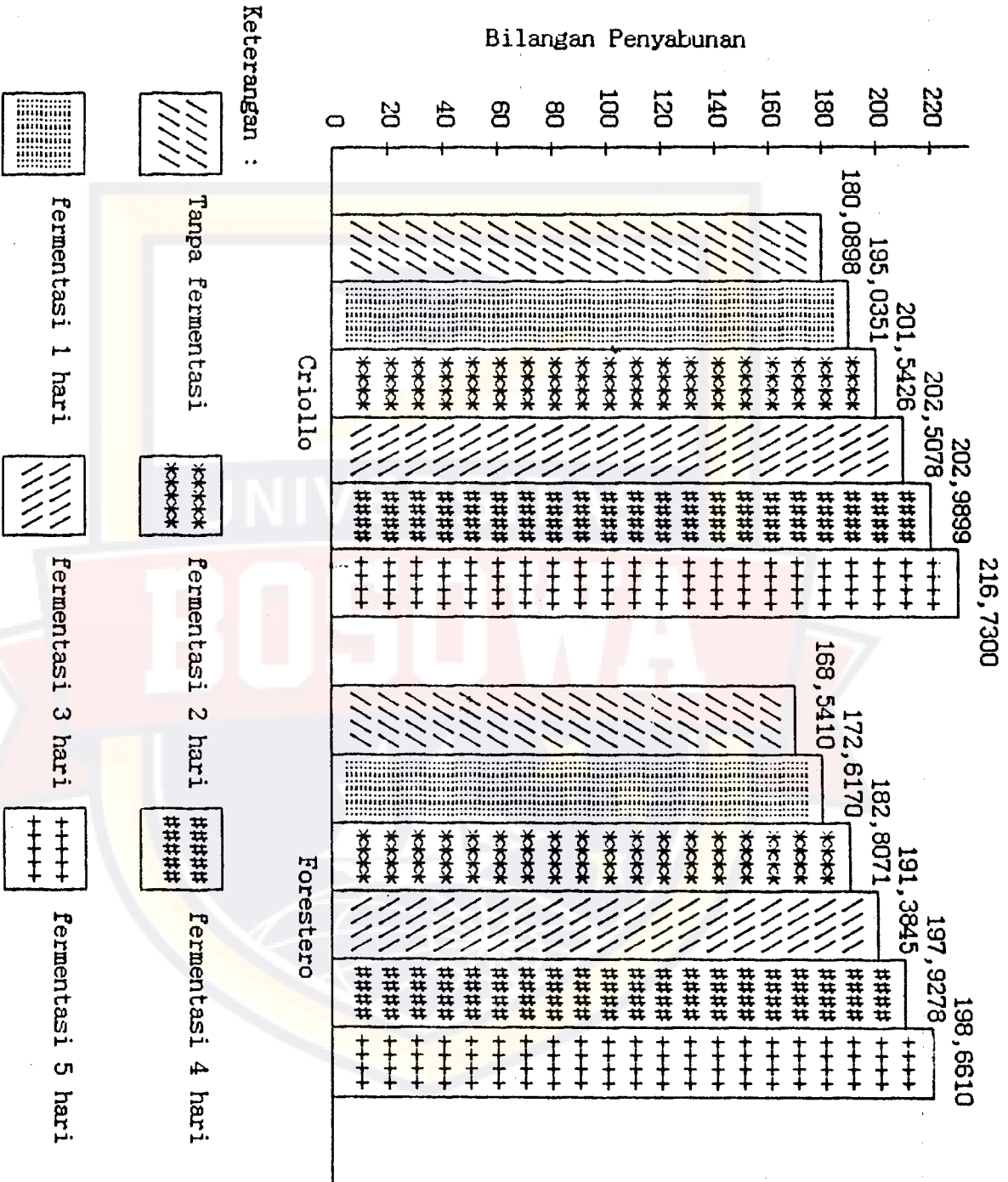
Bilangan penyabunan dari berbagai macam perlakuan fermentasi dapat disajikan pada lampiran 6a. Pada lampiran tersebut bilangan penyabunan yang maksimum yaitu pada fermentasi 5 hari dari kakao jenis criollo dan hasil minimum terdapat pada perlakuan tanpa fermentasi dari kakao jenis forastero.

