

**KAJIAN SIFAT FISIKO-KIMIA BJI DAN LEMAK  
KAKAO LINDAK KERING DARI KEBUN  
SUNGAILEMBU 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 :

Luluk Setyaning Wijayanti

NIM : 001710101010

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

2004

DOSEN PEMBIMBING:

*Ir. Hj. Siti Hartanti, MS (DPU)*

*Ir. Djumarti (DPA I)*

*Ir. Sulistyowati (DPA II)*

# MOTTO

*".....Allah meninggikan orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan, beberapa derajat....."*  
(Al Mujaadalah : 11)

*Hanya dia yang memahami kesucianlah yang mengetahui bahwa gambaran Tuhan muncul dalam hati*  
(Diwan-i Syams-I Tabriz)

*Dunia yang paling dekat dengan kamu, yaitu dunia pandangan, pikiran dan hati kamu*  
(BS & DD)

*Kekuatan cinta bisa merubah segalanya  
Marah, benci dan dendam terhapus olehnya*  
(Akoé...)

## PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum wr wb

Karya Ilmiah Tertulis (KIT) ini kupersembahkan untuk yang selalu dihatiku :

- ✿ Allah SWT.
- ✿ Bapak dan Ibuku tercinta, perjuangan dan pengorbanan kalianlah yang telah menjadikan aku seperti saat ini. Nasihat kalian telah menuntunku ke jalan yang mesti kutempuh.
- ✿ Mas Bayu dan Mbak Anis, Thank's atas segala nasihat dan dukungannya.
- ✿ My Little Brother, Gun yang selalu memberiku saran, teman curhatku yang setia dan kau telah mengajarku makna hidup. I Love U so much, always.
- ✿ Faiq, keponakanku yang lucu dan nakal yang selalu bisa menghiburku saat sedih.
- ✿ Yang selalu kucinta (HJ), engkau adalah inspirasi dan motivasiku dalam segala hal. Karenamulah semua bisa kulakukan.....
- ✿ Almamaterku.

**Special thank's to :**

- Keluarga besar *Martoprayitno* yang telah mengisi hari-hariku sejak aku ada di dunia ini, kalian begitu berarti bagiku.
- Sobat-sobatku chayank; **Holif, Irsyad, Zaenab** dan **Jen** kalian sahabat terbaik yang akan selalu kumiliki.
- Keluarga keduaku "cewe' 77 C", Mami 'Yens' yang telah mengajarku banyak hal (thank's, kau telah menjadi mbak yang tak pernah kumiliki), *Windy* (saudaraku yang selalu setia), *Nisa* yang 'kartun banget', *Ari'* dan *Icha* yang kadang membuatku jengkel. Tanpa kalian, semua ini takkan berarti apapun.....Kebersamaan kalian membuatku mengerti arti kasih sayang.
- Kakak\*\* chayank; **Suhe, Jepang** dan **Suto** yang telah meluangkan waktu mendengar semua keluh kesahku, kalian juga mengajarku hal\*\* berarti 'n satu lagi yang suka usil "Rico", kenapa sich...??? Tapi kalian semua kakak terbaik yang pernah mengisi hari\*\*ku.
- **Pak agus, Pak Dari' dan Pak Bunawi** (orangtua keduaku), nasihat 'n semua yang telah kalian berikan begitu berarti, **Mba' Ninik K** dan **Mba' Ninik P** yang telah banyak membantu penelitianku, tanpa kalian Puslit terasa seeee...piiii.....
- Teman\*\*ku; **Ika, Somad, Reza, Culy 'n Qq, Aan "Smith", Adi "Diva", Agus 'n Tri, Wina, Nisa, Lusi "Si Bigos"** dan semua teman\*\* THP '00, thank's atas segala dukungan dan kebersamaan kalian selama ini.
- Mas\*\* **OSAKA Comp**; Mas Ebid, Mas ipin, Mas Hamid, Mas Arman dan semua yang membantuku mengetik laporan ini, thank's ya....tanpa kalian apa jadinya skripsiku??????
- TEP '00 "Deri, Edo dan Tegil" kalian begitu baik padaku, kapan kita bisa kumpul\*\* lagi?

*Love HJ '04*

Diterima Oleh :

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (SKRIPSI)

Dipertanggungjawabkan pada :

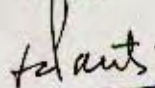
Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juni 2004

Tempat : Ruang Ujian

Tim Penguji

Ketua



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

Anggota I



Ir. Dumarti

NIP. 130 875 932

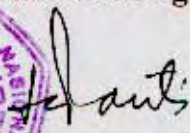
Anggota II



Ir. Sulistyowati

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) dengan judul "**Kajian Sifat Fisiko-Kimia Biji dan Lemak Kakao Lindak Kering dari Kebun Sungailumbu 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. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

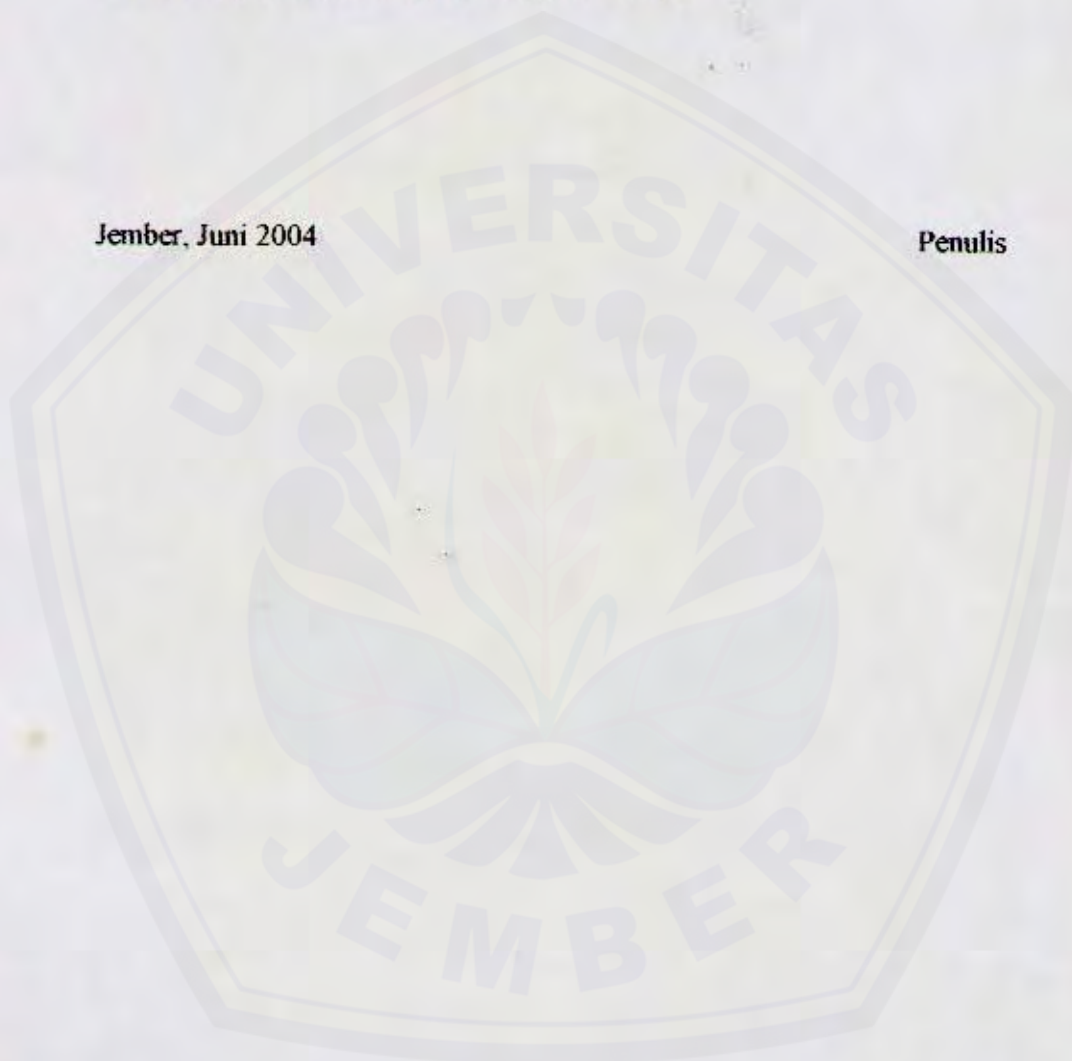
1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Utama, atas bimbingan dan pengarahannya.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
3. Ibu Ir. Djumarti selaku Dosen Pembimbing Anggota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

9. Staf Pengajaran dan Karyawan di FTP.
10. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberikan tanggapan, saran dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Jember, Juni 2004

