



**PERUBAHAN SIFAT FISIKO-KIMIA BIJI DAN LEMAK
KAKAO LINDAK (*Theobroma cacao* L) DARI KEBUN
PANCURSARI SELAMA PENYIMPANAN**

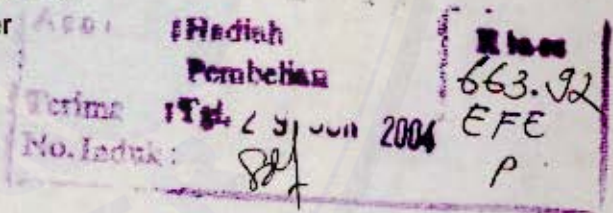
**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Dedy Jusuf Efendi

NIM : 001710101046



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

DOSEN PEMBIMBING:

Ir. Hj. Siti Hartanti (DPU)
Ir. Djumarti (DPA I)
Ir. Sulistyowati (DPA II)

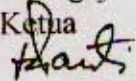
HALAMAN PENGESAHAN

**DITERIMA OLEH:
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
SEBAGAI KARYA ILMIAH TERTULIS (SKRIPSI)**

Dipertanggungjawabkan pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 17 Juni 2004
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji
Ketua



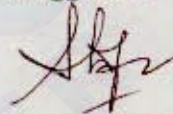
Ir. Hj. Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

Anggota I



Ir. Djumarti
NIP. 130 875 932

Anggota II



Ir. Sulistyowati

Mengetahui,
Dekan, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian
Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

Motto

“Dan tidak ada satupun jiwa akan mati dan barang siapa mau ganjaran dunia, Kami akan beri kepadanya daripada (ganjaran dunia) itu, dan barang siapa mau ganjaran Akhirat, Kami akan beri kepadanya daripada (ganjaran Akhirat) itu, dan Kami akan balas mereka yang bersyukur” (Al Imran: 145)

“Ilmu pengetahuan itu cahaya yang memperkaya kehangatan kehidupan dan siapa saja boleh mencarinya” (Kahlil Gibran)

“Maka tanyakanlah kepada yang lebih mengetahui” (QS. Al-Furqan: 59)

“Jika kebajikan, kepercayaan, kesetiaan, keberanian serta kebijaksanaan merupakan sifatmu, maka kau dapat menguasai dunia” (Sun Tzu)

Kata Persembahan:

Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan doa dan restunya selama ini.

Mas Agus, Mas Bambang dan Mas Heru terimakasih atas semua dorongan baik moral dan finansial selama penelitian dan penulisan skripsi.

Semua yang membantu dalam penelitian ini pak Cahyo, pak Budi, pak Agus, mbak Ninik K, mbak Ninik P, pak Bunawi, pak Ndari.

Teknisi laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian (mas Mistar dan mbak Wiem) atas bantuannya selama penelitian.

Special guest yang telah memberi cahaya baru bagai bintang utara (*The Northern star*) dalam lembar hidupku.

Team penelitian Puslit (Luluk, Dian dan Windra).

Temen-temenku Aan, Reza dengan vespanya, Heri Rahmat (terimakasih atas pinjaman Shogun-nya), Agus dan Tri, Yulianto, Wassutur, Wina, Annisa, Lilia, Fa-uzan, Hamid, Didit.

Semua teman angkatan 2000 yang tidak bisa kusebutkan semua, terimakasih atas semua semangat yang kalian berikan.

Teman kost Kalimantan IV 86.

Teman-teman "*cangkruk*" di Karimata yang pertama kali membukakan wacana baru untuk menjelajah dari segala sudut pandang, dengan bentuk bahasa dan cara yang unik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) dengan judul "**Perubahan Sifat Fisiko Kimia Biji dan Lemak Kakao Lindak (*Theobroma cacao* L) dari Kebun Pancursari selama Penyimpanan**". Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan syarat untuk menyelesaikan program strata satu jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

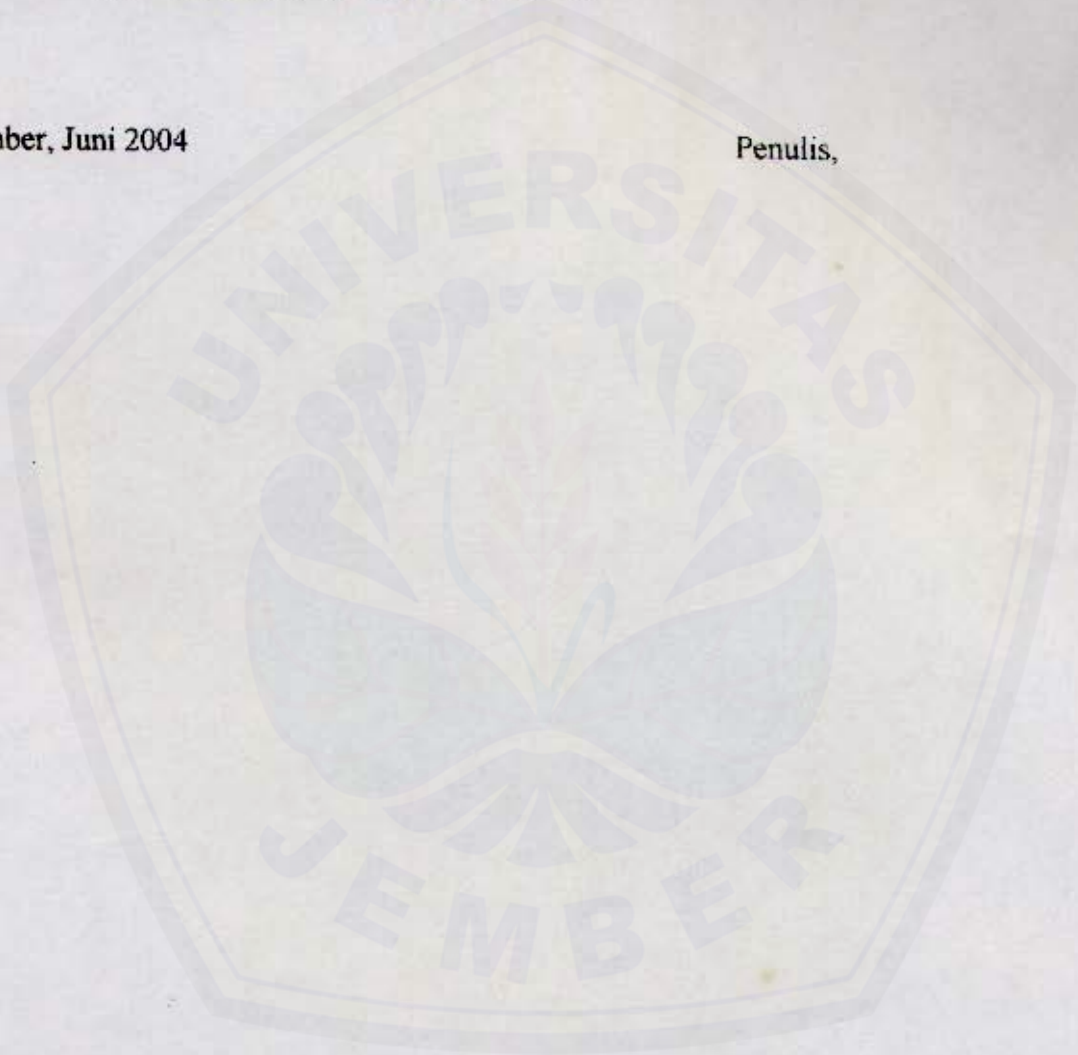
1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
3. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Ir. Djumarti selaku Dosen Pembimbing Anggota I dan Ibu Ir. Sulistyowati selaku Dosen Pembimbing Anggota II atas bimbingan dan pengarahannya.
4. Bapak Yuli Witono, STP, MP selaku Dosen Wali
5. Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, atas rekomendasi dan ijinnya untuk melaksanakan penelitian di Puslit Kopi dan Kakao Jember.
6. Bapak Budi Sumartono, atas bimbingannya selama penulis melakukan penelitian.
7. Seluruh staf dan karyawan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember yang telah banyak membantu selama penulis melakukan penelitian.
8. Staf Pengajaran dan Karyawan di FTP.

9. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberikan tanggapan, saran dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya kami mengharapkan semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan yang menggunakannya.

Jember, Juni 2004

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman kakao	4
2.2 Pengolahan kakao	5
2.2.1 Pemanenan dan Pengupasan Buah	5
2.2.2 Fermentasi	6
2.2.3 Pengeringan	8
2.3 Penyimpanan	9

2.3.1 Pengertian Gudang.....	9
2.3.2 Tujuan Penyimpanan.....	10
2.3.3 Persyaratan Gudang.....	11
2.3.4 Penyimpanan Biji Kakao.....	11
2.3.5 Perubahan Biji Kakao selama Penyimpanan.....	12
2.4 Lemak Kakao.....	15
2.4.1 Komposisi Kimia Lemak Kakao.....	17
2.4.2 Sifat Fisiko Kimia Lemak Kakao.....	17
2.4.3 Sifat Pembentukan Kristal Lemak.....	18
2.4.4 Perubahan Lemak Kakao selama Penyimpanan.....	19
2.5 Hipotesa.....	21

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	22
3.1.1 Bahan Penelitian.....	22
3.1.2 Alat Penelitian.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2.1 Tempat Penelitian.....	22
3.2.2 Waktu Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.5 Parameter Pengamatan.....	25
3.6 Prosedur Penelitian.....	25
3.6.1 Pengamatan Biji Kakao Kering Jenis Lindak.....	25
3.6.2 Pengamatan terhadap Lemak Kakao.....	26
3.7 Analisa data.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Biji.....	29
4.2 pH Biji Kakao.....	30
4.3 Kecerahan Warna Biji.....	32
4.4 Pertumbuhan Jamur.....	33
4.4.1 Uji Belah (<i>cut test</i>).....	33
4.4.2 Penanaman dengan Media DG-18.....	33
4.5 Tekstur Lemak.....	34
4.6 Kecerahan Warna Lemak.....	36
4.7 Asam Lemak Bebas.....	37
4.8 Pola Kristalisasi.....	38

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA.....	44
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	48
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Karakteristik Criollo, Forastero dan Trinitario	4
2. Komposisi pulp (% berat basah)	6
3. Hubungan antara kadar air biji secara umum dengan perubahan biji dan kehidupan organisme perusak	13
4. Kadar air kesetimbangan pada Biji Kakao	14
5. Komposisi Kimia Lemak Kakao	17
6. Sifat Fisiko Kimia Lemak Kakao	18
7. Kombinasi Perlakuan	23
8. Uji Beda Kecerahan warna biji kakao pada Berbagai Lama penyimpanan	32
9. Uji beda penanaman dengan DG-18 pada berbagai kadar air	33
10. Uji beda kecerahan warna lemak pada berbagai kadar air	36
11. Waktu induksi dan total waktu kristalisasi lemak kakao berdasarkan faktor kadar air	39
12. Waktu induksi dan total waktu kristalisasi lemak kakao berdasarkan perlakuan.....	39

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	24
2. Histogram kadar air biji kakao pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan	29
3. Histogram pH biji kakao pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan.....	31
4. Histogram kecerahan warna biji kakao pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan	32
5. Histogram pertumbuhan jamur dengan media DG-18 pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan.....	34
6. Histogram tekstur lemak pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan.....	35
7. Histogram kecerahan warna lemak pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan	36
8. Histogram kadar asam lemak bebas pada berbagai kadar air dan lama penyimpanan	37
9. Grafik pola kristalisasi lemak kakao dengan kadar air awal 6%(A ₁).....	40
10. Grafik pola kristalisasi lemak kakao dengan kadar air awal 7%(A ₂).....	41
11. Grafik pola kristalisasi lemak kakao dengan kadar air awal 10%(A ₃).....	42

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
1. Kadar Air Biji Kakao	48
2. pH Biji Kakao.....	50
3. Kecerahan Warna Biji Kakao.....	52
4. Pertumbuhan Jamur.....	53
5. Tekstur Lemak.....	55
6. Kecerahan Warna Lemak.....	57
7. Asam Lemak Bebas.....	58
8. Delta Absorbansi Pola Kristalisasi.....	60
9. Uji Efektivitas.....	61

Dedy Jusuf Efendi, NIM 001710101046, Perubahan Sifat Fisiko Kimia Biji dan Lemak Kakao Lindak (*Theobroma cacao* L) dari Kebun Pancursari selama Penyimpanan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing: Ir. Hj. Siti Hartanti, MS (DPU); Ir. Djumarti (DPA I); Ir. Sulistyowati (DPA II).