Pada uji BNJ (lampiran 6c) memperlihatkan perlakuan fermentasi yang berpengaruh sangat nyata terutama pada perlakuan tanpa fermentasi dari kakao jenis forastero. Pada lampiran 6c tersebut terlihat bahwa semakin lama fermentasi, bilangan penyabunan semakin bertambah berarti lemak yang diperoleh semakin bertambah jenuh dan rantai molekul pendek.

Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tanpa fermentasi tidak terjadi pemecahan senyawa polifenol. Pada waktu ekstraksi lemak yang keluar hanya lemak tidak jenuh yang tidak terikat oleh senyawa polifenol. Setelah fermentasi, terjadi pemecahan polifenol sehingga pada waktu ekstraksi lemak jenuh yang diikat oleh polifenol

keluar bersama dengan lemak yang tidak jenuh. Apabila dilihat dari komposisi asam lemak dalam lemak kakao (Tabel 2.7), jumlah asam lemak jenuh lebih besar dibanding dengan asam lemak tidak jenuh. Oleh sebab itu semakin lama fermentasi, pemecahan polifenol semakin banyak dan asam lemak jenuh yang di bebaskan semakin banyak pula, sehingga bilangan penyabunan semakin bertambah.





Gambar 4.11. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Bilangan Penyabunan

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap beberapa parameter yang berkaitan dengan kuantitas dan kualitas lemak kakao, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perlakuan fermentasi ternyata dapat mempengaruhi lemak yang diekstraksi. Pada kakao jenis forestetero, fermentasi 4 hari sudah mencapai maksimum dan pada hari selanjutnya fermentasi tidak berpengaruh lagi pada lemak yang diekstraksi.
- b. Perbandingan kadar lemak sebelum dan sesudah fermentasi antara kakao jenis criollo dan forastero. Begitu pula kualitas, kakao jenis criollo lebih baik dibandingkan dengan kakao jenis forastero ditinjau dari kadar air, bilangan asam, bilangan iod, bilangan peroksida dan bilangan penyabunan.

### 5.2. Saran-saran.

Untuk mendapatkan hasil yang baik terhadap kuantitas dan kualitas lemak kakao, harus dilakukan fermentasi penuh dengan pengeringan selama 6 hari pada suhu rata-rata  $30^{\circ}$  C.

Untuk metode ekstraksi yang baik dengan menggunakan soxhlet, maka suhu perlu dikontrol. Suhu yang baik pada metode ekstraksi dengan menggunakan soxhlet yaitu antara  $80^{\circ}$  sampai  $90^{\circ}$  C.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alikonis, J. 1979. Candy Technology. The AVI Publishing Company, Inc., West Port, Connecticut.
- Alvim and T.T. Kozlowski, 1977. Cacao Ecophysiology Tropical Crops. Academic Press, New York.
- Anonymous, 1975. Pedoman Bercocok Tanam Coklat. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian Jakarta.
- , 1986. Penelitian Proses Pengolahan Biji Coklat untuk Eksport. Departemen Perindustrian, Balitbang Industri. Ujung Pandang.
- , 1992. Simposium untuk Pengembangan dan Pemantapan Eksport Kakao. Dinas Perkebunan Propinsi Daerah Tingkat I Sulawesi Selatan.
- Bernard, W.M. 1980. "Chocolate Cocoa and Confectionery Science and Technology", 2<sup>nd</sup> ed. Consultant the Confectionery Research Science Inc.. Chicago, U.S.A.P. 67 - 155.
- Bintaro, M.H. dan J. Wiroatmojo, 1978. Adaptasi dan Distribusi Tanaman Pertanian (Faktor Lingkungan), Terjemahan Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian IPB. Bogor. Bogor.
- Butar - Butar, N., 1975. Prinsip-prinsip Pemeliharaan Tanaman Coklat Bulk. P.T. Perkebunan VI Medan.
- Brill dan Ciferi di dalam Rohan, T.A., 1963. Processing of Raw Cocoa For The Market. FAO Agric. Studies No. 60. FAO, Rome.
- Charley, H. 1970. Food Science. The Ronald Press Company, New York.
- Chatt, 1953. di dalam Sunaryo dan Situmorang, S. 1978. Budidaya dan Pengolahan Coklat. Pedoman Praktek. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.
- Effendi, S. 1980. Pengaruh Kondisi Pengolahan Terhadap Mutu Biji Coklat di Perkebunan Bunisari, Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Effendi, S., F.G. Winarno, M.A. Nur, dan Suhardiharjo. 1983. Pengaruh Kondisi Pengolahan Terhadap Mutu Biji Coklat di Perkebunan Bunisari. Menara Perkebunan 51 (4) : 108 - 112.