Penulis





**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Klasifikasi Tanaman Kakao.....	5
2.2 Komposisi Kimia Biji Kakao .....	7
2.3 Pengolahan Kakao.....	8
2.3.1 Pengupasan Buah .....	8
2.3.2 Fermentasi.....	8
2.3.3 Pengeringan.....	10
2.3.4 Penyimpanan .....	11
2.4 Perubahan Biji Selama Penyimpanan.....	13

2.5 Lemak Kakao .....	16
2.6 Sifat Fisiko-Kimia Lemak Kakao .....	17
2.7 Perubahan Lemak Selama Penyimpanan .....	20
2.8 Hipotesa .....	22

### III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat .....	23
3.1.1 Bahan Penelitian .....	23
3.1.2 Alat penelitian .....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	23
3.3 Metode Penelitian .....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.5 Prosedur Pengamatan .....	25
3.5.1 Pengamatan terhadap Biji Kakao Lindak Kering .....	25
3.5.2 Pengamatan terhadap Lemak Kakao .....	27
3.6 Analisa Data .....	28

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Biji Kakao .....	29
4.2 Nilai pH Biji Kakao .....	31
4.3 Kecerahan Warna Biji Kakao .....	32
4.4 Kontaminasi Jamur .....	34
4.4.1 Penentuan dengan Uji Belah ( <i>Cut Test</i> ) .....	34
4.4.2 Penentuan Kontaminasi Jamur dengan Penanaman .....	35
4.5 Kecerahan Warna Lemak .....	37
4.6 Tekstur Lemak Kakao .....	39
4.7 Pola Kristalisasi Lemak Kakao .....	40
4.8 Kadar Asam Lemak Bebas .....	46

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	50
<b>LAMPIRAN</b> .....	54



## DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Komposisi Kimia Biji Kakao Afrika Barat yang Belum Difermentasi .....	7
2. Komposisi Pulp (% Berat Basah).....	9
3. Komposisi Lemak Kakao .....	18
4. Hasil Analisa Sidik Ragam Kadar Air Biji Kakao.....	29
5. Hasil Analisa Sidik Ragam Nilai pH Biji Kakao.....	31
6. Uji Beda pH Biji Kakao Selama Penyimpanan .....	31
7. Hasil Analisa Sidik Ragam Kecerahan Warna Biji Kakao .....	33
8. Uji Beda Kecerahan Warna Biji Kakao Selama Penyimpanan....	33
9. Hasil Analisa Sidik Ragam Pertumbuhan Jamur.....	35
10. Uji Beda Kontaminasi Jamur pada Biji Kakao dengan Variasi Kadar air.....	36
11. Uji Beda Kontaminasi Jamur pada Biji Kakao Selama Penyimpanan .....	36
12. Hasil Analisa Sidik Ragam Kecerahan Warna Lemak Kakao .....	38
13. Hasil Analisa Sidik Ragam Tekstur Lemak Kakao.....	39
14. Waktu Induksi dan Total Waktu Kristalisasi Lemak Kakao Berdasarkan Lama Penyimpanan dengan Variasi Kadar Air.....	45
15. Waktu Induksi dan Total Waktu Kristalisasi Lemak Kakao .....	46
16. Hasil Analisa Sidik Ragam Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)...	47

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	25
2. Histogram Kombinasi Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Air Biji .....	30
3. Histogram Kombinasi Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Nilai pH Biji Kakao .....	32
4. Histogram Kombinasi Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Kecerahan Warna Biji Kakao .....	34
5. Histogram Kombinasi Kadar air dan Lama Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Jamur .....	36
6. Histogram Kombinasi Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Kecerahan Warna Lemak Kakao .....	38
7. Histogram Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Tekstur Lemak Kakao .....	40
8. Grafik Pola Kristalisasi Lemak Kakao Tanpa penyimpanan .....	42
9. Grafik Pola Kristalisasi Lemak Kakao dengan Penyimpanan 2 Bulan .....	43
10. Grafik Pola Kristalisasi Lemak kakao dengan Penyimpanan 4 Bulan .....	44
11. Histogram Kombinasi Kadar Air dan Lama Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
1. Kadar Air.....	54
2. Derajat Keasaman (pH) Biji Kakao.....	55
3. Kecerahan Warna Biji Kakao.....	56
4. Kontaminasi Jamur.....	57
5. Kecerahan Warna Lemak Kakao.....	58
6. Tekstur Lemak Kakao.....	60
7. Delta Absorbansi Pola Kristalisasi.....	61
8. Asam Lemak Bebas.....	64

**Luluk Setyaning Wijayanti, NIM 001710101010, Kajian Sifat Fisiko-Kimia Biji dan Lemak Kakao dari Kebun Sungailembu 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

Biji kakao merupakan hasil tanaman perkebunan yang sangat digemari oleh penduduk dunia karena dapat dipergunakan sebagai makanan dan juga sebagai minuman dengan rasa dan aroma yang khas. Kakao diperoleh dari tanaman *Theobroma cacao L.* Produksi kakao di Indonesia diperhitungkan 314 ribu ton rata-rata per tahun. Secara garis besar Indonesia menghasilkan dua jenis kakao, yaitu kakao lindak dan kakao mulia, dimana produk olahan biji kakao kering ini banyak digunakan untuk pabrik makanan cokelat dalam bentuk bubuk, pasta lemak kakao dan sebagainya.

Sebelum biji kakao lindak kering dikirim ke industri, biasanya disimpan dalam gudang sampai tiba waktu untuk diolah. Kadar air biji kakao harus disesuaikan dengan syarat penyimpanan agar tidak mudah rusak, karena merupakan faktor penentu kerusakan biji kakao kering selama penyimpanan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai berbagai variasi kadar air terhadap perubahan-perubahan sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao selama penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar air dan lama penyimpanan terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao lindak kering dari Kebun Sungailembu, sehingga dapat diperoleh biji dan lemak yang masih baik selama penyimpanan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor A adalah variasi kadar air (5%, 9%, 10%) dan faktor B adalah lama

penyimpanan (0 bulan, 2 bulan, 4 bulan). Parameter yang diamati meliputi kadar air, derajat keasaman (pH), kecerahan warna biji, pertumbuhan jamur, kecerahan warna lemak, tekstur, pola kristalisasi dan asam lemak bebas (ALB). Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan uji Duncan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air awal berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji (kadar air dan pertumbuhan jamur) dan lemak (tekstur, asam lemak bebas dan pola kristalisasi). Lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji (kadar air, nilai pH dan kecerahan warna) dan lemak (tekstur dan pola kristalisasi). Interaksi antara air awal dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji yaitu kadar air dan lemak (tekstur, asam lemak bebas dan pola kristalisasi). Perlakuan yang paling baik adalah perlakuan A2B2, yaitu perlakuan dengan kadar air awal 9% dan lama penyimpanan 2 bulan.



### 1.1 Latar Belakang

Kakao diperoleh dari tanaman *Theobroma cacao L.* yang sangat digemari oleh penduduk dunia karena dapat dipergunakan sebagai makanan dan juga sebagai minuman dengan rasa dan aroma yang khas. Tanaman kakao berasal dari hutan tropis Amazon dimana tanaman tersebut tumbuh rindang pada kelembaban tinggi, tetapi beberapa varietas berasal dari Meksiko sampai Peru.

Menurut Soeriapoetra (1974), tanaman kakao mulai masuk Indonesia pada tahun 1560 yang pada saat itu dibawa oleh bangsa Spanyol melalui Filipina. Akan tetapi secara komersial budidaya tanaman ini baru diusahakan pada tahun 1880, terutama di Pulau Jawa.

Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ketiga setelah pantai Gading dan Ghana. Ekspor kakao Indonesia mencapai 230.000 ton per tahun dan 70% berasal dari kawasan timur Indonesia. Produksi kakao makin meningkat ini ditunjukkan data sebagai berikut, yaitu luas perkebunan yang makin meningkat pada tahun 1986 mencapai 98.115 ha yang terdiri atas 58.584 ha perkebunan rakyat, 29.994 ha perkebunan negara dan 9.537 ha perkebunan swasta dengan produksi total mencapai 98.115 ton. Pada tahun 1990, luas areal kakao meningkat menjadi 318.939 ha, 62% diantaranya merupakan perkebunan rakyat, 13% perkebunan negara dan sisanya perkebunan swasta. Produksi total kakao pun meningkat menjadi 112.260 ton pada tahun yang sama (Anonim, 1984).

Produksi kakao di Indonesia diperhitungkan 314 ribu ton rata-rata per tahun. 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).