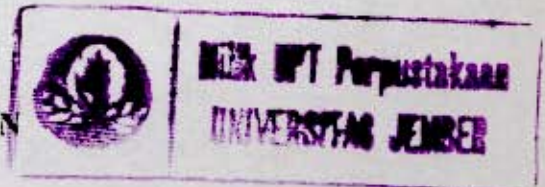
RINGKASAN

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang potensial sebagai sumber devisa di masa depan. Produksi kakao di Indonesia diperhitungkan mencapai 314 ribu ton rata-rata pertahun. Produksi kakao tersebut selama tahun 1999 sampai dengan 2002 terus meningkat. Penyimpanan kakao selama ini belum mendapat perhatian serius. Kakao selama penyimpanan mengalami perubahan baik mikrobiologi dan fisiko kimia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air awal dan lama penyimpanan terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao, serta mengetahui kadar air awal dan lama penyimpanan tertentu sehingga diperoleh biji dan lemak kakao dengan sifat fisiko kimia yang masih baik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor A adalah kadar air awal (6%;7%;10%) dan faktor B adalah lama penyimpanan (0; 2 dan 4 bulan). Parameter yang diamati meliputi kadar air biji, pH biji, kecerahan warna biji, pertumbuhan jamur, tekstur lemak, kecerahan warna lemak, asam lemak bebas. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan uji Duncan. Parameter pola kristalisasi dilakukan dengan metode deskriptif yaitu data yang diperoleh diinterpretasikan menjadi suatu bentuk grafik dan dilakukan pembahasan tentang grafik tersebut.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar air awal berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak meliputi kadar air biji, pertumbuhan jamur, tekstur lemak, asam lemak bebas dan kecerahan warna lemak. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak meliputi kadar air biji, pH biji, kecerahan warna biji, tekstur lemak dan asam lemak bebas. Kombinasi perlakuan berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak meliputi kadar air biji, pH biji, tekstur lemak dan asam lemak bebas. Pola kristalisasi disimpulkan bahwa waktu induksi semakin lambat dengan semakin lama penyimpanan terhadap kakao. Hasil penelitian diperoleh perlakuan yang terbaik adalah kombinasi perlakuan kadar air awal 7% dengan lama penyimpanan 2 bulan (A₂B₂) dengan kadar air 6,66%; pH biji 4,79; pertumbuhan jamur 10,48%; kecerahan warna biji 22,24; tekstur lemak 0,24 mm/detik/gram, kecerahan warna lemak 85,53 dan asam lemak bebas 0,55.



1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang potensial sebagai sumber devisa di masa depan. Produksi kakao yang terus meningkat secara tajam dalam sepuluh tahun terakhir ini belum diimbangi dengan penyiapan sarana pengolahan dan metode penyimpanan yang sesuai. Menurut Atmawinata dkk. (1998) hal tersebut menyebabkan mutu biji kakao rakyat secara umum masih dianggap rendah dan mendapat potongan harga di pasar ekspor sebesar kurang lebih US\$ 175/ton.

Kakao merupakan tanaman tahunan yang mulai berbuah pada umur 3-4 tahun setelah ditanam. Apabila pengelolaan tanaman kakao dilakukan secara tetap, maka masa produksinya dapat bertahan lebih dari 25 tahun. Penggunaan bibit tanaman kakao yang tidak unggul mengakibatkan pencapaian produktivitas dan mutu biji kakao rendah.

Produksi kakao di Indonesia diperhitungkan mencapai 314 ribu ton rata-rata pertahun. Produksi kakao Indonesia mencapai 410 ribu ton pada tahun 1999/2000. Produksi ini menyusut mencapai 385 ribu ton pada tahun 2000/2001, kemudian naik mencapai 450 ribu ton pada tahun 2001/2002 (Anonim, 2002).

Lemak kakao selain dibutuhkan dalam industri kosmetik dan obat-obatan, juga merupakan penyusun 30-40% berat coklat (*chocolate*). Dalam industri kosmetik dan farmasi lemak kakao digunakan secara luas dalam produk perawatan kulit, *bath oil*, *night cream*, lipstik dan *suppositories* (Shukla dan Kragballe, 1998). Dalam industri coklat, lemak kakao dicampur dengan massa kakao, gula dan bahan-bahan lainnya untuk dibuat menjadi cokelat (Powell, 1983).

Menurut Terink (1984) dalam Prawoto dan Karneni (1994) kurang lebih 50% dari produksi biji kakao dunia diserap oleh industri pengguna lemak kakao. Lemak kakao yang dibutuhkan oleh industri-industri umumnya memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi kualitasnya.

Lemak kakao dibutuhkan dalam industri karena sifat khasnya yaitu meleleh pada suhu tubuh manusia serta mempunyai cita rasa yang lezat. Menurut Chaiseri dan Dimick (1989) lemak kakao terdiri dari berbagai lipid sederhana dan kompleks. Variasi komponen dan komposisi lipid penyusun lemak kakao mempengaruhi sifat lemak kakao.

Proses kerusakan yang bersifat mikrobiologi dan fisiko kimia umumnya membutuhkan air, salah satu contoh adalah kerusakan citarasa. Jamur adalah penyebab kerusakan kedua setelah insekta atas bahan-bahan yang sebagian atau seluruhnya terdiri atas selulosa selama di gudang (Atmawinata, 1995).

Penyimpanan selama kurang dari 6 bulan di daerah tropis masih dapat mempertahankan batas mutu yang dapat ditolerir, tetapi lebih dari 6 bulan biasanya telah ditumbuhi jamur dan asam lemak bebas akan meningkat. Setiap 3 bulan harus dilakukan pemeriksaan untuk melihat ada tidaknya jamur atau hama yang menyerang biji kakao (Sunanto, 1992).

Lemak kakao tersimpan dalam struktur sel biji kakao. Penyimpanan biji kakao akan mempengaruhi sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao yang terdiri dari lipid sederhana dan kompleks yang akan mengalami reaksi kimia lebih lanjut. Kadar air dan lama penyimpanan biji kakao perlu diketahui agar didapat produk akhir biji kakao yang masih baik.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang timbul adalah belum diketahui pengaruh kadar air dan lama penyimpanan dari biji kakao kering jenis lindak dari kebun Pancursari, terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao sehingga diperoleh biji dan lemak kakao dengan sifat yang masih baik.

1.3 Batasan Masalah

Obyek yang diamati dalam penelitian ini adalah biji dan lemak kakao yang berasal dari Kebun Pancursari. Pengamatan sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao ini

dikhususkan mengenai kadar air biji, pH biji, kecerahan warna biji, pertumbuhan jamur pada biji, tekstur lemak, kecerahan warna lemak, asam lemak bebas dan pola kristalisasi lemak selama penyimpanan 0, 2 dan 4 bulan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar air dan lama penyimpanan biji kakao jenis lindak khususnya dari kebun Pancursari terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao.
2. Mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan antara variasi kadar air dan lama penyimpanan biji kakao tertentu sehingga diperoleh biji dan lemak kakao dengan sifat fisiko kimia yang masih baik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik dan diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan biji dan lemak kakao dari kebun Pancursari.
2. Memberi informasi bagi industri yang menggunakan lemak kakao sebagai bahan baku.



2.1 Tanaman Kakao

Menurut Ketaren (1986) tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) termasuk famili Sterculiaceae dan merupakan tanaman tahunan. Tanaman kakao terdiri dari dua tipe yang dibedakan berdasarkan warna bijinya. Biji kakao tidak berwarna atau putih termasuk grup Criollo, sedangkan biji berwarna ungu termasuk grup Forastero. Kedua tipe ini termasuk *Theobroma cacao* L.

Spesies tanaman kakao yang ada cukup banyak, pada umumnya dibagi dalam dua tipe besar yakni:

1. Criollo : a. Criollo Amerika Tengah.
b. Criollo Amerika Selatan.
2. Forastero : a. Forastero Amazone.
b. Trinitario (merupakan hibrid Criollo dan Forastero).

Berdasarkan bentuk buahnya, Trinitario dapat dibagi lagi dalam empat golongan bentuk buah, yakni: angelo, cundeamor, amelado dan calabacillo (Uruquhart).

Tabel 1. Karakteristik Criollo, Forastero dan Trinitario

Karakteristik	Criollo	Forastero	Trinitario
Kulit buah			
Tekstur	Lunak	Keras	Umumnya keras
Warna	Merah	Hijau	Beragam
Biji			
Rata-rata biji	20-30	30 atau lebih	30 atau lebih
Warna biji	Putih, gading atau ungu tua pucat	Pucat sampai ungu tua	Beragam, biji putih jarang ditemui

Sumber : Wood dan Lass (1989)

Trinitario merupakan hasil hibridisasi antara Criollo dan Forastero. Trinitario dalam satu buah memiliki kotiledon yang berwarna hampir putih penuh sampai ungu penuh. Karakteristik dari Criollo, Forastero dan Trinitario dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut Syamsulbahri (1996) ditinjau dari tempat tumbuh tanaman kakao, tanaman kakao tumbuh pada daerah-daerah yang berada pada 10° LU hingga 10° LS. Tanaman kakao dari daerah penyebarannya terdapat pada daerah antara 7° LU hingga 18° LS. Penyebaran tanaman kakao erat kaitannya dengan penyebaran curah hujan dan jumlah penyinaran matahari sepanjang tahun. Indonesia yang terletak antara 5° LU hingga 10° LS merupakan daerah pengembangan yang cocok untuk penanaman kakao.

Suhu ideal bagi penanaman kakao, untuk suhu maksimum berkisar antara $30-32^{\circ}$ C dan suhu minimum berkisar antara $18-21^{\circ}$ C. Penyebaran tanaman kakao ditinjau dari ketinggian tempat di Indonesia dapat tumbuh pada kisaran ketinggian antara 0 hingga 1000 m diatas permukaan laut. Begitu pula menurut Wood dan Lass (1989) suhu pertumbuhan tanaman kakao biasanya antara $30-32^{\circ}$ C dan suhu minimum berkisar antara $18-21^{\circ}$ C.

Unsur iklim yang juga berperan bagi penanaman kakao, terutama dalam mempengaruhi pertumbuhan daun adalah kelembaban nisbi yang berkisar antara 50-60%. Unsur yang lain yaitu intensitas sinar matahari, angin dan sifat fisik dan kimia tanah (Syamsulbahri, 1996).

2.2 Pengolahan Kakao

2.2.1 Pemanenan dan Pengupasan Buah

Buah kakao yang baik untuk dipanen adalah buah dengan kematangan optimal. Buah kemudian dipecah dan diambil bijinya untuk difermentasi. Menurut Syamsulbahri (1996) pemanenan buah kakao dapat dilaksanakan apabila buah kakao benar-benar telah masak. Buah yang masak dapat dilihat bila sudah terjadi perubahan warna kulit buah, yang semula berwarna merah atau hijau berubah warnanya menjadi jingga.

Menurut Wood dan Lass (1989) panen termasuk memetik buah dari pohon dan membuka untuk didapatkan biji basah. Buah masak ditandai perubahan warna dari hijau menjadi kuning jingga dan merah berubah menjadi jingga.

Sebelum biji mengalami fermentasi, biji dapat dilepaskan terlebih dahulu dari plasentanya. Pemisahan plasenta perlu dilakukan karena plasenta dianggap sebagai kotoran. Pemisahan plasenta berdasarkan beberapa hasil penelitian tidak mutlak mempengaruhi proses fermentasi (Nasution dkk, 1976).

2.2.2 Fermentasi

Proses fermentasi merupakan salah satu tahap pengolahan yang diperlukan untuk menghasilkan biji dengan *flavor* kakao yang diinginkan. Menurut Beckett (1988) pada dasarnya fermentasi dilakukan dengan menumpuk sejumlah biji. Pulp biji tersebut akan digunakan sebagai substrat oleh mikroorganisme dan menghasilkan panas yang akan meningkat suhu timbunan, hingga diperoleh biji dengan *flavor* yang baik.

Selama fermentasi terjadi perubahan pada pulp maupun biji. Reaksi yang terjadi merupakan gabungan reaksi enzimatik, fermentasi oleh yeast dan adanya pertumbuhan bakteri (Rohan, 1963). Komposisi pulp buah kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi pulp (% berat basah)

Air	84,5
Pentosa	2,7
Sukrosa	0,7
Glukosa, fruktosa	10,0
Protein	0,6
Asam	0,7
Garam inorganik	0,8
	<hr/>
	100,0

Sumber: Hardy (1960) dalam Wood dan Lass (1989)

Menurut Minifie (1982) serta Wood dan Lass (1989) kakao Forastero membutuhkan waktu fermentasi yang lebih lama daripada kakao Criollo. Pada hari pertama pulp biji akan hancur dan menghasilkan cairan (*sweating*) yang harus dibuang, bersamaan dengan itu terjadi kenaikan suhu. Pada awal fermentasi, yeast memecah hampir semua gula dalam pulp menjadi alkohol. Reaksi ini menghasilkan karbondioksida dalam jumlah besar. Bakteri asam laktat merubah glukosa menjadi asam laktat dan juga akan menghasilkan alkohol, asam laktat, asam asetat dan karbondioksida. Pada hari ketiga massa biji akan memiliki suhu kurang dari 45°C. Suhu ini akan bertahan, dan hari terakhir fermentasi suhu berkisar 50°C. Bakteri yang berperan berikutnya adalah bakteri asam asetat dikarenakan kondisi yang aerobik dan meningkatnya temperatur, kondisi ini akan memacu aktivitas bakteri asam asetat yang akan memecah alkohol menjadi asam asetat. Pengadukan selama fermentasi dilakukan untuk mengatur aerasi. Pengadukan juga berfungsi untuk menjamin biji yang terdapat dibagian luar timbunan memperoleh kondisi yang sama dengan biji yang terdapat di dalam timbunan.