- Forsyth, W.G.C. 1955. Cocoa Polyphenolic Substance III, Separation and Estiminasi on Paper Chromatolograms. Biochem. J. 60 : 108 - 111.
- Forsyth, W.G.C. di dalam Rohan, T.A., 1963. Processing of Raw Cocoa For The Market. FAO Agric. Studies No. 60. FAO, Rome.
- Hutcheon, W.V., 1977. Physiological Aspects of Cocoa Agronomy. Proc. 5 Th. Int. Cocoa Res. Conf. Ibadan.
- Ketaren, S., 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lange, 1969. di dalam Peterson, M., and H.A. Johnson. 1974. Encyclopedia of Food Technology. Encyclopedia of Food Tech. and Food Scienses Series, Vol. 2, The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut.
- Lutton, di dalam Charley, 1970. Food Science. The Ronal Press Company, New York.
- Meyer, L.H., 1966. Food Chemistry. Reinhold Pulp. Co. New York.
- Minifie, B.W., 1980. Chocolate, Cocoa and Confectionary Science and Technology, 2nd. ed. The AVI Publishing Co. Inc., West Port, Connecticut.
- Nasution, Z., W. Ciptadi, B.S. Laksmi, 1980. Pengolahan Coklat. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Peterson, M., and H.A. Johnson, 1974. Enciclopedia of Food Technology. Enciclopedia of Food Tech. and Food Scienses Seies, Vol 2. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecctitut.
- Rajagukguk, B., 1982. Soils and Nutrition Workshop/Seminar Lembaga Pendidikan Perkebunan Yogyakarta. Lembaga Pendidikan Perkebunan Yogyakarta.
- Rohan, T.A., 1963. Processing of Row Cocoa For The Market. FAO Agric. Studies No. 60. FAO, Rome.
- Saleh, M., 1978. Tanah dan F ipukan Coklat. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Sub Balai Penelitian Budidaya Jember. Indonesia.

- Siswoputranto, P.S., 1978. Perkebunan Teh, Kopi, Coklat International. P.T. Gramedia Jakarta.
- Sudiyanto, 1976. Pedoman Bercocok Tanam Coklat. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian Jakarta.
- Sunaryo dan Situmorang, S., 1978. Budidaya dan Pengolahan Coklat. Pedoman Praktek. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.
- Terink, J.G. 1984. Some Difference in Cocoa- Bean Quality Requirements Between Chocolate Manufactures. Paper in International Conference on Cocoa and Coconuts : Progress and Out Look, October 15<sup>th</sup> - 17<sup>th</sup>, 1984, Kualalumpur.
- Tumpal, H.S.S., Slamet Riyadi, Laeli Nuraeni. 1989. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat. Penerbitan Swadaya.
- Wahyu, M., 1982. Bercocok tanam Coklat. Penerbit CV. Aneka Ilmu. Semarang.
- Wells, J.S., 1963. Plant Propagation Practice. The Macmillan Co. New York.
- Winarno, F.G., 1984. Kimia Pangan dan Gizi. P.T. Gramedia Jakarta.
- Wood, G.R.A. 1973. Cacao, 3<sup>rd</sup>, Longman. London.
- Zeimba, di dalam Charley, H. 1970. Food Science. The Ronald Press Company, New York.