Secara garis besar Indonesia menghasilkan dua jenis kakao, yaitu kakao mulia (*fine and flavour cocoa*) dan kakao lindak (*bulk cocoa*). Kakao mulia sampai saat ini hanya diproduksi di Jawa Timur, yaitu oleh kebun milik PTPN XII dengan luas areal sekitar 13.000 ha. Kakao lindak mulai dikembangkan pada pertengahan tahun 1970-an, dan sampai sekarang arealnya sudah menyebar

hampir diseluruh propinsi. Luas areal kakao lindak mencapai hampir 582.944 ha. Sekitar 40,2% dari luas areal tersebut merupakan tanaman muda. Peran kakao dalam pengembangan perekonomian rakyat di kawasan timur Indonesia sangat besar. Oleh karena itu, upaya pemantapan kakao rakyat perlu dilaksanakan secara terus-menerus (Atmawinata dan Mawardi, 1998).

Produk olahan biji kakao kering digunakan untuk pabrik makanan cokelat serta ekspor dalam bentuk lemak kakao, bubuk kakao, pasta kakao dan sebagainya. Ekspor biji kakao tertuju lebih dari 25 negara dengan pasar utama Amerika Serikat, serta beberapa pasar di Eropa dan Singapura.

Lemak kakao merupakan komponen biji kakao yang paling berharga. Menurut Terink (1984) dalam Prawoto dan Karnaeni (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 penting yang mempengaruhi kualitasnya. Namun di Indonesia, kakao paling banyak diekspor dalam bentuk biji kering dan merupakan 78,3% dari total nilai ekspor produk kakao. Lemak kakao hanya menempati tempat kedua dengan sumbangan sebesar 19,9%, sedangkan ketiga dan keempat adalah bubuk kakao dan pasta kakao.

Kecilnya nilai ekspor lemak kakao di Indonesia dibandingkan dengan bahan mentahnya disebabkan oleh beberapa kendala. Kendala-kendala tersebut antara lain kurang efisiennya pabrik yang ada karena keterbatasan alat yang digunakan, kurang diutamakannya kualitas biji kering untuk produk olahan sehingga mutu produk yang dihasilkan jelek, serta sistem penjualan yang masih dianggap lebih menguntungkan bila menjual dalam bentuk biji kering.

Dewasa ini, lemak kakao digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai jenis industri, baik industri pangan maupun industri non pangan antara lain industri kembang gula (*confectionery*) dan industri kosmetik (sabun toilet, pelembab kulit, bath oil, night cream, lipstick dan suppositorias (Peterson dan Johnson, 1974). Selain dibutuhkan dalam industri kosmetik dan obat-obatan, lemak kakao juga merupakan 30-40% penyusun berat makanan cokelat (Shukla dan Kragballe, 1998).

Lemak kakao dibutuhkan dalam beberapa industri cokelat karena sifat khasnya yaitu bersifat keras pada suhu kamar dan suhu badan yaitu 35 – 38 °C dan bersifat meleleh. Industri cokelat sangat membutuhkan lemak kakao yang bersifat *hard butter*, karena lebih tahan terhadap suhu panas selama musim panas serta dapat dijual ke daerah tropis (Chin dan Zaenuddin, 1984 dalam Prawoto dan Karnaeni, 1994).

Lemak kakao terdiri dari berbagai lipid sederhana dan kompleks. Variasi komponen dan komposisi lipid penyusun lemak kakao turut mempengaruhi sifat fisik lemak kakao (Chaiseri dan Dimick, 1989). Oleh karena itu hal ini juga akan mempengaruhi produk akhir.

Menurut Hall (1970), kadar air merupakan kunci penentu dalam mendapatkan tingkat aman dalam penyimpanan. Aktivitas biologis hanya akan terjadi bila ada uap air. Kuantitas minimum untuk dapat terjadinya aktivitas biologis bervariasi menurut jenis organismenya.

Biji dan lemak kakao akan mengalami perubahan sifat baik itu sifat fisik maupun kimianya selama penyimpanan, seperti kadar air, pH, asam lemak bebas, warna biji dan lemak, pertumbuhan jamur, tekstur dan pola kristalisasi lemak yang dapat mempengaruhi produk akhir yang akan dihasilkan nantinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh kadar air awal dan lama simpan biji kakao terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang timbul adalah seberapa besar pengaruh kadar air awal dan lama penyimpanan biji kakao lindak kering terhadap sifat fisiko kimia biji dan lemak kakao selama penyimpanan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Obyek yang diamati dalam penelitian ini adalah biji dan lemak kakao yang berasal dari Kebun Sungailumbu. Kajian mengenai sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao ini dikhususkan pada masalah-masalah tentang pH, warna, kadar air, analisa pertumbuhan jamur, pola kristalisasi lemak, kekerasan dan asam lemak

bebas (ALB/FFA), dengan asumsi bahwa kombinasi kadar air dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimianya.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar air terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak biji kakao.
2. Mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao lindak kering.
3. Mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan antara variasi kadar air dan lama penyimpanan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik biji dan lemak kakao lindak kering dari Kebun Sungailumbu.
2. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan biji dan lemak kakao lindak kering.
3. Memberi informasi bagi industri yang menggunakan biji dan lemak kakao sebagai bahan baku.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Tanaman kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) termasuk famili *Sterculiaceae*. Tanaman ini berasal dari hutan tropis di daerah Amerika Selatan, yang kemudian tanaman ini diusahakan penanamannya oleh orang-orang Indian Aztek. Tanaman ini tumbuh dengan baik di daerah khatulistiwa, mulai berbuah setelah berumur 4-5 tahun dan mencapai produksi buah tertinggi pada usia 12 tahun. Tanaman ini terus-menerus berbuah sampai berusia 50 tahun dan setiap tahun dapat dilakukan pemanenan sebanyak dua kali (Nasution, dkk., 1976).

Menurut Cheesman dalam Ketaren (1986) klasifikasi sistematik tanaman kakao adalah sebagai berikut :

- Divisio : *Spermatofita*
- Klas : *Dicotyledone*
- Ordo : *Malvales*
- Familia : *Sterculiaceae*
- Genus : *Theobroma*
- Species : *Theobroma cacao* L.

Tanaman kakao merupakan tanaman tropis, daya pengaruh kelembaban dan temperatur agak menonjol. Menurut Cheesman (1977) dalam Ketaren (1986), batas-batas geografis penanamannya dari khatulistiwa adalah 20 °LU dan 20 °LS.

Dalam garis besarnya tanaman kakao membutuhkan temperatur rata-rata setahun 25°C dengan temperatur harian terendah rata-rata tidak kurang dari 15°C. Temperatur rendah menyebabkan proses pembungaan yang terlambat. Penurunan temperatur di bawah 22°C akan mengakibatkan primordia bunga terhenti, dan perkembangan akan menjadi normal kembali bila temperatur naik mencapai 25°C.

Angin merupakan salah satu musuh utama kakao sehingga dibutuhkan tanaman pelindung. Selain itu tanaman pelindung juga dibutuhkan sebagai peneduh. Namun tanaman pelindung tidak mutlak diperlukan apabila daerah

pertumbuhan dapat menyediakan kondisi kelembaban dan ketersediaan nutrisi yang cukup (Minifie, 1982).

Sesungguhnya terdapat banyak jenis tanaman kakao, namun jenis yang paling banyak ditanam untuk produksi kakao secara besar-besaran, menurut Sunanto (1992) hanya tiga jenis yaitu :

- a. Jenis *Criollo*, yang terdiri dari *Criollo* Amerika Tengah dan *Criollo* Amerika Selatan. Jenis ini menghasilkan biji kakao yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai : *kakao mulia*, *fine flavour cocoa*, *choiced cocoa*, atau *edel cocoa*. Buahnya berwarna merah atau hijau, kulitnya tipis berbintil-bintil kasar dan lunak. Biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih pada waktu basah.
- b. Jenis *Forastero*, Banyak diusahakan diberbagai negara produsen kakao dan menghasilkan biji kakao yang mutunya sedang atau *bulk cocoa*, atau dikenal juga sebagai *ordinary cocoa*. Buahnya berwarna hijau, kulitnya tebal, biji buahnya tipis atau gepeng-gepeng dan kotiledon berwarna ungu pada waktu basah.
- c. Jenis *Trinitario*, merupakan campuran atau hibrida dari jenis *Criollo* dengan jenis *Forastero* secara alami, sehingga kakao jenis ini sangat heterogen. Kakao *Trinitario* menghasilkan biji yang termasuk *fine flavour cocoa* dan ada yang termasuk *bulk cocoa*. Buahnya berwarna hijau atau merah dan bentuknya bermacam-macam. Biji buahnya juga bermacam-macam dengan kotiledon berwarna ungu muda sampai ungu tua pada waktu basah.

Menurut Forsyth dan Quesnel (1963) dalam Schwan *et al.* (1995), terdapat perbedaan utama terhadap konsentrasi pigmen dalam kotiledon antara *Criollo* dan *Forastero*. Warna pembentuk kotiledon untuk *Criollo* adalah putih atau pink agak pucat, sedangkan untuk *Forastero* berwarna ungu tua. Anthocyanin menyusun sekitar 0,5% dari berat kering *Forastero*, tetapi tidak terdapat di dalam biji *Criollo*.