Fermentasi dinyatakan telah selesai jika pulp mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji telah berwarna coklat, bau asam cuka jelas. Biji-biji kakao belum cukup terfermentasi jika warna pulp putih, kulit biji belum berwarna coklat dan baunya masih berbau alkohol (Syamsulbahri, 1996).

Menurut Nasution dkk (1976) serta Wood dan Lass (1989) tujuan utama pada biji saat mengalami fermentasi adalah matinya biji dan diikuti dengan sejumlah perubahan kimia yang penting untuk menimbulkan aroma *chocolate*. Perubahan kimia ini antara lain perubahan warna keping biji, meningkatkan aroma dan rasa, memperbaiki konsistensi keping biji kakao. Biji kakao kehilangan kemampuan berkecambah yang disebabkan oleh meningkatnya keasaman karena terbentuknya asam asetat, etanol juga oleh timbulnya panas. Proses fermentasi ini mempunyai tujuan lain adalah untuk melepaskan pulp dari keping biji, memperlonggar kulit biji, sehingga setelah proses pengeringan kulit biji mudah dilepaskan dari keping biji.

Perubahan kimiawi dan biologis yang terjadi selama proses fermentasi mengakibatkan pulp hancur dan mencair, biji mati dan enzim-enzim tertentu terbentuk. Enzim-enzim yang terbentuk memecahkan tanin dan beberapa zat perangsang lainnya sehingga mengurangi rasa pahit dan kelat pada kakao. Bentuk biji berubah menjadi menggembung apabila proses fermentasi berjalan dengan sempurna. Biji tersebut akan berbentuk pipih apabila proses fermentasi berjalan tidak sempurna. Keping biji yang berwarna putih maupun ungu berubah menjadi coklat dan apabila warna keping biji ungu kecoklatan, hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi belum selesai (Nasution dkk, 1976).

2.2.3 Pengeringan

Menurut Beckett (1988) biji yang telah difermentasi umumnya lebih bersih dari pulp. Biji tersebut memiliki kadar air yang tinggi dan lunak. Oleh karena itu diperlukan pengeringan. Pengeringan akan mengurangi kadar air biji dari 60% menjadi kira-kira 7%. Nasution dkk (1976) menyatakan pengolahan kakao diawali dengan fermentasi yang bertujuan untuk mematikan biji dilanjutkan dengan pengeringan sampai mencapai kadar air yang aman untuk disimpan yaitu 6-7%.

Wood dan Lass (1989) menyatakan kakao harus dikeringkan setelah fermentasi karena pengeringan bermanfaat untuk:

- a. Mengurangi kadar air biji sampai batas aman untuk penyimpanan dan distribusi.
- b. Memberi kesempatan berlanjutnya proses oksidasi sehingga akan mengurangi *bitterness* dan *astringency* dan mengembangkan warna coklat biji kakao sebagai hasil fermentasi sempurna.
- c. Menghindari aroma yang tidak diinginkan (*off-flavours*) karena kesalahan dalam proses pengeringan.
- d. Menghasilkan tekstur *crispy*.
- e. Mengurangi keasaman sehingga *flavor* coklat lebih dominan.

Menurut Syamsulbahri (1996) pengeringan diharapkan akan memisahkan antara biji dengan biji yang lainnya, dan hal ini akan menghindari kerusakan akibat penempelan antara biji. Selamat dkk (1990) menyatakan pengeringan dengan hembusan angin dan sinar matahari membuat biji berwarna coklat, berbau menyenangkan dan memiliki tekstur *crispy*. Pengeringan tersebut juga memberi efek kehilangan air dengan kecepatan konstan sehingga pada akhir pengeringan, air dan asam yang diuapkan telah mencukupi.

Berbagai cara pengeringan yang dilakukan terhadap kakao yang apabila dikelompokkan, dibedakan atas pengeringan secara alamiah (penjemuran) dan pengeringan secara buatan (*artificial drying*). Pengeringan dengan cara penjemuran dimungkinkan apabila curah hujan tidak terlalu sering dan lama penyinaran matahari cukup panjang dengan intensitas penyinaran yang tinggi. Kondisi pengeringan dengan penjemuran ini umum dilakukan di daerah-daerah penghasil kakao.

Pada beberapa negara penghasil kakao dengan kondisi curah hujan sangat besar dengan hari hujan yang cukup banyak, dalam keadaan demikian pengeringan dengan penjemuran tidak mungkin dilakukan. Keuntungan yang utama dari pengeringan buatan adalah pengurangan waktu dan luas tempat pengeringan (Nasution dkk, 1976).

2.3 Penyimpanan

2.3.1 Pengertian Gudang

Pengertian gudang dapat dikemukakan bahwa gudang tidak hanya terbatas pada wujud suatu bangunan yang dapat dipergunakan untuk menyimpan produk-produk pertanian yang biasanya tertutup rapat, melainkan pula meliputi setiap tempat yang dapat digunakan sebagai penyimpanan (Kartasapoetra, 1991).

Menurut Moore (1961) dalam Kartasapoetra (1991), gudang pada umumnya terbagi atas: gudang terbuka dan gudang tertutup. Pada gudang terbuka biasanya ditempatkan bahan-bahan yang baru diambil, guna melindunginya sebelum dilakukan proses pemilihan atau sebelum dilemparkan kepada para pedagang dan konsumen,

nilai dari bahan-bahan ini dapat dianggap masih dalam transisi untuk dipersiapkan agar dapat dimasukkan ke gudang tertutup.

Gudang tertutup adalah suatu tempat tertutup yang keadaan di dalamnya lebih terpelihara, bahan-bahan yang disimpan ini biasanya yang telah disortir dan memperoleh pengolahan-pengolahan seperti pengeringan, pembersihan dari berbagai kotoran dan biasanya ditempatkan lagi dalam tempat-tempat yang khusus (bakul, peti, karung dan sebagainya).

2.3.2 Tujuan penyimpanan

Menurut Imdad dan Nawangsih (1999) penyimpanan ditempuh untuk berbagai maksud dan tujuan antara lain:

a. Menunggu untuk dipasarkan.

Petani kebanyakan melakukan cocok tanam berupa tanaman yang tidak habis sekali petik. Agar dapat diperoleh jumlah hasil yang cukup banyak dan tidak rugi maka harus menunggu petikan berikutnya. Dalam menunggu jumlah hasil yang cukup untuk dipasarkan maka bahan harus disimpan.

b. Mendapatkan harga jual tinggi

Produk-produk pertanian tertentu dengan ketahanan simpan lama jika dijual bukan pada musim panen akan berharga relatif lebih mahal.

c. Persediaan konsumsi

Penyimpanan ditempuh karena kebutuhan akan pangan terus berlangsung, tetapi produksi hanya terbatas pada musim tertentu saja.

d. Keperluan benih

Umumnya para petani mengharapkan bahwa benih tersebut dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa banyak mengalami kerusakan, sehingga dapat dipergunakan sewaktu diperlukan.

e. Keadaan mendesak

Hasil pertanian perlu disimpan pada waktu yang memang memaksa, misalnya untuk hasil pertanian yang tidak laku dipasarkan atau adanya faktor lain sehingga bahan tidak dapat langsung diolah.

2.3.3 Persyaratan gudang

Kartasapoetra (1991) menyatakan unsur-unsur iklim mikro (iklim ruangan) yang sangat berpengaruh pada perkembangan hama gudang, yaitu: temperatur, kelembaban, cahaya dan aerasi. Unsur-unsur iklim ini dapat mengembangkan, melumpuhkan, menghambat perkembangbiakan dan memusnahkan.

Selain faktor iklim mikro yaitu aerasi, cahaya, kelembaban dan temperatur, sedangkan faktor lain yang juga berpengaruh yaitu penempatan dan pengaturan produk dalam ruangan penyimpanan. Menurut Kartasapoetra (1991) penempatan produk di dalam gudang secara teratur dalam keadaan ruangan yang bersih. Pengaturan dalam gudang mempunyai manfaat antara lain ruang dapat dimanfaatkan secara maksimal, menghindari jarak yang digunakan berlindung tikus, memudahkan fumigasi dan untuk jalan kontrol.

Menurut Imdad dan Nawangsih (1999) pengaturan tumpukan ditopang dengan kayu atau alat penumpu lainnya. Maksudnya untuk menghindari sentuhan langsung antara dasar tumpukan dengan lantai gudang yang dapat meningkatkan kelembaban bahan. Jika penyimpanan lama (6 bulan atau lebih) kemasan disimpan dengan sistem berkelompok dengan lainnya diberi jarak sebagai jalan kontrol, melancarkan sirkulasi udara dan mempermudah fumigasi.

2.3.4 Penyimpanan biji kakao

Menurut Sunanto (1992) setelah pengeringan biji kakao dibersihkan dari kotoran dengan cara ditampi, dan kemudian dimasukkan dalam karung goni. Tiap karung diisi 60 kg biji kakao kering. Karung goni yang berisi biji kakao disimpan dalam gudang yang bersih, kering dan ventilasinya baik.

Biji kakao tersebut sebaiknya segera dijual, dan jika mungkin penyimpanan di gudang tidak lebih dari enam bulan. Setiap tiga bulan harus dilakukan pemeriksaan untuk melihat ada tidaknya jamur atau hama yang menyerang biji kakao.

Susanto (1994) menyatakan sementara menunggu saat pemasaran, biji kakao disimpan untuk beberapa waktu, umumnya tidak lebih dari 3 bulan. Sementara menunggu saat pemasaran biji kakao dapat disimpan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan antara lain:

- a. Biji dikemas dalam wadah/karung goni yang bersih, kuat dan dijahit dengan rapi.
- b. Kadar air biji cukup rendah sekitar 6-7%.
- c. Tempat penyimpanan/ruang penyimpanan harus bersih, tidak lembab, ventilasi baik, dan tidak berbau kurang sedap.
- d. Alas gudang dilapisi kayu sehingga karung goni tidak menyentuh lantai semen, atau jarak dengan lantai ke kayu sekitar 10 cm.
- e. Kakao dapat menyerap bau di sekitarnya, maka tidak disimpan bersama-sama benda-benda lain yang berbau tajam.
- f. Untuk menjaga agar gudang tetap kering, maka dipasang lampu untuk menjaga kestabilan kelembaban (RH).

2.3.5 Perubahan biji kakao selama penyimpanan

Setelah mengalami proses pengolahan, kakao disimpan selama beberapa waktu untuk menunggu proses lebih lanjut. Selama tenggang waktu tersebut kakao akan mengalami kerusakan (Soesarsono, 1981). Menurut Hall (1970) perubahan-perubahan utama yang terjadi pada biji kakao selama penyimpanan adalah terjadinya kerusakan akibat serangan serangga, tungau, tikus, mikroorganisme, kesalahan penanganan sehingga mempengaruhi mutu dan menyebabkan ceceran, suhu dan kelembaban yang ekstrim, tempat yang buruk dan terjadinya perubahan-perubahan kimiawi dalam biji.

Sulistyowati (2000) menyatakan kadar air biji kakao merupakan faktor penting terjadinya pertumbuhan mikroorganisme. Kadar air biji kakao antara lain

dipengaruhi oleh kelembaban udara relatif (RH) lingkungannya. Selama penyimpanan pertumbuhan jamur akan semakin meningkat. Hubungan kadar air dengan perubahan biji dan kehidupan organisme perusak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan antara kadar air biji secara umum dengan perubahan biji dan kehidupan organisme perusak

Kadar air bahan	Perubahan biji
Diatas 45%	Terjadi proses perkecambahan biji di tempat penyimpanan. Kondisi ruang yang gelap akan memacu proses perkecambahan biji.
Antara 18-20%	Di dalam ruang penyimpanan akan timbul uap panas. Biji dapat berkecambah, tetapi cendawan dan bakteri yang terbawa akan berkembang subur dan merusak biji.
Antara 12-18%	Cendawan, bakteri dan serangga akan merusak biji dalam simpanan.
Antara 8-9%	Kehidupan serangga dan patogen gudang dapat dihambat.
Antara 4-8%	Keadaan aman untuk menyimpan biji.