Lampiran 1a. Hasil Analisa Kadar Lemak Kakao (%)

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	15,5521	16,2240	31,7761	15,8880
1 hari (C)	26,4075	26,9356	53,3431	26,6716
2 hari (C)	31,5732	31,8889	63,4621	31,7310
3 hari (C)	33,5967	33,9334	67,5301	33,7650
4 hari (C)	33,9290	34,6075	68,5365	34,2682
5 hari (C)	50,2526	49,2475	99,5001	49,7500
0 hari (F)	21,0922	21,5140	42,6062	21,3031
1 hari (F)	23,8057	24,2818	48,0875	24,0438
2 hari (F)	24,5302	24,2849	48,8151	24,4076
3 hari (F)	27,3831	26,8354	54,2185	24,1092
4 hari (F)	42,2866	41,4409	83,7275	41,8637
5 hari (F)	40,7114	40,3042	81,0156	40,5078

Keterangan :

$$\bar{X} = 27,5664$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero

## Lampiran 1b. Hasil Sidik Ragam Kadar Lemak Coklat (%)

SK	DB	JK	KT	F hit.	F Tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	1	0,005947	0,005947	0,000132	4,84	9,65
Perlakuan	11	1564,886694	142,2624	3,1872 *	2,82	4,46
A c a k	11	490,996122	44,6360			
Total	23	2055,888763				

\* = berpengaruh nyata

KK = 24,2360

## Lampiran 1c. Uji BNJ Perlakuan Fermentasi terhadap Kadar Lemak Coklat

Perlakuan fermentasi	Rata-rata	Tingkat Perbedaan	NPBNJ
5 hari (C)	49,7500	a	26,5027
4 hari (F)	41,8637	a b	
5 hari (F)	40,5078	a b	
4 hari (C)	34,2682	a b	
3 hari (C)	33,7650	a b	
2 hari (C)	31,7310	a b	
3 hari (F)	27,1092	a b	
1 hari (C)	26,6716	a b	
2 hari (F)	24,4076	a b	
1 hari (F)	24,0438	a b	
0 hari (F)	21,3031	b	
0 hari (C)	15,8880	b	

Catatan : Angkat yang diikuti dengan huruf yang berbeda memperlihatkan hasil yang berbeda pada taraf 0,01

- : (C) adalah kakao jenis criollo  
 (F) adalah kakao jenis forastero

Lampiran 2a. Hasil Analisa Kadar Air Lemak Coklat (%)

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	0,0722	0,0598	0,1320	0,0660
1 hari (C)	0,0172	0,0181	0,0353	0,0177
2 hari (C)	0,0172	0,0180	0,0352	0,0176
3 hari (C)	0,0162	0,0172	0,0334	0,0167
4 hari (C)	0,0107	0,0110	0,0217	0,0109
5 hari (C)	0,0102	0,0109	0,0211	0,0106
0 hari (F)	0,0685	0,0611	0,1296	0,0648
1 hari (F)	0,2722	0,0283	0,0555	0,0278
2 hari (F)	0,0182	0,0188	0,0370	0,0185
3 hari (F)	0,0181	0,0186	0,0367	0,0183
4 hari (F)	0,0168	0,0174	0,0342	0,0171
5 hari (F)	0,0133	0,0137	0,0270	0,0135

Keterangan :

$$\bar{X} = 0,0249$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero

## Lampiran 2b. Hasil Sidik Ragam Kadar Air Lemak Coklat (%)

SK	DB	JK	KT	F hit.	F Tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	1	0,0000069	0,0000069	0,7624	9,65	4,84
Perlakuan	11	0,0082808	0,0007528	82,8163**	4,46	2,82
A c a k	11	0,0001001	0,0000091			
Total	23	0,00838774				