Senyawa polifenol dalam kotiledon *Criollo* mengandung *leucoanthocyanidin* (*procyandin*). Warna ungu anthocyanin memiliki asosiasi flavor yang kuat, lebih sepat dan *robust*. Oleh karena itu *Criollo* yang tidak memiliki anthocyanin merupakan kakao yang flavornya lebih lembut (*mild*).

Namun dengan flavor *mild* ini Criollo dinyatakan sebagai kakao dengan kualitas superior dan lebih diinginkan.

## 2.2 komposisi Kimia Biji Kakao

Buah kakao terdiri atas empat bagian yaitu kulit, plasenta, pulp dan biji. Buah kakao matang berisi 30 – 40 % biji yang diselubungi pulp. Biji kakao terdiri atas dua bagian besar yaitu kulit biji dalam jumlah 10 – 14 % dari berat kering dan keping biji (kotiledon) sebesar 86 – 90 % dari berat kering biji. Keping biji berperan penting karena merupakan bahan dasar yang menentukan karakteristik rasa dan aroma kakao (Rohan, 1963). Komponen biji kakao dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Kakao Afrika Barat yang Belum Difermentasi**

Komponen	Persentase
Kulit biji	9,63
Kecambah	0,77
Keping biji	89,60
Lemak	53,05
Air	3,65
Total abu	2,63
Nitrogen	5,78
Total N	2,28
Protein N	1,50
Amonia N	0,028
Amida N	0,188
Theobromin	1,71
Kafein	0,085
Karbohidrat	14,31
Glukosa	0,30
Pati	6,10
Pektin	2,25
Serat	2,09
Selulose	1,92
Pentosan	1,27
Gum	0,38
Tanin	7,54
Asam-asam	0,304
Asam asetat	0,014
Asam oksalat	0,290

Sumber : Nasution, dkk. (1976)

## 2.3 Pengolahan Kakao

### 2.3.1 Pengupasan Buah

Setelah pemanenan, buah segera dikupas atau dipecahkan baik dengan pisau, arit ataupun dengan pemukul kayu. Cara yang paling aman dalam pengupasan buah kakao adalah dengan pemukul kayu. Bagian ujung pemukul dibuat runcing dan digoreskan sekeliling buah dengan melintang. Kemudian buah dipukul-pukul, sehingga bagian ujung yang tidak dipegang terlepas dan biji tetap melekat pada plasentanya.

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

### 2.3.2 Fermentasi

Tujuan utama proses fermentasi adalah untuk mematikan biji kakao tersebut, sehingga perubahan-perubahan yang penting di dalam biji dapat dengan mudah terjadi. Perubahan-perubahan ini antara lain perubahan warna keping biji, meningkatnya aroma dan rasa, dan memperbaiki konsistensi keping biji kakao. Tujuan lain proses fermentasi adalah untuk melepaskan pulp dari keping biji, memperlonggar kulit biji, sehingga setelah proses pengeringan kulit ini mudah dilepaskan dari keping biji (Nasution, dkk., 1976).

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 meningkatkan suhu timbunan. Perubahan lingkungan mikro dalam timbunan akan dengan sendirinya mengatur jenis mikroorganisme yang hidup, hingga diperoleh biji dengan flavour yang baik.

Menurut Minifie (1982), fermentasi berlangsung selama 5 – 6 hari. 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



hari ketiga massa biji akan memiliki suhu kurang lebih 45°C. Suhu ini akan bertahan dan pada hari terakhir fermentasi suhu berkisar 50°C. Selama fermentasi dilakukan pengadukan 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.

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
	100,0

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

Menurut Wood dan Lass (1989) 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 asetat dan karbondioksida. 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.

Fermentasi telah selesai dapat diketahui antara lain pulp mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji telah berwarna cokelat, bau asam cuka jelas; sebab bila biji-biji kakao belum cukup terfermentasi, warna pulp putih, kulit biji belum berwarna cokelat dan baunya masih berbau alkohol (Syamsulbahri, 1996).

Menurut Wood dan Lass (1989) perubahan utama pada biji saat mengalami fermentasi adalah matinya biji yang diikuti dengan sejumlah perubahan kimia yang penting untuk menimbulkan aroma cokelat. Biji kakao

kehilangan kemampuan berkecambah yang disebabkan oleh meningkatnya keasaman karena terbentuknya asam asetat, etanol juga oleh timbulnya panas.

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 tannin dan beberapa zat perangsang lainnya sehingga mengurangi rasa pahit dan kelat pada kakao. Bentuk biji berubah menjadi menggembung apabila proses fermentasi berjalan sempurna dan akan tetap berbentuk pipih apabila proses fermentasi tidak berjalan dengan sempurna (Nasution, dkk., 1976).

Selama fermentasi terjadi pembentukan asam amino bebas dan peptida-peptida karena reaksi enzim proteolitik oleh aspartat proteinase dan karboksipeptidase terhadap protein (Voight *et al.*, 1993 dan 1994). Sementara itu gula reduksi diproduksi oleh reaksi hidrolisis invertase terhadap sukrosa. Selama fermentasi aktivitas mikroorganisme pada pulp menghasilkan etil alkohol, asam asetat, asam laktat dan panas yang menyebabkan kematian biji. Bahan kimia hasil fermentasi ini akan masuk kedalam keping biji sehingga biji membengkak dan menstimulasi proses biokimia dalam biji. Proses biokimiawi ini akan menghasilkan prekursor-prekursor flavour dan aroma selama roasting.

### 2.3.3 Pengeringan

Menurut Becket (1988), biji yang telah difermentasi telah bersih dari pulp dan memiliki kadar air yang tinggi dan lunak. Oleh karena itu diperlukan pengeringan. Pengeringan akan mengurangi kadar air biji dari 60% menjadi kira-kira 7%.

Sedangkan menurut Cook dan Meursing (1982), Wood (1983) dan McDonald (1981) dalam Selamet *et al.* (1990), kakao harus dikeringkan setelah fermentasi karena pengeringan bermanfaat untuk :

- a. Mengurangi kadar air biji.
- b. Memberi kesempatan berlanjutnya proses oksidasi sehingga akan mengurangi rasa pahit (*bitterness*) dan rasa sepat (*astringency*).
- c. Mengembangkan warna coklat biji.

- d. Menghasilkan tekstur renyah (*crispy*).
- e. Mengurangi keasaman sehingga flavour kakao lebih dominan.

Berbagai cara pengeringan yang dilakukan terhadap kakao ini, yang apabila dikelompokkan dibedakan atas pengeringan secara alamiah (penjemuran) dan pengeringan secara buatan (*artificial drying*). Cara pengeringan ini berpengaruh nyata terhadap kadar air biji kakao kering (Yusianto dan Wahyudi, 1991).

Pada musim kemarau atau cuaca baik, pengeringan dilakukan secara alami dengan sinar matahari. Pada musim hujan atau cuaca buruk, pengeringan dilakukan secara artificial. Pengeringan dengan sinar matahari memiliki keuntungan yaitu dengan biaya rendah akan menghasilkan biji kering berwarna cokelat kemerahan dan tampak lebih cemerlang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya reaksi fotosintesis dari sinar ultraviolet yang menghasilkan senyawa yang berwarna cokelat merah (Becket, 1988).

Pada umumnya pengeringan dilakukan dengan kombinasi antara pengeringan alami dan buatan. Dengan demikian disamping biji yang dihasilkan berkualitas baik, penggunaan bahan bakar dapat dihemat. Namun apabila secara artificial, maka suhu perlu diatur agar pemanasan mendekati suhu sinar matahari.

Beberapa perubahan terjadi selama pengeringan. Pengeringan yang baik akan menguapkan air dan asam sehingga dihasilkan biji yang kering dan tidak asam. Kehilangan air yang konstan dan dengan kecepatan difusi dan evaporasi yang sama menyebabkan keping biji mengerut dan memudahkan pengupasan biji (Selamet *et al.*, 1990). Asam propionat berkurang drastis pada dua hari pertama, kemudian berkurang secara lambat. Asam butirat pada awal pengeringan meningkat. Namun menjelang akhir pengeringan dengan banyaknya air yang menguap kadar asam butirat menurun drastis.

#### 2.3.4 Penyimpanan

Salah satu aspek pasca panen hasil pertanian adalah penyimpanan, yaitu aspek yang terlibat setelah biji kakao selesai diproses dan belum digunakan. Pada umumnya komoditas tersebut tidak langsung digunakan atau diekspor setelah

diproduksi. Secara umum komoditas pertanian mempunyai sifat mudah mengalami kerusakan dan bersifat musiman, sedangkan kebutuhan relatif tetap sepanjang waktu. Dengan demikian diperlukan penanganan yang baik agar mutu bahan tetap dapat dipertahankan selama penyimpanan.