Sumber: Neergard (1977) dalam Imdad dan Nawangsih (1999)

Muchtadi (1997) menyatakan bahwa kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) di sekitarnya. Bila suhu bahan lebih rendah atau dingin maka akan terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan. Menurut Taib (1987) suatu bahan berada dalam keadaan seimbang dengan kondisi sekelilingnya, bila laju kehilangan air dari bahan menuju kondisi sekelilingnya adalah sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya. Sedangkan menurut Hall (1970) bila tekanan uap air di udara lebih tinggi dibanding dengan di dalam biji, maka akan terjadi penyerapan uap air oleh biji. Sebaliknya bila tekanan uap air di udara lebih rendah daripada di dalam biji maka akan terjadi penguapan uap air dari dalam biji. Kadar air kesetimbangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar air kesetimbangan pada Biji Kakao

Kelembaban Relatif %	Kadar air %
65	6,35
71	7,15
75	7,45
81	8,65
84	9,30
90	12,65
98	17,60

Sumber: Oyeniran, 1979 dalam Wood dan Lass, 1985

Menurut Scott (1957) dalam Purnomo (1995) aktivitas air merupakan petunjuk akan adanya sejumlah air dalam bahan pangan yang dibutuhkan bagi pertumbuhan mikroorganisme. Aktivitas air ini juga erat kaitannya dengan adanya air dalam bahan. Purnomo (1995) menyatakan bahwa aktivitas air (A_w) merupakan parameter yang sangat berguna untuk menunjukkan kebutuhan air dengan mikroorganisme dan aktivitas enzim.

A_w merupakan faktor penentu pertumbuhan mikroorganisme. Bakteri tidak dapat tumbuh dibawah nilai A_w 0,91 dan kebanyakan jamur tidak dapat tumbuh dibawah nilai 0,81. Jamur xerofilik mempunyai kemampuan untuk tumbuh pada nilai A_w dibawah 0,71. Batas terendah bagi jamur adalah kisaran nilai A_w 0,70-0,75 (Scott dalam Purnomo, 1995).

Kadar air kritis untuk pertumbuhan jamur adalah 8%. Pada kadar air tersebut spora pada kulit ari akan berkembang hingga menjadi jamur internal bila kondisi lembab terus berkepanjangan. Jamur tertentu dapat menyerang pada kondisi kadar air yang lebih rendah yaitu kelompok *A. glaucus*. Kontaminasi jamur dapat terjadi pada saat prapanen, fermentasi pengeringan dan penyimpanan. Jamur yang mengkontaminasi biji kakao dapat membentuk mikotoksin. Jamur yang terdapat pada biji kakao diidentifikasi sebagai *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger* serta kelompok jamur lain. *Aspergillus flavus* memiliki ciri berbentuk miselia seperti kapas, berwarna hijau kekuningan atau biru jika dikenai sinar ultraviolet. Sedangkan *Aspergillus niger* memiliki ciri berbentuk miselia berwarna coklat tua atau hitam

(Sulistyowati, 2000). Ketaren (1986) menyatakan jamur yang mampu menghidrolisa lemak antara lain *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Monila*, *Oidium*, *Claudusp.rrium*.

Aktivitas kapang pada biji kakao akan mempengaruhi komponen perisa (*flavour*) kakao akibat perubahan kimiawi dalam biji. Laju perubahannya tergantung pada suhu dan kelembaban udara tempat penyimpanan (Hansen dkk, 1973).

Kakao bersifat asam sampai dengan derajat tertentu dan mengandung asam menguap dan tak menguap. Asam yang paling dominan adalah asam asetat, asam sitrat dan asam laktat. Asam sitrat pada biji basah sebesar 1-2% dan kurang lebih separuh berkurang selama fermentasi, tertinggal 0,5% dalam biji kering. Asam asetat dan laktat terbentuk selama fermentasi dan terdifusi kedalam biji. Keasaman kakao merupakan masalah yang kompleks dan belum sepenuhnya dimengerti. Yang diketahui adalah pengaruh dari kombinasi kedua jenis asam tersebut ataupun secara terpisah (Wood dan Lass, 1989).

Perubahan warna biji menjadi lebih gelap dapat terjadi selama penyimpanan. Wood dan Lass (1989) menyatakan terdapat perubahan warna biji selama penyimpanan, penelitian mengindikasikan awalnya sampel mengandung 50-70% antosianin, setelah penyimpanan 6 bulan jumlah tersebut berkurang menjadi setengah, selama penyimpanan antosianin akan berkurang menjadi 50%.

2.4 Lemak Kakao

Lemak kakao merupakan lemak alami yang diperoleh dari biji kakao. FDA mendefinisikan lemak kakao sebagai lemak yang dapat dimakan yang diperoleh dari biji *Theobroma cacao* L atau spesies yang sangat dekat, baik sebelum atau sesudah penyangraian.

Kadar lemak biji kakao kurang dari 55%. Lemak kakao tersimpan dalam struktur sel biji. Pengecilan dan pengepresan biji diperlukan untuk mendapatkan lemak kakao.

Menurut Ketaren (1986) kakao dipres dalam mesin pengepres sehingga lemak kakao akan keluar. Biasanya cairan kakao mengandung lebih dari 50% lemak kakao. Macam-macam metode ekstraksi lemak kakao yang dapat dilakukan dengan cara, antara lain:

a. Tekanan hidrolik

Sebanyak 90 % lemak dapat diekstrak dari bahan dan yang tertinggal pada mesin sekitar 6-8 % (Ketaren, 1986). Menurut Minifie (1982) pengepresan dengan menggunakan kempa hidrolik dilakukan pada nib yang telah diberi perlakuan pemanasan pendahuluan. Lemak dari pengepresan ini kemudian disaring sehingga diperoleh lemak bersih.

b. *Solvent extraction*

yaitu dengan cara penambahan pelarut organik sehingga hampir 99% minyak dapat diekstrak (Ketaren, 1986). Menurut Beckett (1988) dan Minifie (1982) ekstraksi ini dilakukan dengan cara penambahan pelarut organik sehingga hampir seluruhnya minyak dapat diekstrak. Ekstraksi dengan pelarut dilakukan pada biji utuh, nib, residu cake dari pengepresan maupun pada residu kakao. Ekstraksi dapat dilakukan secara *batch* maupun kontinu. Lemak dari proses ekstraksi ini kemudian dimurnikan dan dideodorisasi.

c. *Expeller*

Yaitu metode ekstraksi dengan cara pengepresan secara kontinu, akan menghasilkan minyak dengan rendeman sekitar 90-95% (Ketaren, 1986). Menurut Minifie (1982) pengepresan ini dilakukan pada nib maupun biji utuh. Bila bahan yang digunakan berupa biji utuh maka lemak yang diperoleh akan berbeda *flavournya* dengan yang diperoleh dari nib. *Flavour* lemak dari biji utuh lebih lembut dan berbau *floral*, dan lemak yang diekstrak ini juga memerlukan proses *refining*.

2.4.1 Komposisi Kimia Lemak Kakao

Menurut Prawoto (1989), kakao yang matang pada suhu lingkungan lebih tinggi mengandung asam lemak jenuh lebih banyak dan asam lemak tak jenuh lebih sedikit dibandingkan buah matang pada suhu lingkungan lebih rendah. Komposisi kimia lemak kakao dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi kimia lemak kakao

Bahan	Prosentase
Gliserida jenuh	2,6
Oleopalmitin	3,7
Oleopalmitostearin	57,0
Oleodistearin	22,2
Palmitodiolein	7,4
Stearodiolein	5,8
Triolein	1,1

Sumber : Rohan (1963) dalam Ketaren (1986).

Wood dan Lass (1989) menyatakan bahwa lemak kakao tersusun dari campuran trigliserida, yang tersusun dari gliserol dan tiga asam lemak. Lebih dari 70% trigliserida mengandung senyawa tak jenuh yaitu: oleodipalmitin (POP), oleodistearin (SOS) dan oleopalmitostearin (POS).

Wartini (1994) menyatakan karakteristik lemak kakao yang meliputi kadar asam lemak jenuh, bilangan penyabunan, bilangan iodin, kadar asam lemak bebas, angka peroksida dan titik cair dipengaruhi oleh jenis kakao (mulia atau lindak) dan golongan ukuran biji. Sedangkan Krischenbauer (1960) dalam Ketaren (1986) menyatakan asam lemak selalu menunjukkan kenaikan titik cair dengan semakin panjangnya rantai karbon. Asam lemak yang derajat ketidakjenuhannya semakin tinggi, mempunyai titik cair yang semakin rendah.

2.4.2 Sifat fisiko-kimia lemak kakao

Berdasarkan tekstur dan titik cairnya, lemak kakao dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu "*hard cocoa butter*" dan "*soft cocoa butter*". Jenis yang pertama

lebih disukai konsumen, dibanding jenis kedua, terutama oleh produsen "chocolate". Kekerasan lemak dipengaruhi oleh kondisi pengolahan, faktor genetik, kondisi iklim tempat tanaman tumbuh (Powell, 1983 dalam Chin dan Zainuddin, 1984).

Karakteristik minyak dan lemak tergantung dua faktor, yaitu:

- a Jumlah dan jenis lemak penyusunnya (Djarmiko dan Ketaren, 1980)
- b Terjadi degradasi trigliserida

Disamping kedua faktor tersebut, susunan radikal asam lemak molekul trigliserida dapat pula berpengaruh terhadap sifat-sifat lemak (Winarno, 1982).

Menurut Meyer (1980) trigliserida lemak kakao mempunyai susunan sebagai berikut: asam lemak jenuh-asam lemak tak jenuh-asam lemak jenuh. Konfigurasi yang demikian menyebabkan lemak kakao bersifat rapuh, cepat meleleh pada titik cair relatif rendah (30-40°C).

Tabel. 6 Sifat Fisiko-Kimia Lemak kakao

Karakteristik	Jumlah
Bilangan asam	1-4
Bilangan panyabunan	190-198
Bilangan iod	33-44
Bilangan reichert-Meissl	1
Bilangan polenske	0,2-0,5
Bilangan hidroksil	2-7
Indeks refraksi	1,456-1,458
Titik cair	32-35°C

Sumber: Ketaren (1986)

2.4.3 Sifat pembentukan kristal lemak

Menurut Chaiseri dan Dimick (1995^b) kristalisasi lemak kakao terjadi melalui beberapa tahap. Tahapan tersebut adalah:

1. Waktu induksi kristalisasi.
2. Kristalisasi primer yang dimulai dengan nukleasi primer diikuti dengan pertumbuhan kristal.

3. Kristalisasi sekunder yang dimulai dengan nukleasi sekunder diikuti dengan pertumbuhan kristal.

Pada sampel yang mengalami kristalisasi dengan sangat cepat, tahap kristalisasi primer dan sekunder sulit dibedakan. Namun berdasarkan perubahan absorbansi yang ditera dengan spektrofotometer diketahui bahwa tahap kristalisasi sekunder lebih cepat terjadi. Lemak kakao memiliki variasi kecepatan pepadatan dan transisi polimorfis.

Waktu induksi kristal dinyatakan sebagai waktu pada saat delta absorbansi sama dengan 0,02 dari sampel yang ditera setiap lima menit (Chaisari dan Dimick, 1995^a). Pada saat delta absorbansi 0,01 kristal lemak sudah terbentuk dengan ukuran seragam 5-10 μ m. Pada waktu induksi kristal, kristal yang sama jumlahnya meningkat dan disebut inti kristal. Inti kristal ini berbentuk turbular dan sedikit atau tidak bersifat *birefringent*. Bentuk turbular kemungkinan disebabkan oleh lipid polar (glikolipid, fosfolipid, lipoprotein) yang mengalami kokristalisasi dengan TAG (Chaisari dan Dimick, 1995^b).

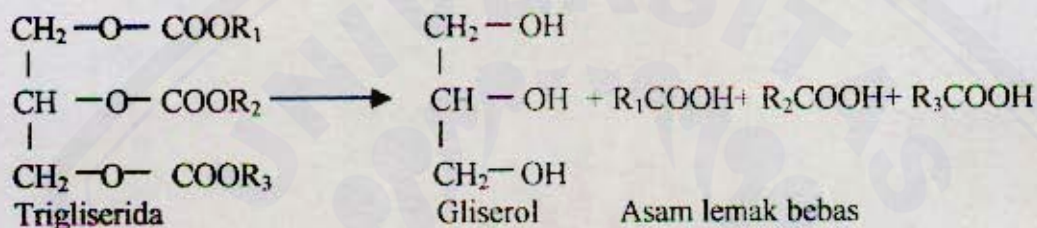
Perbedaan karakteristik lemak kakao dapat disebabkan oleh variasi komposisi lemak kakao. Perbedaan komposisi trigliserida menyebabkan perbedaan kekerasan lemak (Chaisari dan Dimick, 1989).