\*\* = berpengaruh sangat nyata

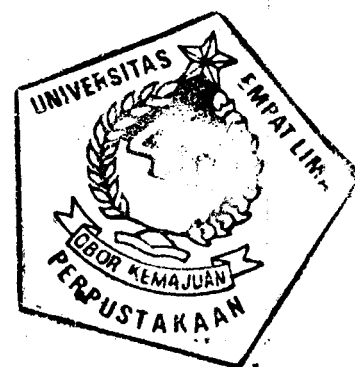
KK = 12,1149

## Lampiran 2c. Uji BNJ Perlakuan Fermentasi terhadap Kadar Air Lemak Coklat

Perlakuan fermentasi	Rata-rata	Tingkat Perbedaan	NPBNJ
0 hari (C)	0,0660	a	0,01196
0 hari (F)	0,0648	a	
1 hari (F)	0,0278	b	
2 hari (F)	0,0185	b c	
3 hari (C)	0,0183	b c	
1 hari (C)	0,0177	b c	
2 hari (C)	0,0176	b c	
4 hari (F)	0,0171	b c	
3 hari (C)	0,0137	b c	
5 hari (F)	0,0137	c	
4 hari (C)	0,0109	c	
5 hari (C)	0,0106	c	

Catatan : Angkat yang diikuti dengan huruf yang berbeda memperlihatkan hasil yang berbeda pada taraf 0,01 dan 0,05

- : (C) adalah kakao jenis criollo  
 (F) adalah kakao jenis forastero





Lampiran 3a. Hasil Analisa Bilangan Asam Lemak Kakao

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	0,62	0,61	1,23	0,615
1 hari (C)	0,56	0,55	1,11	0,555
2 hari (C)	0,50	0,50	1,00	0,500
3 hari (C)	0,49	0,50	0,99	0,495
4 hari (C)	0,45	0,46	0,91	0,455
5 hari (C)	0,33	0,33	0,66	0,330
0 hari (F)	0,50	0,45	0,95	0,475
1 hari (F)	0,45	0,49	0,94	0,470
2 hari (F)	0,45	0,47	0,92	0,460
3 hari (F)	0,45	0,45	0,90	0,450
4 hari (F)	0,45	0,43	0,88	0,440
5 hari (F)	0,45	0,42	0,87	0,435

Keterangan :

$$\bar{X} = 0,4764$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero

Lampiran 3b. Hasil Sidik Ragam Asam Lemak Bebas Lemak Kakao (%)

SK	DB	JK	KT	F hit.	F Tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	1	0,00015	0,00015	0,5597	4,84	9,65
Perlakuan	11	0,10423	0,009480	35,3731**	2,82	4,48
A c a k	11	0,00295	0,000268			
Total	23	0,10733				

\*\* = berpengaruh sangat nyata

KK = 3,4342

Lampiran 3c. Uji BNJ Perlakuan Fermentasi terhadap Bilangan Asam Lemak Kakao

Perlakuan fermentasi	Rata-rata	Tingkat Perbedaan	NPBNJ
0 hari (C)	0,615	a	0,0649
1 hari (C)	0,555	a b	
2 hari (C)	0,500	b c	
3 hari (C)	0,495	b c d	
0 hari (F)	0,475	c d	
1 hari (F)	0,470	c d	
2 hari (F)	0,460	c d	
4 hari (C)	0,455	c d	
3 hari (F)	0,450	c d	
4 hari (F)	0,440	c d	
5 hari (F)	0,435	d	
5 hari (C)	0,330	e	

Catatan : Angkat yang dikuti dengan huruf yang berbeda memperlihatkan hasil yang berbeda pada taraf 0,01 dan 0,05