Tujuan utama kegiatan penyimpanan adalah untuk mengamankan komoditas selama tidak digunakan. Tanpa adanya proses penyimpanan yang baik, biji kakao akan cepat mengalami penyusutan, yaitu penyusutan bobot, mutu, nilai harga dan menurunnya kepercayaan rekanan dagang (Hall, 1970).

Gudang penyimpanan perlu dilengkapi dengan jendela dan pintu yang memadai agar sinar bisa masuk dan aerasi berjalan dengan lancar. Lantai dan dinding gudang sebaiknya dibuat dari semen. Lantai dan dinding gudang yang terbuat dari kayu tidak dianjurkan karena retakan atau celah-celah pada bahan kayu tersebut akan dijadikan tempat bersembunyi dan berkembang biak hama-hama gudang (Utomo, 1991).

Biji-biji kakao yang sudah kering dan sudah disortasi, dimasukkan dalam karung goni. Tiap karung goni berisi 60 kg. Sementara menunggu pemasaran, biji kakao dapat disimpan untuk beberapa waktu, umumnya tidak lebih dari 3 bulan (Sunanto, 1992).

Tempat penyimpanan biji-biji yang sudah ditempatkan dalam karung harus memenuhi aturan-aturan tertentu, antara lain : karung-karung harus ditempatkan di atas papan (kayu) setinggi  $\pm 10$  cm, dapat disusun bertingkat-tingkat (maksimal 5 tingkat), gudang penyimpanan harus bersih, kering, cukup aerasi dan karung-karung tersebut dikelompokkan menurut golongan mutunya (Heddy, 1990).

Biji kakao yang akan disimpan harus memenuhi syarat utama yaitu kadar air biji mendekati 7,5%. Untuk mempertahankan kadar air tersebut maka kelembaban nisbi ruangan dipertahankan sekitar 70%, sedang suhu ruangan sebaiknya berkisar 32 - 35°C. Meningkatnya kadar air biji membahayakan biji terhadap serangan jamur (Utomo, 1991).

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 pemanas.

#### 2.4 Perubahan Biji 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).

Biji kakao akan rusak apabila disimpan lama pada tempat yang kurang memenuhi syarat. Kadar air biji juga amat berperan dalam proses kerusakan tersebut. Kadar air optimal adalah 7 - 7,5% yang berada dalam keadaan setimbang dengan kelembaban relatif 72%. Apabila kadar air biji lebih dari 7,5% maka memacu pertumbuhan mikroorganisme, sebaliknya jika kadar air kurang dari 7% maka biji akan amat rapuh (Sulistyowati dan Prawoto, 1991).

Muchtadi (1997) menyatakan bahwa kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) disekitarnya. Bila suhu bahan lebih rendah atau dingin maka akan terjadi kondensasi udara pada bahan.

Suatu bahan dalam keadaan seimbang dengan kondisi sekelilingnya, bila laju kehilangan air dari bahan menuju kondisi sekelilingnya (atmosfir) adalah sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya (Taib, 1987). Sedangkan menurut Hall (1970) bila tekanan uap air di udara lebih tinggi daripada 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 terjadi penguapan uap air dari dalam biji. \*

Menurut Hall (1970), kadar air merupakan kunci penentu dalam mendapatkan tingkat aman dalam penyimpanan. Aktivitas biologis hanya akan terjadi bila ada uap air. Kuantitas minimum untuk dapat terjadinya aktivitas biologis bervariasi menurut jenis organismenya.

Pada biji kakao, kadar air kritis untuk pertumbuhan kapang adalah 8% yaitu kadar air kesetimbangan pada RH 82%. Bila biji kakao disimpan pada tingkat kadar air 6,0 - 6,5% maka tidak akan terjadi pertumbuhan kapang (Minifie, 1982).

Suhu ruang penyimpanan mempengaruhi laju pertumbuhan hama gudang dan kadar air di udara. Serangga mempunyai suhu pertumbuhan optimum antara 28 - 35°C. Suhu maksimal pertumbuhan serangga adalah 42°C, pada 15°C pertumbuhan dan reproduksi tidak terjadi, pada 10°C serangga akan mati. Untuk daerah tropis seperti Indonesia dengan suhu udara yang masih relatif tinggi, maka masih memungkinkan untuk pertumbuhan serangga (Hall, 1970).

Menurut Kartasapoetra (1990), penyimpanan kakao biji di daerah tropis menghadapi dua masalah utama, yaitu : (1) berkembangnya kapang (*mould*) dan (2) penyebaran hama-hama gudang. Lama penyimpanan kakao biji dalam gudang selama 2-3 bulan adalah baik. Tetapi apabila biji-biji tersebut akan disimpan lebih lama (terutama di daerah tropis), maka harus ada perlakuan khusus untuk menjaga mutu kakao biji tersebut.

Selama penyimpanan, biji kakao dapat terkontaminasi oleh jamur. Sifat jamur tersebut adalah parasit luka, bila buah kakao tersebut luka karena serangan serangga atau binatang maupun mekanis maka jamur tersebut akan masuk melalui bagian yang terluka tersebut dan menyerang biji kakao. Biji kakao yang terserang jamur ini permukaannya berubah warna menjadi hitam dan miselia jamur dapat masuk sampai ke dalam kotiledon (Utomo, 1991). Sedangkan menurut Ketaren (1986) jamur yang mampu menghidrolisa lemak antara lain *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Monila*, *Oidium*, dan *Cladusporium*.

Kontaminasi jamur pada biji kakao ini dikelompokkan dalam jamur internal (*internal mouldiness*), yaitu jamur yang tumbuh di dalam keping biji kakao. Jamur internal ini dibagi menjadi dua tingkat yaitu jamur yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (*invisible mouldiness*) atau baru dapat dilihat di bawah mikroskop dan jamur yang dapat dilihat dengan mata telanjang (*visible mouldiness*). Kontaminasi jamur pada tingkat ini menurut hasil penelitian berpengaruh negatif terhadap mutu biji kakao (Sulistyowati, 2000).

Jamur yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang merupakan tingkat awal kontaminasi internal. Hanson dan Welly cit Dharmaputra *et al.* (1998) berpendapat bahwa keberadaan mikroorganisme pada biji kakao yang secara visual tidak berjamur, tidak berhubungan dengan mutu biji kakao. Dalam dunia perdagangan biji yang berjamur pada tingkat ini belum dinyatakan sebagai cacat yang dapat merusak mutu.

Menurut Sulistyowati (2000) kontaminasi jamur dapat terjadi pada saat panen, 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 cokelat tua atau hitam.

Selain itu menurut Sunanto (1992), sebaiknya biji-biji kakao tersebut dapat segera dijual dan jika mungkin penyimpanan di gudang tidak lebih dari 6 bulan. Setiap 3 bulan harus dilakukan pemeriksaan untuk melihat ada tidaknya jamur atau hama yang menyerang biji kakao.

Menurut Lopes dan Pascos (1984), konsumen menilai biji kakao ini berasa asam seperti yang ditunjukkan oleh nilai pH-nya yang kurang dari 5,0. Biji kakao yang dikehendaki adalah biji yang mempunyai nilai pH antara 5,1-5,8. Perubahan pH selama penyimpanan dapat terjadi akibat terdegradasinya asam-asam yang terdapat dalam biji.

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 (Wood dan Lass, 1989).

Menurut Ketaren (1986) warna gelap biji kakao dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan, yaitu berlangsungnya proses oksidasi polifenol oleh kegiatan enzim polifenolase dengan adanya panas atau oksigen bebas. Perubahan warna selama penyimpanan juga banyak dipengaruhi oleh adanya kontaminasi jamur yang menyebabkan warna biji menjadi lebih gelap.

Wood dan Lass (1989) menyatakan terdapat perubahan warna dalam penyimpanan, penelitian mengindikasikan awalnya sampel mengandung 50-70% antosianin, setelah penyimpanan 6 bulan jumlah tersebut berkurang menjadi setengahnya (50%).

## 2.5 Lemak Kakao

Lemak kakao merupakan komoditi perdagangan yang belum mempunyai definisi yang seragam untuk seluruh dunia. Namun banyak negara yang mendefinisikan lemak kakao sebagai lemak yang diperoleh dari keping biji kakao melalui ekstraksi dengan pengepresan memakai alat pengepres hidrolik atau "expeller press" (Minifie, 1982).

Lemak merupakan suatu komponen yang paling berharga dalam biji kakao, karena dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan tingkat harga biji kakao. Lemak kakao merupakan komponen yang termahal, makin tinggi kandungan lemaknya semakin disukai. Menurut Knapp (1997) (dalam Yusianto, dkk., 1995) kadar lemak biji kakao naik 2% atau kadar komponen bukan lemak turun 2% setelah 2 – 4 hari fermentasi.