2.4.4 Perubahan Lemak Kakao selama Penyimpanan

Efek dari aktivitas kapang terhadap kerusakan asam lemak bebas dari biji kakao disebutkan bahwa 1,75% adalah batas maksimal dari asam lemak bebas lemak kakao. Nilai yang lebih tinggi lagi mengindikasikan hidrolisis trigliserida yang menghasilkan tekstur cenderung berkurang (kekerasan menurun) dari lemak kakao (Wood dan Lass, 1989). Menurut BSN kadar asam lemak bebas yang dihitung sebagai asam oleat maksimal sebesar 1,75% (BSN, 1995).

Menurut Ketaren (1986) asam lemak terbentuk karena proses oksidasi dan hidrolisa enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Dalam bahan pangan, asam

lemak dengan kadar yang terlalu besar akan mengakibatkan *flavor* yang tidak diinginkan. Asam lemak jenuh berantai pendek dihasilkan oleh hidrolisa lemak. Asam lemak tersebut mudah menguap dan berbau tidak enak, misalnya asam butirat, asam valerat, asam kaproat. Minyak nabati hasil ekstraksi dari biji-bijian atau buah yang disimpan 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. Mekanisme hidrolisa lemak dapat dilihat dibawah ini:

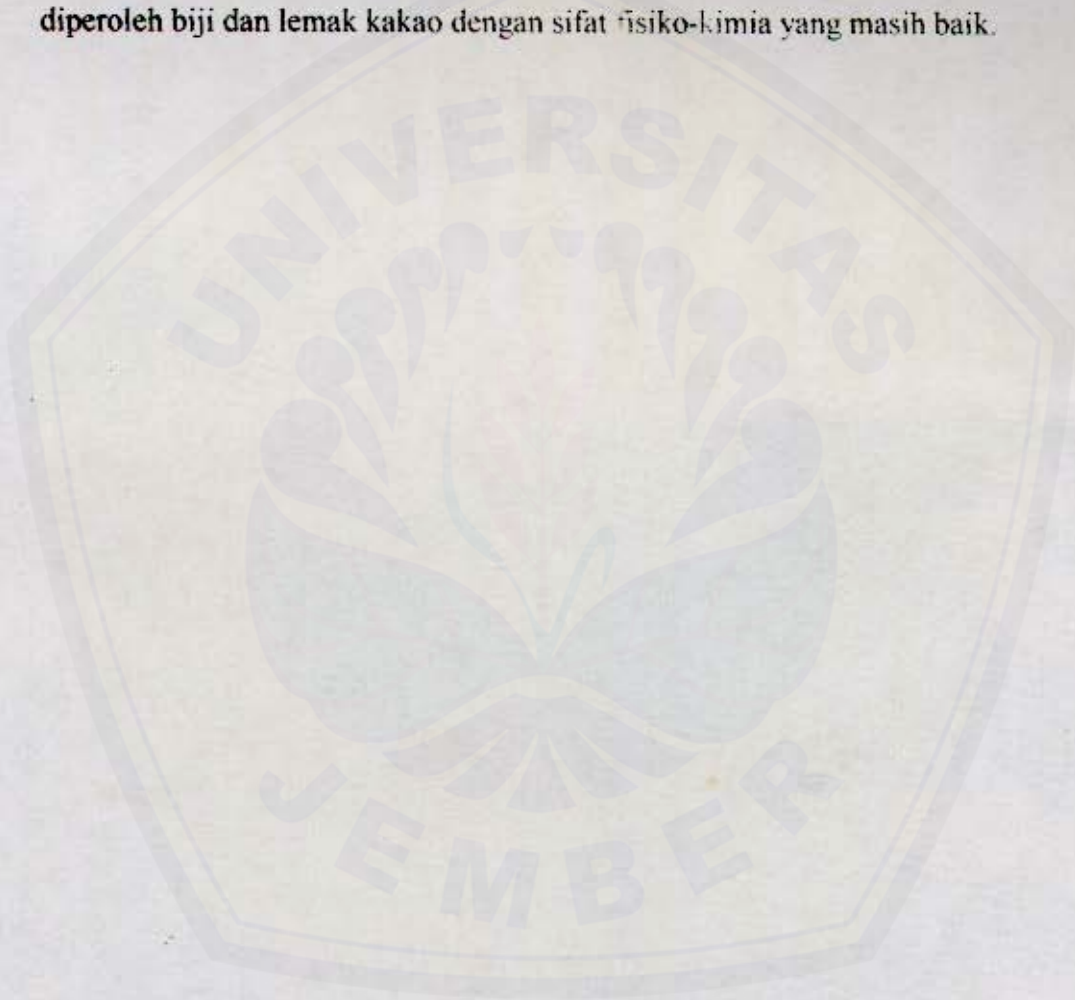


Djarmiko dan Widjaja (1985) menyatakan kadar asam lemak bebas merupakan tolok ukur kerusakan lemak karena terjadi proses hidrolisis yang akan menghasilkan gliserida, asam-asam lemak bebas dan asam-asam berantai pendek yang berbau tengik. Hidrolisis terjadi lebih cepat pada kadar air dan suhu tinggi serta kondisi asam. Menurut Ketaren (1986) asam lemak oleat selama penyimpanan mudah mengalami degradasi. Begitu pula menurut Anonim (1984) biji kakao yang disimpan terlalu lama pada kondisi lembab dapat mengalami kenaikan kandungan asam lemak bebas melebihi batas maksimal.

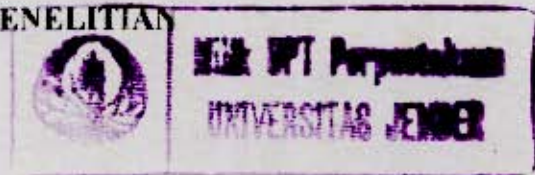
Warna lemak dapat berubah selama penyimpanan. Menurut Ketaren (1986) pigmen warna merah jingga atau kuning disebabkan oleh karotenoid yang bersifat larut dalam minyak. Karotenoid akan rusak jika teroksidasi selama pengolahan dan penyimpanan, maka warna kuning akan hilang. Warna gelap juga dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan. Oksidasi terhadap fraksi tidak tersabunkan dalam minyak terutama tokoferol menghasilkan warna kecoklatan.

2.5 Hipotesa

1. Lama penyimpanan biji kakao berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao.
2. Variasi kadar air awal biji kakao berpengaruh terhadap sifat fisiko biji dan kimia lemak kakao.
3. Kombinasi antara lama penyimpanan dan variasi kadar air awal biji kakao akan diperoleh biji dan lemak kakao dengan sifat fisiko-kimia yang masih baik.



III. METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

1. Biji kakao kering

Biji kakao yang digunakan adalah merupakan biji kakao lindak. Biji kakao kering ini diperoleh dari kebun Pancursari.

2. Bahan kimia yang digunakan antara lain sebagai berikut:

Aquadest; NaOH; Buffer pH 4,0 dan pH 7,0; Glucose; peptone; KH_2PO_4 ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Agar; Gliserol; Phenolptalein; Dicloran Chloramphenicol; Alkohol-eter, klorin.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan terdiri dari: blender, eksikator, oven, microwave, otoklaf, petridish, gelas ukur, beaker glass, neraca analitis, pipet volume, pH-meter, colour reader minolta CR-300, kempa hidraulik, sentrifuse, spektrofotometer Shimadzu UV-160 A, penetrometer, serangkaian alat kristalisasi lemak kakao.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

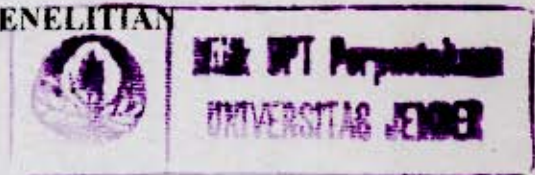
3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA UNEJ.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2003 sampai dengan bulan Maret 2004.

III. METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

1. Biji kakao kering

Biji kakao yang digunakan adalah merupakan biji kakao lindak. Biji kakao kering ini diperoleh dari kebun Pancursari.

2. Bahan kimia yang digunakan antara lain sebagai berikut:

Aquadest; NaOH; Buffer pH 4,0 dan pH 7,0; Glucose; peptone; KH_2PO_4 ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Agar; Gliserol; Phenolptalein; Dicloran Chloramphenicol; Alkohol-eter, klorin.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan terdiri dari: blender, eksikator, oven, microwave, otoklaf, petridish, gelas ukur, beaker glass, neraca analitis, pipet volume, pH-meter, colour reader minolta CR-300, kempa hidraulik, sentrifuse, spektrofotometer Shimadzu UV-160 A, penetrometer, serangkaian alat kristalisasi lemak kakao.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA UNEJ.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2003 sampai dengan bulan Maret 2004.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Faktor tersebut terdiri dari dua faktor dan diulang sebanyak tiga kali. Faktor-faktor dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Faktor A = variasi kadar air biji kakao

$$A_1 = 6\%$$

$$A_2 = 7\%$$

$$A_3 = 10\%$$

Faktor B = lama penyimpanan

$$B_1 = \text{tanpa penyimpanan}$$

$$B_2 = \text{penyimpanan dua bulan}$$

$$B_3 = \text{penyimpanan empat bulan}$$

Kombinasi perlakuan dari kedua faktor tersebut diatas dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kombinasi Perlakuan

A_1B_1	A_2B_1	A_3B_1
A_1B_2	A_2B_2	A_3B_2
A_1B_3	A_2B_3	A_3B_3

Model percobaan yang digunakan adalah model linier (Gaspersz, 1991).

Sedangkan model linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} = nilai pengamatan dari perlakuan ke-i faktor A dan perlakuan ke-j faktor B

μ = nilai tengah populasi (rata-rata sesungguhnya)

α_i = pengaruh aditif taraf ke-i faktor A

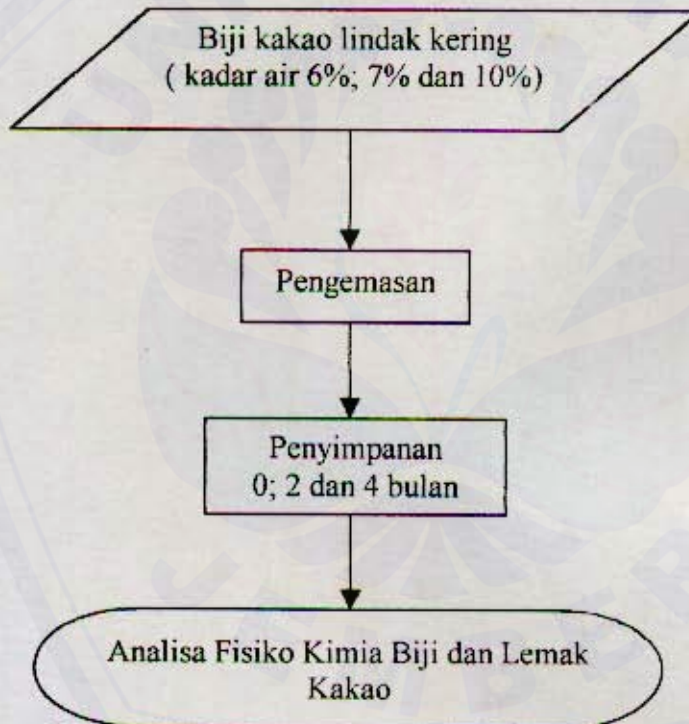
β_j = pengaruh aditif taraf ke-j faktor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

ϵ_{ijk} = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Dilakukan pengambilan contoh biji kakao berkadar air 6%; 7% dan 10%. Setiap perlakuan seberat 5 kg biji kakao kering jenis lindak dikemas dalam karung plastik baru, kemudian disimpan dengan perlakuan tanpa penyimpanan, penyimpanan dua bulan dan penyimpanan empat bulan. Pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

3.5 Parameter Pengamatan

1. Pengamatan terhadap biji meliputi : analisa kadar air, pH, kecerahan warna biji dan pertumbuhan jamur (uji belah dan penanaman dengan media DG-18).
2. Pengamatan terhadap lemak meliputi : tekstur, kecerahan warna lemak, asam lemak bebas dan pola kristalisasi.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengamatan biji kakao kering jenis lindak

a. Penentuan Kadar Air Biji Kakao (BSN, 2002)

Dilakukan penghalusan terhadap sejumlah biji kakao dengan blender sebanyak 30 gram, sebelumnya plate dioven selama 1 jam masukkan eksikator kemudian timbang beratnya. Sampel sebanyak 10 gram dimasukkan kedalam plate dan dioven selama 16 jam, dimasukkan eksikator dan ditimbang beratnya. Kadar air dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b - c}{b - a} \times 100 \%$$

dimana:

a = berat sampel

b = berat sampel dan plate sebelum dioven

c = berat sampel dan plate setelah dioven

b. pH Biji Kakao (BSN, 2002)

Dilakukan penghalusan dengan blender terhadap biji kakao sebanyak 25 gram yang sebelumnya dikupas terlebih dahulu, kemudian diambil sebanyak 10 gram dan dimasukkan beaker glass 100 ml ditambah 90 ml aquadest mendidih untuk selanjutnya distirer sampai dengan homogen. Sebelum diukur pH, larutan disaring terlebih dahulu.

c. Kecerahan Warna Biji Kakao (Fardiaz, 1992)

Sepuluh biji kakao lindak kering utuh dikupas dan dihaluskan dengan blender untuk selanjutnya diukur dengan *colour reader*, didapatkan nilai L yang menunjukkan kecerahan warna biji.

d. Pertumbuhan Jamur

1. Uji Belah (BSN, 2002)

Biji kakao lindak kering sebanyak 300 biji dibeiah dan diamati jamur yang terdapat pada biji.