- : (C) adalah kakao jenis criollo
- : (F) adalah kakao jenis forastero

## Lampiran 4a. Hasil Analisa Bilangan Iod Lemak Coklat (%)

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	38,6344	39,9782	78,6126	39,3063
1 hari (C)	33,7531	35,1997	68,9528	34,4764
2 hari (C)	33,4808	35,4502	68,9310	34,4655
3 hari (C)	32,3747	35,7627	68,1374	34,0687
4 hari (C)	32,8399	35,2043	68,0442	34,0221
5 hari (C)	32,2714	35,2657	67,5371	33,7686
0 hari (F)	38,0892	40,1327	78,2219	39,1110
1 hari (F)	37,8561	38,5637	76,4198	38,2099
2 hari (F)	36,7566	37,4072	74,1638	37,0819
3 hari (F)	35,8229	37,0561	72,8790	36,4395
4 hari (F)	34,5422	35,2877	69,8299	34,9149
5 hari (F)	34,2495	34,9345	69,1840	34,5920

Keterangan :

$$\bar{X} = 35,8714$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero

## Lampiran 4b. Hasil Sidik Ragam Kadar Air Lemak Coklat (%)

SK	DB	JK	KT	F hit.	F Tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	1	15,9608	15,9608	13,9566**	4,84	9,65
Perlakuan	11	68,4192	7,8563	6,8698**	2,82	4,46
A c a k	11	12,5801	1,1436			
Total	23					

\*\* = berpengaruh sangat nyata

KK = 2,9812

## Lampiran 4c. Uji BNJ Perlakuan Fermentasi terhadap Kadar Air Lemak Coklat

Perlakuan fermentasi	Rata-rata	Tingkat Perbedaan	NPBNJ
0 hari (C)	39,3063	a	4,2421
0 hari (F)	39,1110	a b	
1 hari (F)	38,2099	a b c	
2 hari (F)	37,0819	a b c d	
3 hari (F)	36,4395	a b c d	
4 hari (F)	34,9149	b c d	
5 hari (F)	34,5920	c d	
1 hari (C)	34,4764	c d	
2 hari (C)	34,4655	c d	
3 hari (C)	34,0687	c d	
4 hari (C)	34,0221	d	
5 hari (C)	33,7686	d	

Catatan : Angkat yang diikuti dengan huruf yang berbeda memperlihatkan hasil yang berbeda pada taraf 0,01 dan 0,05

- : (C) adalah kakao jenis criollo
- (F) adalah kakao jenis forastero

Lampiran 5a. Hasil Analisa Bilangan Peroksida Lemak Kakao

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	9,6000	8,8320	18,4320	9,2160
1 hari (C)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440
2 hari (C)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440
3 hari (C)	4,8000	4,4160	9,2160	4,6080
4 hari (C)	3,2000	3,4560	6,6560	3,3230
5 hari (C)	1,6000	1,7280	3,3280	1,6640
0 hari (F)	10,0000	9,3040	19,5040	9,7520
1 hari (F)	9,6000	8,8320	18,4320	9,2160
2 hari (F)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440
3 hari (F)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440
4 hari (F)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440
5 hari (F)	6,4000	5,8880	12,2880	6,1440

Keterangan :

$$\bar{X} = 6,2207$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero



Lampiran 6a. Hasil Analisa Bilangan Penyabunan Lemak Kakao

Perlakuan fermentasi	K e l o m p o k		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
0 hari (C)	176,7150	183,4645	360,1795	180,0898
1 hari (C)	192,1425	197,9278	390,0703	195,0351
2 hari (C)	204,0637	199,0235	403,0872	201,5436
3 hari (C)	199,8562	205,1594	405,0156	202,5078
4 hari (C)	205,4662	200,5136	405,9798	202,9899
5 hari (C)	218,7900	214,6701	433,4601	216,7300
0 hari (F)	164,7937	172,2883	337,0820	168,5410
1 hari (F)	169,0012	176,2328	345,2340	172,6170
2 hari (F)	179,5200	186,0942	365,6142	182,8071
3 hari (F)	188,6362	194,6406	383,2769	191,3845
4 hari (F)	200,5575	195,2981	395,8556	197,9278
5 hari (F)	201,2587	196,0432	397,3019	198,6610

Keterangan :

$$\bar{X} = 192,5899$$

(C) = Kakao jenis criollo

(F) = Kakao jenis forastero