Lemak kakao dapat digunakan sebagai bahan dasar kembang gula dan obat-obatan. Selain itu lemak kakao digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kosmetik, antara lain sebagai cream pembersih, cream penyerap dan minyak rambut (Ketaren, 1986).



Sebagai bahan baku industri makanan, kakao dipandang sebagai sumber lemak yang cukup potensial. Menurut Terink (1984) dalam Sulistyowati dan Prawoto (1991), sekitar dua per tiga produksi biji kakao dunia diserap oleh industri lemak kakao. Biji kakao mengandung lemak cukup tinggi yaitu sekitar 45 - 57% tergantung kultivarnya.

Kadar lemak biji kakao kurang lebih 55% yang dapat diambil dengan cara ekstraksi. Ekstraksi lemak dari biji kakao dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain sebagai berikut :

1. Ekstraksi dengan menggunakan kempa hidrolis

Pengepresan dengan menggunakan kempa hidrolis dilakukan pada nib yang telah diberi perlakuan pemanasan pendahuluan. Lemak dari pengepresan ini kemudian disaring sehingga diperoleh lemak bersih (Minifie, 1982).

2. Ekstraksi dengan menggunakan ekspeler

Pengepresan ini dilakukan dengan cara kontinu, dan akan dihasilkan minyak dengan rendemen sekitar 90 - 95% (Ketaren, 1986). Bila bahan yang digunakan berupa biji utuh maka lemak yang dihasilkan akan berbeda flavournya dengan yang diperoleh dari nib. Flavour lemak dari biji utuh lebih lembut dan berbau *floral*.

3. Ekstraksi dengan pelarut

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 (Beckett, 1988; Minifie, 1982). Lemak dari proses ini kemudian dimurnikan dan dideodorisasi.

## 2.6 Sifat Fisiko-Kimia Lemak Kakao

Lemak kakao tersusun dari gliserida asam stearat, palmitat, oleat dan sedikit linoleat. Komponen lemak kakao menurut Hilditch disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3. Komponen Lemak Kakao**

Komponen	%
Asam lemak :	
Oleat (C <sub>18:1</sub> )	38,2
Stearat (C <sub>18</sub> )	35,4
Palmitat (C <sub>16</sub> )	24,3
Linoleat (C <sub>18:2</sub> )	2,1
Arachidat (C <sub>20</sub> )	-

Sumber : Hilditch cit. Minifie (1982)

Berdasarkan tekstur dan titik cairnya, lemak kakao dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu *hard cocoa butter* dan *soft cocoa butter*. Kekerasan lemak kakao dipengaruhi oleh kondisi pengolahan, faktor genetis, kondisi iklim tempat tanaman kakao tumbuh (Powell, 1984 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).

Lemak kakao mempunyai sifat yang unik karena tidak mencair pada suhu kamar, tetapi segera mencair pada suhu tubuh manusia. Bagian padatan atau ampas biji kakao mengandung aroma dan pewarna yang khas, disamping berbagai senyawa seperti kadar air, protein, teobromin dan kafein, tannin dan berbagai asam organik (Minifie, 1982).

Pada dasarnya lemak kakao tidak berwarna. Menurut Ketaren (1986) warna merah jingga atau kuning gading yang biasanya menyertai disebabkan oleh karotenoid yang bersifat larut dalam lemak.

Lemak kakao yang mengalami pemadatan dapat membentuk berbagai bentuk kristal atau bersifat poliformis. Setiap bentuk kristal memiliki titik leleh yang berbeda dan dapat mengalami transisi dari bentuk satu ke bentuk yang lain.

Lemak kakao termasuk lemak yang sederhana dibandingkan lemak-lemak lain yang memiliki komposisi yang kompleks (Minifie, 1982).

Menurut Chaiseri dan Dimick (1995<sup>b</sup>), 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 absorbansi yang ditera dengan spektrofotometer diketahui bahwa tahap kristalisasi sekunder lebih cepat terjadi. Dengan demikian lemak kakao yang berbeda memiliki pola kristalisasi dan titik leleh yang berbeda pula.

Pada pengolahan kakao, sifat pengkristalan tersebut sangat diperhatikan, karena berhubungan dengan tekstur dan penampakan hasil olahannya. Kunci untuk membuat hasil olahan yang baik terletak pada pembentukan kristal yang stabil dan yang berukuran kecil (Alikonis, 1979).

Penelitian terhadap efek pemanasan akan dijabarkan di bawah ini. Jika kristal yang tidak stabil mengalami pemanasan pada suhu 10°C/menit akan menjadi transisi parsial sebelum pencairan sempurna. Stabilitas kristal ini dinamakan dengan "annealing" atau penguatan. Berkaitan dengan hal tersebut, pemanasan secara perlahan-lahan menghasilkan titik leleh yang tinggi pada kristal lemak kakao. Pemanasan yang cepat pada suhu 20°C/menit akan meminimalisasi "annealing".

Kristal yang tidak stabil, pada perubahan temperatur akan mencair, kemudian mengalir ke permukaan dan mengkristal kembali. Bila hal tersebut terjadi maka lemak kakao atau hasil olahannya akan mempunyai permukaan yang suram dan mutu akan menurun (Charley, 1970).

## 2.7 Perubahan Lemak Selama Penyimpanan

Warna kuning lemak kakao berasal dari karotenoid yang larut dalam lemak. Karotenoid merupakan persenyawaan hidrokarbon yang tidak jenuh dan jika lemak dihidrogenasi, maka karoten tersebut juga mengalami hidrogenasi. Sehingga intensitas warna kuning berkurang dengan hidrogenasi. Karotenoid bersifat tidak stabil pada suhu tinggi dan jika lemak dialiri uap panas, maka warna kuning akan pudar atau hilang. Pada saat dilakukan penyimpanan, warna lemak menjadi pucat karena terjadinya degradasi zat warna kuning (karoten) pada lemak kakao.

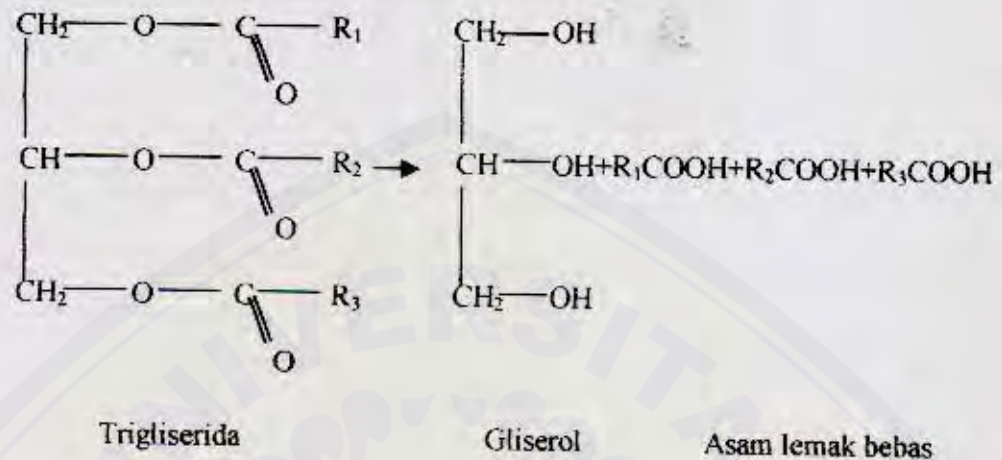
Sebagai bahan baku industri, karakteristik lemak kakao akan berpengaruh terhadap produk akhir yang dihasilkan. Dua karakteristik lemak kakao yang penting adalah kadar asam lemak bebas dan kekerasannya (*hardness*). Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dapat menyebabkan bau yang tidak sedap (tengik). Dalam perdagangan, kadar asam lemak bebas dalam biji kakao diberi batasan harus kurang dari 1% dan dalam lemak kakao kurang dari 1,75% (Sulistiyowati dan Prawoto, 1991).

Sulistiyowati (1986) mengatakan bahwa kandungan asam lemak bebas merupakan salah satu parameter tingkat kerusakan pada lemak. Biji kakao sehat yang difermentasi dan dikeringkan dengan baik mempunyai asam lemak bebas yang rendah  $\pm 0,5\%$ . Biji kakao yang berasal dari buah yang terserang penyakit atau yang berjamur karena pengeringan yang kurang baik atau disimpan dalam ruangan yang lembab mempunyai kandungan asam lemak bebas yang lebih tinggi.