2. Penanaman dengan Media DG-18 (Samson dkk, 1996)

Pencampuran Glucose 8 gram; peptone 4 gram; KH_2PO_4 0,8 gram; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,4 gram; Agar 16 gram; dan aquadest 800 ml sebagai bahan media. Bahan-bahan tersebut dimasukkan kedalam beaker glass 1000 ml dan di *microwave* sampai homogen dan ditambah gliserol 140 ml kemudian disterilkan dengan otoklaf, lalu ditambah Dicloran-chloramphenicol sebanyak 2 ml dan dituang ke petridish. Sebelum dilakukan inokulasi, biji kakao direndam dalam larutan klorin selama lima menit, kemudian bilas dengan aquadest steril dan setiap petridish sebanyak 7 buah biji diinokulasikan lalu simpan selama satu minggu.

3.6.2 Pengamatan terhadap Lemak Kakao

a. Ekstraksi Lemak dengan Metode Hidrolik (Ketaren, 1986)

Biji kakao kering sebanyak 2 kg dikupas dan dihaluskan selanjutnya dibungkus dengan kain saring kemudian dioven selama 1 jam dengan suhu 75°C . Tahap selanjutnya yaitu pengepresan dengan kempa hidrolik dan dihasilkan lemak kasar. Menurut Chaiser dan Dimick (1995) lemak kasar hasil ekstraksi harus dipisahkan kotoran dan air yang terikut agar dapat digunakan dalam analisa selanjutnya. Lemak kasar dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 110°C untuk selanjutnya dipisahkan antara kotoran dengan lemak menggunakan sentrifuse selama 20 menit.

b. Tekstur dengan Penetrometer (deman, 1997)

Sampel lemak dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 110°C , diambil sebanyak 60 ml sampel tuang ke wadah sampel. Selanjutnya dilakukan pengadukan sampai sampel berbentuk *slurry*. Lemak kemudian dituang ke wadah cetakan dan disimpan dalam refrigerator (suhu 4°C) selama 1 jam. Setelah itu lemak disimpan pada suhu $26-31^{\circ}\text{C}$ selama 1 minggu agar kristal yang terbentuk adalah kristal yang paling stabil. Lemak siap dianalisa tekstur dengan menggunakan Penetrometer.

c. Kecerahan Warna Lemak (Fardiaz, 1992)

Sampel lemak dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 110°C , diambil sebanyak 60 ml kemudian aduk sampai sampel berbentuk *slurry* kemudian sampel dituang ke wadah cetakan. Masukkan refrigerator selama 1 jam dengan suhu 4°C dan inkubasikan pada suhu $26-31^{\circ}\text{C}$ selama 1 minggu. Analisa dengan *colour reader*, didapatkan nilai L yang menunjukkan kecerahan warna lemak.

d. Asam Lemak Bebas Metode Titrasi (Sudarmadji dkk, 1997)

Lemak sebanyak 28,2 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambah 50 ml alkohol-eter, kemudian ditambah indikator PP sebanyak 2 ml dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu. Asam lemak bebas (%) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ ALB} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{Berat Contoh (gram)} \times 1000} \times 100 \%$$

e. Pola Kristalisasi (Chaiseri dan Dimick, 1995)

Sampel lemak dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 110°C , diambil sebanyak 60 ml sampel tuang ke wadah sampel dan atur agar suhu $26,5^{\circ}\text{C}$. Pada saat suhu tepat $26,5^{\circ}\text{C}$, ambil sampel dan diukur absorbansinya sebagai A_0 . Pengadukan dimulai

dengan kecepatan 50 rpm, untuk selanjutnya pengukuran sampel pada $\lambda = 500$ nm dilakukan setiap 5 menit. Waktu induksi kristal dinyatakan sebagai waktu dari A_0 sampai saat delta absorbansi sebesar 0,02.

3.7 Analisa data

Analisa data kadar air biji, pH biji, kecerahan warna biji, pertumbuhan jamur, tekstur lemak, kecerahan warna lemak dan asam lemak bebas yang didapat diolah dengan analisa varians. Kemudian perlakuan yang menunjukkan beda nyata diuji lebih lanjut dengan uji Duncan (Gasperz, 1991).

Data pola kristalisasi diolah dengan metode deskriptif dimana data yang diperoleh diinterpretasikan menjadi suatu bentuk grafik, kemudian dilakukan pembahasan tentang grafik tersebut (Suryabrata, 1989).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kadar air awal biji kakao berpengaruh sangat nyata terhadap sifat fisiko kimia biji meliputi kadar air biji, pertumbuhan jamur serta sifat fisiko kimia lemak meliputi tekstur lemak dan asam lemak bebas, sedangkan kecerahan warna lemak berpengaruh nyata.
2. Lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap sifat fisiko kimia biji meliputi kadar air biji, pH biji kakao, kecerahan warna biji serta sifat fisiko kimia lemak meliputi tekstur lemak dan asam lemak bebas.
3. Kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap sifat fisiko kimia biji meliputi kadar air biji, pH biji kakao serta sifat fisiko kimia lemak meliputi tekstur lemak dan asam lemak bebas.
4. Pola kristalisasi disimpulkan bahwa waktu induksi semakin lambat dengan semakin lama penyimpanan terhadap kakao.
5. Kombinasi perlakuan menghasilkan lemak kakao yang masih baik adalah kadar air awal 7% dengan lama penyimpanan 2 bulan (A₂B₂) dengan kadar air 6,66%; pH biji kakao 4,79; pertumbuhan jamur 10,48%; kecerahan warna biji 22,24; tekstur lemak 0,24 mm/detik/gram; kecerahan warna lemak 85,53 dan asam lemak bebas 0,55.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi kondisi penyimpanan, sehingga diketahui pengaruh terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Adomoko, D. 1973. *Physiology and Biochemistry in Cacao Annual Report 1973-1974*. Ghana. Cacao Research Institute.
- Anonim. 1984. *Cocoa Beans Quality Requirements*. London. The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance.
- Anonim. 2002. *ICCO Quaterly Buletthin of Cocoa Statistics*. Vol.XXVIII. No.2.
- Atmawinata, O. 1995. Kadar Air yang Aman bagi Penyimpanan Biji Kopi. *Pelita Perkebunan* 11(1): 38-44. Jember. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Atmawinata, O; Mulato S; Widyatomo S. dan Yusianto. 1998. *Teknik Pengolahan Biji Kakao Segar Secara mekanis untuk mempersingkat waktu Fermentasi dan Menurunkan Kemasaman Biji*. Pelita Perkebunan. Jember. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Beckett, S.T. 1988. *Industrial Chocolate Manufactured and Use*. London. Blackie and Son Ltd.
- BSN. 1995. Lemak Kakao. SNI 01-3748
- BSN. 2002. *Biji Kakao*. SNI 01-2323.
- Chaesari, S dan P.S. Dimick.1989. *Lipid and Hardness Characteristics of Cocoa Butters from diffrent Geographic Regions*. J Am. Oil Chem. Soc.66:1771-1776.
- Chaiseri, S dan P.S. Dimick. 1995^a. *Dynamic Crystallization of Cocoa Butters : I Characterization of Simple Lipids in Rapid and Slow Nucleating Cocoa Butter and Their Seed Crystals*. J. Am. Oil Chem. Soc. 72:1491-1496.
- Chaiseri, S dan P.S. Dimick. 1995^b. *Dynamic Crystallization of Cocoa Butters : II Morphological, Thermal and Chemical Characteristics During Crystal Growth*. J. Am. Oil Chem. Soc. 72:1497-1504.
- Chin, A.H.G dan Nushirwan Zainudin. 1984. *Characteristic of Malaysian Cocoa Butter*. Serdang-Selangor. Food Technology Division. MARDI.
- Dand, R. 1993. *The International Cocoa Trade*. England Wood Head Publishing Ltd.
- deman, J.M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung. Penerbit ITB.

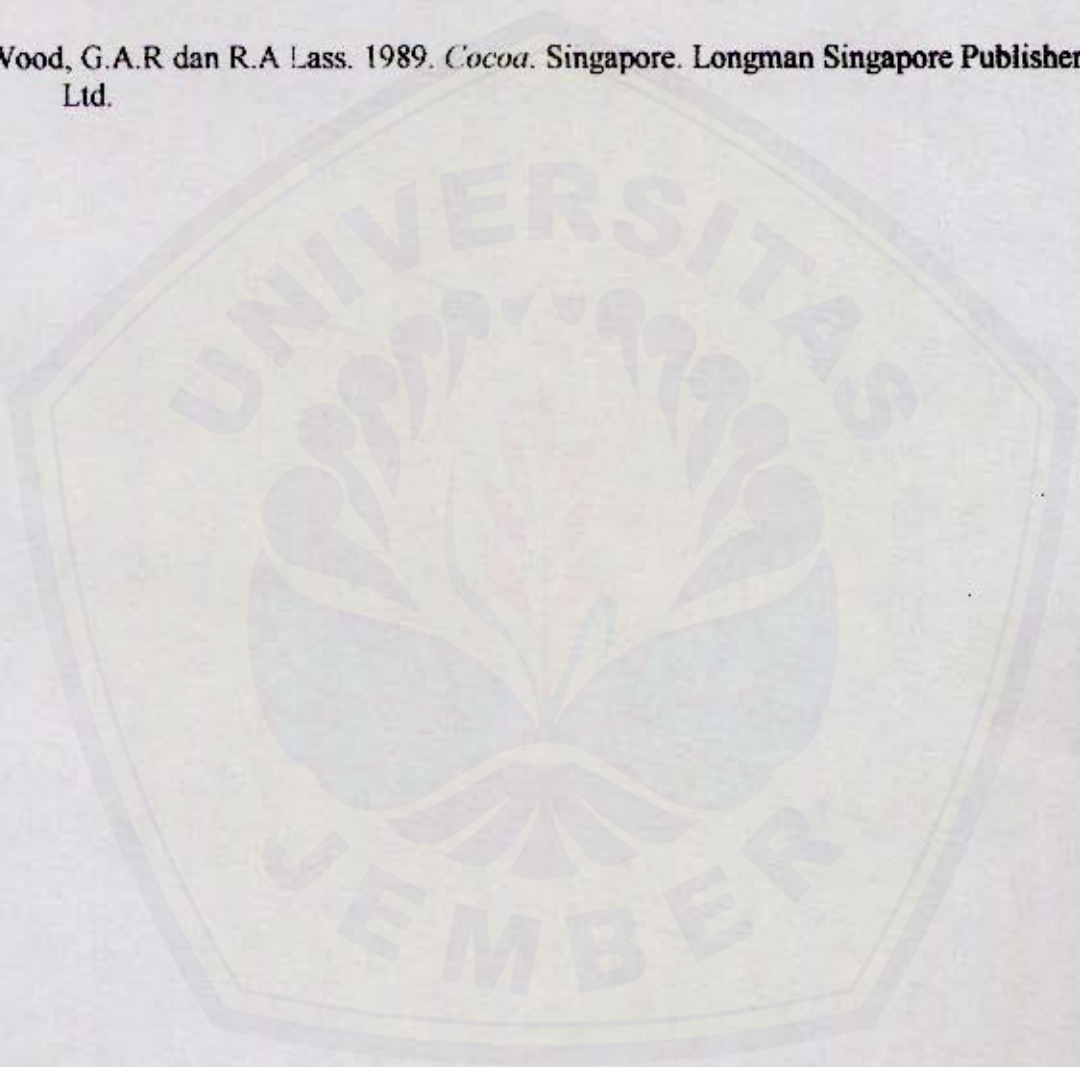
- Djarmiko, B dan A.P. Widjaja. 1985. *Teknologi Minyak dan Lemak I*. Bogor. Agro Industri Press.
- Djarmiko, B dan S. Ketaren. 1980. *Kerusakan Lemak Pangan*. Bogor. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. FTP. IPB.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, Vincent. 1991. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi*. Bandung. Armico.
- Hall, D.W. 1970. *Handling and Storage of Food Grains in Tropical Areas*. Rome. FAO.
- Hansen, A.P; R.E Welty and R. Shen. 1973. *Free Fatty Acid Contents of Cocoa Beans Infected with Storage Fungi*. J. Agr. Fd. Chem.
- Imdad, H.P. dan A.A Nawangsih. 1999. *Menyimpan Bahan Pangan*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Kartasapoetra, A.G.1991. *Hama Hasil Tanaman dalam Gudang*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta. UI-Press.
- Meyer, L.H. 1980. *Food Chemistry*. New York. Reinhold Publishing Corporation.
- Minifie, B.W. 1982. *Chocolate, Cocoa and Confectionary, Science and Technology*. 2nd Edition. Westport. AVI Publishing Inc.
- Muchtadi, T.R. 1997. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Bogor. IPB.
- Nasution; Z.W. Ciptadi dan B.S Laksmi. 1976. *Pengolahan Coklat*. Bogor. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Powell, B.B. 1983. *A View from the IOCC on Cocoa Beans Desired by Manufacturers*. Medan. The Second National Cocoa Conference.
- Prawoto, A.A dan I.A Karneni. 1994. *Pengaruh Tinggi Tempat Penanaman Kakao terhadap Kadar Lemak dan Komposisi Asam Lemak*. Pelita Perkebunan 10:65-72. Jember. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