Biji kakao yang disimpan terlalu lama pada kondisi lembab dapat mengalami kenaikan asam lemak bebas melebihi batas maksimal (Anonim, 1984). Sedangkan menurut Ketaren (1986) adanya kenaikan asam lemak bebas merupakan indikator terjadinya hidrolisa lemak oleh enzim (trigliserida) menjadi gliserol dan asam lemak yang dikatalisir oleh enzim lipase. Asam lemak terbentuk karena proses oksidasi dan hidrolisa enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Asam lemak tersebut mudah menguap dan berbau tidak enak, misalnya asam butirrat, 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 adalah sebagai berikut



Menurut Djatmiko dan Widjaja (1985) kadar asam lemak bebas merupakan tolok ukur kerusakan lemak karena terjadi proses hidrolisis yang akan menghasilkan gliserida, asam lemak bebas dan asam-asam berantai pendek dan berbau tengik. Hidrolisis terjadi lebih cepat pada kadar air dan suhu tinggi serta kondisi asam. Menurut Buckle dkk (1987) hidrolisa lemak akan menghasilkan asam-asam lemak bebas yang dapat mempengaruhi cita-rasa dan bau pada bahan. Hidrolisa dapat disebabkan oleh adanya air dalam lemak atau karena kegiatan enzim.

Krischenbauer (1960) dalam Ketaren (1986) menyatakan asam lemak selalu menunjukkan kenaikan titik cair dengan semakin panjangnya rantai karbon. Asam lemak yang derajat ketidakejenuhannya semakin tinggi, mempunyai titik cair yang semakin rendah.

Tekstur atau kekerasan lemak ini dipengaruhi oleh derajat kejenuhan asam lemak penyusunnya. Asam lemak yang cenderung berubah selama penyimpanan adalah asam oleat akibat mudah mengalami degradasi. Sehingga semakin lama kakao disimpan, semakin banyak kandungan asam lemak yang terdegradasi dan akan semakin lunak tekstur lemak kakao (Ketaren, 1986).

Pada saat dilakukan penyimpanan pola kristalisasi ini dapat berubah, dimana dengan semakin lunaknya tekstur lemak akibat terjadinya degradasi asam oleat maka waktu terbentuknya kristal akan semakin lama (Ketaren, 1986). Degradasi asam oleat mudah terjadi karena dalam lemak kakao kandungan asam lemak terbesar adalah asam oleat yaitu sekitar 38,2% (Minifie, 1982).

### 2.8 Hipotesa

1. Kadar air awal berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao.
2. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao.
3. Kombinasi antara kadar air awal dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

UKM DPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

1. Sampel biji dan lemak kakao lindak kering yang diambil dari Kebun Sungailembu pada bulan September 2003.
2. Bahan-bahan kimia yang meliputi : Aquadest; NaOH; buffer pH 4,0 dan pH 7,0; glucose; peptone;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; agar; glycerol; phenolptalein (PP); dicloran chloramphenicol dan alkohol-eter.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat pengepres kempa hidroulik, pH-meter, colour reader Minolta CR-300, spektrofotometer Shimadzu UV-160A, penetrometer, sentrifuge dan 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 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember, dan Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA Universitas Jember.

##### 3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada awal bulan September 2003 sampai dengan bulan Maret 2004.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan dan terdiri dari dua faktor. Kedua faktor tersebut adalah :

Faktor A: Variasi kadar air awal biji kakao

A1 = 5 %

A2 = 9 %

A3 = 10 %

Faktor B : Lama Penyimpanan

B1 = tanpa penyimpanan

B2 = penyimpanan 2 bulan

B3 = penyimpanan 4 bulan

Dari perlakuan tersebut diperoleh kombinasi sebagai berikut :

A1B1          A1B2          A1B3

A2B1          A2B2          A2B3

A3B1          A3B2          A3B3

Menurut Gasperz (1991) model umum persamaan rancangan tersebut adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta) + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

$$i = 1,2,3$$

$$j = 1,2,3$$

$$k = 1,2,3$$

dengan ketentuan :

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan karena pengaruh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j dari faktor yang terdapat pada observasi B

$\mu$  = nilai tengah umum

$\alpha_i$  = pengaruh taraf ke-i faktor A

$\beta_j$  = pengaruh taraf ke-j faktor B

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

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j



### 3.4 Pelaksanaan Penelitian



Gambar 1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

### 3.5 Prosedur Pengamatan

#### 3.5.1 Pengamatan terhadap Biji Kakao Lindak Kering

##### 1. Kadar air biji dengan metode oven (BSN, 2002)

Biji kakao dihaluskan dan ditimbang sebanyak 10 gram kemudian dimasukkan dalam plate yang sebelumnya plate tersebut telah dioven, dimasukkan eksikator dan ditimbang beratnya. Dioven selama 16 jam, lalu ditimbang

beratnya dan dihitung kadar airnya. Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan : a = berat plate

b = berat sampel dan plate sebelum dioven

c = berat sampel dan plate setelah dioven

2. Nilai pH biji kakao (BSN, 2002)

Biji kakao sebanyak 25 gram dikupas dan dihaluskan (diblender), diambil sebanyak 10 gram, dimasukkan dalam beaker glass 100 ml dan ditambah 90 ml aquadest mendidih. Kemudian distirer sampai homogen, disaring dan ukur dengan pH-meter dengan menggunakan buffer pH 4,0 dan buffer pH 7,0.

3. Kecerahan warna biji (L) dengan coloureader (Fardiaz, 1992)

Biji kakao lindak kering sebanyak 10 biji dikupas dan dihaluskan kemudian diukur warnanya dengan menggunakan coloureader.

4. Analisa pertumbuhan jamur

a. Cut test (BSN, 2002)

300 biji kakao lindak kering dibelah dan diamati jamur yang ada pada biji.

b. Dengan media DG 18 (Samson, dkk., 1996)

Media dibuat dengan mencampurkan 8 g glucose, 4 g peptone, 0,8 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,4  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dan 16 g agar. Ditambah 800 ml aquadest dan masukkan dalam microwave sampai semua bahan larut, setelah itu ditambah 140 ml glicerol dan disterilkan dengan otoklaf. Media steril tersebut ditambah 2 ml dicloran chloramphenicol dan dituangkan dalam petridish steril. Biji kakao sebanyak 7 biji direndam dalam larutan klorin selama 5 menit dan bilas dengan aquadest steril, kemudian diinokulasikan ke media dan simpan selama 7 hari. Diamati dan dihitung banyaknya biji kakao yang ditumbuhi jamur.

### 3.5.2 Pengamatan terhadap Lemak Kakao

1. Ekstraksi lemak dengan kempa hidroulik (Ketaren, 1986)

Biji kering dikupas kemudian diblender dan dibungkus dengan kain saring. Hancuran biji tersebut dioven pada suhu  $75^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Biji kemudian dipres selama 15 menit dengan kempa hidroulik untuk diekstrak lemaknya. Lemak kasar yang diperoleh tersebut disimpan dalam refrigerator sampai hendak dimurnikan.

2. Pemurnian lemak menurut Chaiseri dan Dimick (1995)

Lemak kasar hasil ekstraksi harus dimurnikan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk analisa selanjutnya agar kotoran yang ada tidak terikut. Lemak mula-mula dipanaskan dalam oven selama 2 jam pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$ . Kemudian lemak disentrifuse dengan kecepatan 14500 rpm selama 20 menit sehingga terpisah dari kotoran yang berupa padatan. Lemak yang dihasilkan disimpan dalam refrigerator sampai siap untuk dianalisa selanjutnya.

3. Keccrahan warna lemak (L) dengan coloureader (Fardiaz, 1992)

Sampel lemak dipanaskan selama 2 jam dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  kemudian diambil 60 ml dan diaduk hingga berbentuk slurry. Masukkan dalam wadah cetakan, simpan dalam refrigerator bersuhu  $4^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, simpan dalam inkubator bersuhu  $26 - 31^{\circ}\text{C}$  selama 1 minggu dan dianalisa warnanya dengan menggunakan coloureader.

4. Pola kristalisasi dengan UV spektrofotometer (Chaiseri dan Dimick 1995)

Perlakuan kristalisasi dilakukan secara dinamis dengan mengaduk lemak perlahan-lahan pada kecepatan 50 rpm. Mula-mula lemak dipanaskan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Lemak sebanyak 60 ml dituang pada wadah sampel dan didinginkan hingga suhu  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Tepat pada suhu  $26,5^{\circ}\text{C}$ , lemak diambil dan diukur absorbansinya sebagai  $A_0$ . Pengukuran absorbansi dilakukan pada 500 nm. Setiap 5 menit lemak diambil untuk diukur absorbansinya. Waktu induksi kristal dinyatakan sebagai waktu dari  $A_0$  sampai saat delta absorbansi sebesar 0,02.

5. Tekstur lemak dengan penetrometer (deman, 1997)

Lemak diperlakukan seperti pada analisa pola kristalisasi. Pengadukan dilakukan hingga sampel lemak berbentuk slurry. Kemudian lemak dituang dalam wadah cetakan dan disimpan dalam refrigerator (suhu 4°C) selama 1 jam. Setelah itu lemak disimpan pada suhu 26-31 °C selama 1 minggu agar kristal lemak yang terbentuk adalah kristal yang paling stabil. Lemak yang telah diinkubasi siap untuk dianalisa kekerasannya dengan menggunakan penetrometer.