- Prawoto, AA.1989. *Komposisi Asam Lemak pada Lemak Kakao dan Beberapa Faktor yang Mempengaruhinya*. Pelita Perkebunan. Jember. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Purnomo, H. 1995. *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. Jakarta. UI-Press
- Roġan, T.A. 1963. *Processing of raw Cocoa for the Market*. Rome. Food and Agriculture.
- Samson, R.A; E.S Hoekstra; J.C Frisvad dan O. Fittenborg. 1996. *Introduction to Food-Borne Fungi*. The Netherlands. Centraalbureau Vor Schimmel Cultures.
- Selamat J; J Thien and T.N. Yap. 1990. *Efect of Drying on Acidity and Volatile Fatty Acid Content of Cocoa Beans*. J. Sci Food Agric. 65:67-75.
- Shukla, V.K.S dan K. Kragballe.1998. *Exotic Butters as Cosmetic Lipids*. INFORM 9:512-516
- Soesarsono. 1981. *Teknis Pengolahan dan Penyimpanan Bahan Hasil Pertanian*. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Sudarmadji, S; Bambang Haryono dan Suhardi. 1997. *Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi ke-4. Yogyakarta. Liberty.
- Sulistyowati. 2000. *Kontaminasi Jamur pada Biji Kakao: Pengaruhnya terhadap Mutu dan Metode Penentuannya*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol.16 no.1. Jember. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat, Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta. Kanisius.
- Suryabrata. 1989. *Metodologi Penelitian*. Jakarta. Rajawali Press.
- Susanto, F.X. 1994. *Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil*. Yogyakarta. Kanisius.
- Syamsulbahri. 1996. *Bercocoktanam Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Taib. 1987. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta. PT. Melton Mitra.

Wartini, N.M. 1994. *Karakteristik Lemak kakao dari berbagai jenis mutu Biji Kakao Kering*. Yogyakarta. UGM.

Winarno, F.G. 1982. *Kimia Pangan*. Bogor. Puslitbangtepa-Food Teach Development Centre IPB.

Wood, G.A.R dan R.A Lass. 1989. *Cocoa*. Singapore. Longman Singapore Publishers Ltd.



Lampiran 1.

Parameter : Kadar Air Biji Kakao

Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	6.28700	6.20020	6.40490	18.89210	6.29737
A ₁ B ₂	6.70180	6.85450	6.39790	19.95420	6.65140
A ₁ B ₃	6.88580	7.54120	7.34960	21.77660	7.25887
A ₂ B ₁	7.90510	7.92790	7.79690	23.62990	7.87663
A ₂ B ₂	7.14470	6.33920	6.50850	19.99240	6.66413
A ₂ B ₃	7.47440	7.28850	7.86760	22.63050	7.54350
A ₃ B ₁	10.40580	10.97230	10.36900	31.74710	10.58237
A ₃ B ₂	7.19340	6.82440	7.82440	21.84220	7.28073
A ₃ B ₃	8.18710	8.11270	8.02560	24.32540	8.10847
Jumlah	68.18510	68.06090	68.54440		
Rata-rata	7.57612	7.56232	7.61604	204.79040	7.58483

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	18.89210	19.95420	21.77660	60.62290	6.73588
9%	23.62990	19.99240	22.63050	66.25280	7.36142
11%	31.74710	21.84220	24.32540	77.91470	8.65719
Jumlah	74.26910	61.78880	68.73250		
Rata-rata	8.25212	6.86542	7.63694		

Analisa Sidik Keragaman Kadar air

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Kelompok	2	0,01401	0,00701	0,06831 ^{ns}	3,63	6,23
Perlakuan	8	38,76462	4,84558	47,24746 ^{**}	2,59	3,89
A	2	17,28526	8,64263	84,27113 ^{**}	3,63	6,23
B	2	8,68988	4,34494	42,36593 ^{**}	3,63	6,23
A x B	4	12,78948	3,19737	31,17639 ^{**}	3,01	4,77
Galat	16	1,64092	0,10256			
Total	26	40,41955				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Hasil uji Duncan

Perlakuan	Rerata	Notasi
A ₁ B ₁	6.30	a
A ₁ B ₂	6.65	a
A ₁ B ₃	7.26	bc
A ₂ B ₁	7.88	def
A ₂ B ₂	6.66	ab
A ₂ B ₃	7.54	cdz
A ₃ B ₁	10.58	g
A ₃ B ₂	7.28	cd
A ₃ B ₃	8.11	ef

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5%

Lampiran 2.**Parameter : pH Biji Kakao****Data Pengamatan**

Periakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	4.81000	4.77000	4.80500	14.38500	4.79500
A ₁ B ₂	4.70500	4.75000	4.79000	14.24500	4.74833
A ₁ B ₃	4.61500	4.61000	4.73500	13.96000	4.65333
A ₂ B ₁	4.76500	4.73000	4.72000	14.21500	4.73833
A ₂ B ₂	4.75000	4.81000	4.82500	14.38500	4.79500
A ₂ B ₃	4.89000	4.68000	4.83000	14.40000	4.80000
A ₃ B ₁	4.53500	4.42000	4.52000	13.47500	4.49167
A ₃ B ₂	4.83000	4.82500	4.79000	14.44500	4.81500
A ₃ B ₃	4.94500	4.89000	4.89000	14.72500	4.90833
Jumlah	42.84500	42.48500	42.90500		
Rata-rata	4.76056	4.72056	4.76722	128.23500	4.74944

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	14.38500	14.24500	13.96000	42.59000	4.73222
9%	14.21500	14.38500	14.40000	43.00000	4.77778
11%	13.47500	14.44500	14.72500	42.64500	4.73833
Jumlah	42.07500	43.07500	43.08500		
Rata-rata	4.67500	4.78611	4.78722		

Analisa Sidik Keragaman pH

Sidik Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,01147	0,00573	2,20690 ^{ns}	3,63	6,23
Perlakuan	8	0,33618	0,04202	16,17562 ^{**}	2,59	3,89
A	2	0,01101	0,00550	2,11815 ^{ns}	3,63	6,23
B	2	0,07482	0,03741	14,40043 ^{**}	3,63	6,23
A x B	4	0,25036	0,06259	24,09195 ^{**}	3,01	4,77
Galat	16	0,04157	0,00260			
Total	26	0,38922				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

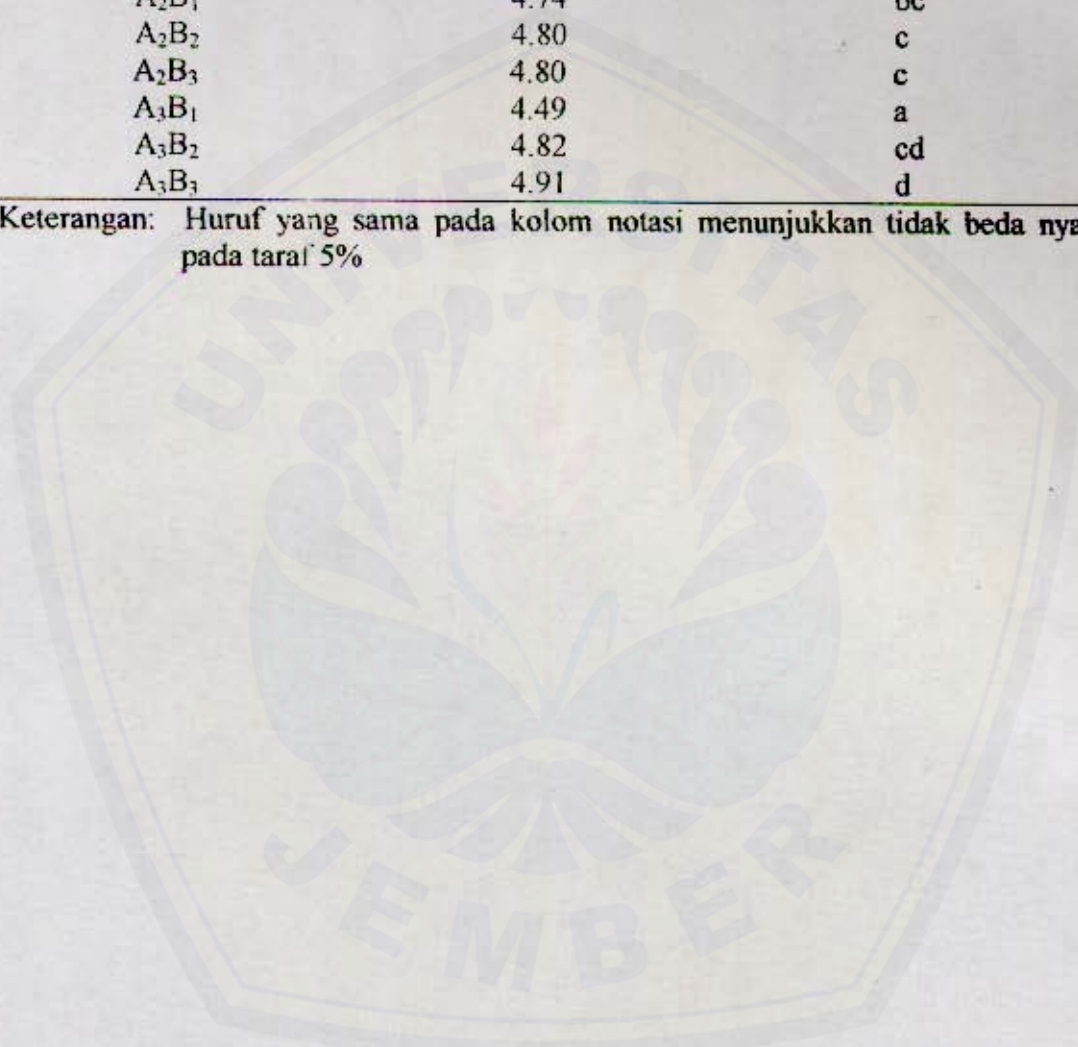
* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Hasil uji Duncan pH biji kakao

Perlakuan	Rerata	Notasi
A ₁ B ₁	4.80	c
A ₁ B ₂	4.75	bc
A ₁ B ₃	4.65	b
A ₂ B ₁	4.74	bc
A ₂ B ₂	4.80	c
A ₂ B ₃	4.80	c
A ₃ B ₁	4.49	a
A ₃ B ₂	4.82	cd
A ₃ B ₃	4.91	d

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5%



Lampiran 3.

Parameter: Kecerahan warna biji kakao

Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	34.73000	41.20000	41.74500	117.67500	39.22500
A ₁ B ₂	24.05500	26.26000	25.50500	75.82000	25.27333
A ₁ B ₃	17.99500	19.57000	15.98500	53.55000	17.85000
A ₂ B ₁	40.80500	46.04500	45.72500	132.57500	44.19167
A ₂ B ₂	19.10000	26.27500	21.35000	66.72500	22.24167
A ₂ B ₃	15.44000	25.61500	16.99500	58.05000	19.35000
A ₃ B ₁	48.93500	44.85000	47.29000	141.07500	47.02500
A ₃ B ₂	28.22500	23.75300	25.89500	77.87300	25.95767
A ₃ B ₃	18.85500	18.86500	17.60500	55.32500	18.44167
Jumlah	248.14000	272.43300	258.09500	778.66800	28.83956
Rata-rata	27.57111	30.27033	28.67722		

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	117.67500	75.82000	53.55000	247.04500	27.44944
9%	132.57500	66.72500	58.05000	257.35000	28.59444
11%	141.07500	77.87300	55.32500	274.27300	30.47478
Jumlah	391.32500	220.41800	166.92500		
Rata-rata	43.48056	24.49089	18.54722		

Analisa Sidik Keragaman Kecerahan Warna Biji

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	33,14186	16,57093	2,03855 ^{ns}	3,63	6,23
Perlakuan	8	3173,24584	396,65573	48,79650 ^{**}	2,59	3,89
A	2	41,99796	20,99898	2,58329 ^{ns}	3,63	6,23
B	2	3052,81717	1526,40859	187,77844 ^{**}	3,63	6,23
A x B	4	78,43070	19,60768	2,41213 ^{ns}	3,01	4,77
Galat	16	130,06039	8,12877			
Total	26	3336,44809				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Lampiran 4.**Parameter : Pertumbuhan jamur****Metode : Uji belah****Data Pengamatan**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A ₁ B ₁	0.0	0.0	0.0
A ₁ B ₂	0.0	0.0	0.0
A ₁ B ₃	0.0	0.0	0.0
A ₂ B ₁	0.0	0.0	0.0
A ₂ B ₂	0.0	0.0	0.0
A ₂ B ₃	0.0	0.0	0.0
A ₃ B ₁	0.0	0.0	0.0
A ₃ B ₂	0.0	0.0	0.0
A ₃ B ₃	0.0	0.0	0.0

Metode: Penanaman dengan media DG-18**Data Pengamatan**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	35.714	28.570	20.000	84.284	28.09467
A ₁ B ₂	15.714	34.286	17.143	67.143	22.38100
A ₁ B ₃	20.000	25.714	15.714	61.428	20.47600
A ₂ B ₁	12.857	14.286	7.143	34.286	11.42867
A ₂ B ₂	15.714	8.571	7.143	31.428	10.47600
A ₂ B ₃	14.286	8.571	17.143	40.000	13.33333
A ₃ B ₁	25.714	18.571	25.714	69.999	23.33300
A ₃ B ₂	11.429	8.571	12.857	32.857	10.95233
A ₃ B ₃	17.143	20.000	20.000	57.143	19.04767
Jumlah	168.571	167.140	142.857	478.568	17.72474
Rata-rata	18.73011	18.57111	15.87300		

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	84.2840	67.1430	61.4280	212.85500	23.65056
9%	34.2860	31.4280	40.0000	105.71400	11.74600
11%	69.9990	32.8570	57.1430	159.99900	17.77767
Jumlah	188.5690	131.4280	158.5710		
Rata-rata	20.952111	14.603111	17.619000		

Analisa Sidik Keragaman Penanaman dengan Media DG-18

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	46.40451	23.20225	0.74369 ^{ns}	3.63	6.23
Perlakuan	8	981.96900	122.74612	3.93430 ^{**}	2.59	3.89
A	2	637.77081	318.88540	10.22103 ^{**}	3.63	6.23
B	2	181.54505	90.77252	2.90947 ^{ns}	3.63	6.23
A x B	4	162.65314	40.66328	1.30335 ^{ns}	3.01	4.77
Galat	16	499.18298	31.19894			
Total	26	1527.55648				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Lampiran 5.**Parameter: Tekstur lemak****Data Pengamatan**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	0.0963	0.0963	0.0960	0.2886	0.0962
A ₁ B ₂	0.2408	0.2400	0.2400	0.7208	0.2403
A ₁ B ₃	0.2880	0.2400	0.2880	0.8160	0.2720
A ₂ B ₁	0.1920	0.1920	0.1920	0.5760	0.1920
A ₂ B ₂	0.2408	0.2400	0.2400	0.7208	0.2403
A ₂ B ₃	0.2880	0.2890	0.3360	0.9130	0.3043
A ₃ B ₁	0.2890	0.2890	0.2890	0.8670	0.2890
A ₃ B ₂	0.3840	0.3360	0.3372	1.0572	0.3524
A ₃ B ₃	0.4335	0.3853	0.4350	1.2538	0.4179
Jumlah	2.4524	2.3076	2.4532	7.2132	0.2672
Rata-rata	0.2725	0.2564	0.2726		

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	0.2886	0.7208	0.8160	1.8254	0.2028
9%	0.5760	0.7208	0.9130	2.2098	0.2455
11%	0.8670	1.0572	1.2538	3.1780	0.3531
Jumlah	1.7316	2.4988	2.9828		
Rata-rata	0.1924	0.2776	0.3314		

Analisa Sidik Keragaman Tekstur Lemak

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.00156	0.0008	2.7298 ^{ns}	3.6337	6.2263
Perlakuan	8	0.20461	0.0256	89.4097 ^{**}	2.5911	3.8896
A	2	0.10795	0.0540	188.6890 ^{**}	3.6337	6.2263
B	2	0.08846	0.0442	154.6148 ^{**}	3.6337	6.2263
A x B	4	0.00820	0.0021	7.1675 ^{**}	3.0069	4.7726
Galat	16	0.00458	0.0003			
Total	26	0.21075				

Keterangan

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Hasil uji Duncan tekstur lemak kakao

Perlakuan	Rerata	Notasi
A ₁ B ₁	0.10	a
A ₁ B ₂	0.24	c
A ₁ B ₃	0.27	cd
A ₂ B ₁	0.19	b
A ₂ B ₂	0.24	c
A ₂ B ₃	0.30	d
A ₃ B ₁	0.29	d
A ₃ B ₂	0.35	e
A ₃ B ₃	0.42	f

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5%

Lampiran 6.

Parameter :kecerahan warna Lemak
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2			
A ₁ B ₁	85.58000	83.38000	85.32000	254.2800	84.76000
A ₁ B ₂	85.27000	84.35000	84.90000	254.5200	84.84000
A ₁ B ₃	80.91000	83.79000	83.58000	248.2800	82.76000
A ₂ B ₁	83.93000	84.60000	84.55000	253.0800	84.36000
A ₂ B ₂	85.68000	85.88000	85.02000	256.5800	85.52667
A ₂ B ₃	84.05000	85.33000	85.96000	255.3400	85.11333
A ₃ B ₁	85.63000	85.49000	86.15000	257.2700	85.75667
A ₃ B ₂	85.58000	84.83000	85.01000	255.4200	85.14000
A ₃ B ₃	84.84000	84.37000	84.82000	254.0300	84.67667
Jumlah	761.47000	762.02000	765.31000	2288.800	84.77037
Rata-rata	84.60778	84.66889	85.03444		

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	254.28000	254.52000	248.28000	757.08000	84.12000
9%	253.08000	256.58000	255.34000	765.00000	85.00000
11%	257.27000	255.42000	254.03000	766.72000	85.19111
Jumlah	764.63000	766.52000	757.65000		
Rata-rata	84.95889	85.16889	84.18333		

Analisa Sidik Keragaman Kecerahan Warna Lemak

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.95823	0.47911	0.71082 ^{ns}	3.63	6.23
Perlakuan	8	18.06823	2.25853	3.35080 [*]	2.59	3.89
A	2	5.87461	2.93730	4.35784 [*]	3.63	6.23
B	2	4.85072	2.42536	3.59831 ^{ns}	3.63	6.23
A x B	4	7.34290	1.83573	2.72352 ^{ns}	3.01	4.77
Galat	16	10.78444	0.67403			
Total	26	29.81090				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Lampiran 7.

Parameter : asam lemak bebas

Data pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	0.48510	0.54450	0.50490	1.53450	0.51150
A ₁ B ₂	0.70290	0.72270	0.71280	2.13840	0.71280
A ₁ B ₃	0.79200	0.87120	0.83160	2.49480	0.83160
A ₂ B ₁	0.49500	0.57420	0.51480	1.58400	0.52800
A ₂ B ₂	0.58410	0.51480	0.55440	1.65330	0.55110
A ₂ B ₃	0.73260	0.79200	0.77220	2.29680	0.76560
A ₃ B ₁	0.63360	0.61380	0.62370	1.87110	0.62370
A ₃ B ₂	0.68310	0.60390	0.59400	1.88100	0.62700
A ₃ B ₃	0.74250	0.76230	0.79200	2.29680	0.76560
Jumlah	5.85090	5.99940	5.90040		
Rata-rata	0.65010	0.66660	0.65560	17.75070	0.65743

Tabel 2 Arah A x B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	1.53450	2.13840	2.49480	6.16770	0.68530
9%	1.58400	1.65330	2.29680	5.53410	0.61490
11%	1.87110	1.88100	2.29680	6.04890	0.67210
Jumlah	4.98960	5.67270	7.08840		
Rata-rata	0.55440	0.63030	0.78760		

Analisa Sidik Keragaman Asam Lemak Bebas

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.00127	0.00064	0.57283 ^{ns}	3.63	6.23
Perlakuan	8	0.32466	0.04058	36.59493 ^{**}	2.59	3.89
A	2	0.02521	0.01260	11.36498 ^{**}	3.63	6.23
B	2	0.25466	0.12733	114.81833 ^{**}	3.63	6.23
A x B	4	0.04479	0.01120	10.09820 ^{**}	3.01	4.77
Galat	16	0.01774	0.00111			
Total	26	0.34367				

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

* Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Hasil uji Duncan asam lemak bebas

Perlakuan	Rerata	Notasi
A ₁ B ₁	0,5115	a
A ₁ B ₂	0,528	c
A ₁ B ₃	0,5511	d
A ₂ B ₁	0,6237	a
A ₂ B ₂	0,627	a
A ₂ B ₃	0,7128	c
A ₃ B ₁	0,7656	b
A ₃ B ₂	0,7656	b
A ₃ B ₃	0,8316	c

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5%

Lampiran 8.

60

Delta Absorbansi Pola Kristalisasi

menit	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	A_3B_1	A_3B_2	A_3B_3
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,026	0,006	0,018	0,057	0,005	0,030	0,04	0,022	0,002
10	0,032	0,013	0,017	0,023	0,006	0,047	0,026	0,017	0,002
15	0,077	0,028	0,020	0,035	0,008	0,031	0,02	0,030	0,005
20	0,079	0,019	0,023	0,026	0,014	0,030	0,022	0,045	0,013
25	0,044	0,014	0,029	0,043	0,011	0,041	0,021	0,044	0,035
30	0,048	0,118	0,032	0,047	0,020	0,041	0,04	0,154	0,215
35	0,051	0,562	0,110	0,062	0,048	0,044	0,02	0,793	1,050
40	0,061	1,372	0,300	0,048	0,356	0,070	0,05	1,747	1,645
45	0,114	1,577	0,679	0,039	0,615	0,059	0,218	1,856	1,709
50	0,154	1,793	0,969	0,075	1,800	0,082	1,216	2,240	1,756
55	0,354	2,767	1,365	0,328	2,100	0,169	1,753	2,332	1,797
60	1,106	2,767	1,570	1,244	2,279	0,406	1,799	1,842	1,804
65	1,746		1,717	1,695	2,320	0,741	2,354	1,804	1,826
70	1,746		1,747	1,760	2,320	1,168	2,354	1,826	2,286
75	1,837		1,744	2,354		1,669			
80	2,288		1,731						
85	2,288		1,740						
90	2,288		1,825						
95			2,205						

Lampiran 9.

Data Pengamatan

Parameter	Data tertinggi	Data terendah	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃
Asam Lemak Bebas	0.83	0.51	0.51	0.71	0.83	0.53	0.55	0.77	0.62	0.63	0.77
Tekstur lemak	0.42	0.10	0.10	0.24	0.27	0.19	0.24	0.30	0.29	0.35	0.42
Kontaminasi jamur	28.09	10.48	28.09	22.38	20.48	11.43	10.48	13.33	23.33	10.95	19.05
pH	4.91	4.49	4.80	4.75	4.65	4.74	4.80	4.80	4.49	4.82	4.91
Kadar air	10.58	6.30	6.30	6.65	7.26	7.88	6.66	7.54	10.58	7.28	8.11
Kecerahan warna lemak	85.76	82.76	84.76	84.84	82.76	84.36	85.53	85.11	85.76	85.14	84.68
Kecerahan warna biji	47.03	17.85	39.23	25.27	17.85	44.19	22.24	19.35	47.03	25.96	18.44

Uji Efektifitas

Nilai hasil perlakuan

Parameter	Bobot variabel	Bobot normal	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃
Asam Lemak Bebas	1.0	0.17	0.00	0.11	0.17	0.01	0.02	0.14	0.06	0.06	0.14
Tekstur lemak	1.0	0.17	0.00	0.08	0.09	0.05	0.08	0.10	0.10	0.14	0.17
Kontaminasi jamur	0.9	0.15	0.17	0.12	0.10	0.01	0.00	0.03	0.12	0.005	0.08
pH	0.8	0.14	0.12	0.10	0.07	0.10	0.12	0.13	0.00	0.13	0.17
Kadar air	0.8	0.14	0.00	0.01	0.04	0.06	0.02	0.05	0.17	0.04	0.07
Kecerahan warna lemak	0.7	0.12	0.11	0.12	0.00	0.09	0.14	0.13	0.17	0.14	0.11
Kecerahan warna biji	0.7	0.12	0.12	0.04	0.00	0.15	0.03	0.01	0.17	0.05	0.003
Total	5.9		0.52	0.58	0.47	0.47	0.41	0.59	0.79	0.57	0.74