6. Kadar asam lemak bebas (ALB) (Sudarmadji, dkk., 1997)

Sampel lemak sebanyak 28,2 g dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambah dengan 50 ml alkohol netral (alkohol-eter). Setelah tercampur, ditambahkan 2 ml indikator phenolptalein (PP) dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu.

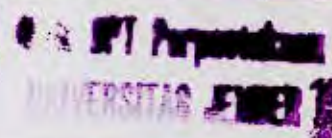
Banyaknya NaOH yang dibutuhkan hingga tercapai warna merah jambu diukur dan dihitung prosentase asam lemak bebas dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

### 3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dilakukan analisa sidik ragam dengan metode penelitian rancangan acak kelompok (RAK) dan dilakukan uji Duncan untuk mengetahui beda dari masing-masing perlakuan dengan taraf kepercayaan 5 %, sehingga diperoleh suatu notasi untuk membedakan antar perlakuan (Gaspersz, 1991).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN



### 5.1 Kesimpulan

1. Kadar air awal biji kakao berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji (kadar air dan pertumbuhan jamur) dan lemak (tekstur, asam lemak bebas dan pola kristalisasi).
2. Lama penyimpanan yaitu 0, 2 dan 4 bulan berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji (kadar air, nilai pH dan kecerahan warna biji) dan lemak (tekstur dan pola kristalisasi), berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur dan kadar asam lemak bebas.
3. Interaksi antara kadar air awal dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap perubahan sifat fisiko-kimia biji yaitu kadar air dan lemak (tekstur, asam lemak bebas dan pola kristalisasi).
4. Perlakuan yang paling baik adalah perlakuan A2B2, yaitu perlakuan dengan kadar air awal 9% dengan lama penyimpanan 2 bulan yang mempunyai sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao : KA sebesar 7,46%; pH sebesar 4,67; Kecerahan warna biji yaitu 20,23; kecerahan warna lemak sebesar 83,86 dan asam lemak bebas sebesar 1,05.

### 5.2 Saran

Penyimpanan banyak berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimia biji dan lemak kakao, untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap biji dan lemak kakao dengan perlakuan dan parameter pengamatan yang lebih luas dan terinci.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alikonis. 1979. *Candy Technology*. The AVI Publishing Inc. Westport. Connecticut.
- Anonim. 1984. *The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance : Cocoa Beans Chocolate Manufacturers Quality Requiremen*. London.
- Anonim. 2002. *ICCO Quaterly Buletin of Cocoa Statistics*. Vol. XXVIII. No. 2.
- Atmawinata O, Mawardi S. 1998. *Dukungan Lembaga Penelitian untuk Memantapkan Perkakaoan di Indonesia*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. No 14(1) : 1-9.
- 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.
- Beckett, S.T. 1988. *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Blackie and Son. London.
- Bond, E.J. 1973. *Chemical Control of Stored Grain Insect and Mites*. The AVI Publ. Co. Inc. Wesport J. Agr. Fd. Chem.
- BSN. 1995. Lemak Kakao. SNI 01-3748
- BSN. 2002. Biji Kakao. SNI 01-2323.
- Chaiseri, S. and P.S. Dimick. 1989. *Lipid and Hardness Characteristics of Cocoa Butters From Different Geographic Region*. J. Am. Oil Chem. Soc. 66 : 1771-1776.
- Chaiseri, s. and P.S. Dimick. 1995<sup>b</sup>. *Dynamic Crystallization of Cocoa Butters : II Morphological, Thermal and Chemical Characteristics During Crystal Growth*. J. Am. Oil Chem. Soc. 72 : 1497-1504.
- Charley, H. 1970. *Food Science*. The Ronald Press Company. New York.
- Chin, A.H.G dan Nushirwan Zainudin. 1984. *Characteristic of Malaysian Cocoa Butter*. Food Technology Division. MARDI. Serdang-Selangor.
- Demam, J.M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung. Penerbit ITB.
- Djatmiko, B dan A.P. Widjaja. 1985. *Teknologi Minyak dan Lemak 1*. Agro Industri press. Bogor.

- Effendi, S. 1989. *Penentuan Waktu Fermentasi Optimal Biji Kakao Berdasarkan Indeks fermentasi*. Menara Perkebunan. 57 (2) : 40-43.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, Vincent. 1991. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi*. Armico. Bandung.
- Hall, D. W. 1970. *Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Subtropical Area*. FAO. Rome.
- Heddy, S. 1990. *Budidaya Tanaman Coklat*. Angkasa. Bandung.
- Kartasapoetra, A. G. 1994. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lopes, A.S dan F.M.L Pascos. 1984. *Factors Influencing Cacao Bean Acidity : Fermentation, Drying and The Microflora*. Proc. 9<sup>th</sup> Int. Cacao res. Conf. Thome. Togo.P. 701-704.
- Meyer, L.H. 1980. *Food Chemistry*. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- Minifie, B.W. 1982. *Chocolate. Cocoa and Confectionery. Science and Technology*. Second Edition. Westport : AVI Publishing Company Inc. Westport. Connecticut.
- Muchtadi, T.R. 1997. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. IPB. Bogor.
- Nasution, Z. W. Ciptadi dan Betty Sri Laksmi. 1976. *Pengolahan Coklat*. Bogor : Departemen Teknologi Hasil Pertanian Fatemeta IPB.
- Prawoto, AA.1989. *Komposisi Asam Lemak pada Lemak Kakao dan Beberapa Faktor yang Mempengaruhinya*. Pelita Perkebunan. Jember.
- Powell, B.B. 1983. *A View from the IOCC on Cocoa Beans Desired by Manufacturers*. The Second National Cocoa Conference. Medan.
- Rohan, T.A. 1963. *Processing of raw Cocoa for the Market*. Food and Agriculture. Rome.
- Samson, R.A; E.S Hoekstra; J.C Frisvad dan O. Fittenborg. 1996. *Introduction to Food-Borne Fungi*. The Netherlands. Centraalbureau Vor Schimmel Cultures.

- Selamet, J., J. Thien and T. N. Yap. 1990. *Effect of Drying on Acidity and Volatile Fatty Acid Content of Cocoa Beans*. J. Sci. Food Agric. 65 : 67-75.
- Soeriapoetra, D. 1974. *Budidaya Cokelat*. Diktat Penjenjangan Pegawai Perkebunan Swasta Nasional. Jawa Barat.
- Soesarsono. 1981. *Teknis Pengolahan dan Penyimpanan Bahan Hasil Pertanian*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Shukla, V.K.S dan K. Kragballe. 1998. *Exotic Butters as Cosmetic Lipids*. Inform
- Sudarmadji, S, Bambang Haryono dan Suhardi. 1997. *Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi ke-4. Liberty. Yogyakarta.
- Sulistyowati. 1986. *Beberapa Faktor Mutu Biji Kakao*. Warta Balai Penelitian Perkebunan. Jember. No : 5.
- Sulistyowati. 2000. *Kontaminasi Jamur pada Biji Kakao: Pengaruhnya terhadap Mutu dan Metode Penentuannya*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. Vol. 16 No. 1.
- Sulistyowati dan A.A Prawoto. 1991. *Sifat-sifat Fisiko-kimia Lemak Kakao dan Faktor-faktor yang Berpengaruh*. Pelita Perkebunan Pusat Penelitian Perkebunan. Jember. No : 2 (7).
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat : Budidaya Pengolahan dan Aspek Ekonominya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Susanto. 1994. *Kakao. Budidaya dan Pengolahan Hasil*. Kanisius. Yogyakarta.
- Taib. 1987. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Melton Mitra. Jakarta.
- Utomo, C. 1991. *Gangguan Jamur dan Hama Gudang pada Biji Kakao di Gudang*. Berita Penelitian Perkebunan. Pusat Penelitian Perkebunan. Medan. No : 2 (1).
- Winarno, F.G. 1982. *Kimia Pangan*. Puslitbangtepa-Food Teach Development Centre IPB. Bogor.
- Wood, G.A.R dan R.A Lass. 1989. *Cocoa*. Longman Singapore Publisher Ltd. Singapore.



Yusianto dan T. Wahyudi. 1991. *Pengolahan Kakao Mulia dengan Metode Sime Cadbury. Pengaruh Lama Penyimpanan Buah, Lama Fermentasi dan Sifat Fisiko-Kimia Buah*. Pelita Perkebunan. Pusat Penelitian Perkebunan. Jember. Volume 7 No : 2.



**Lampiran 1. Data Pengamatan Kadar Air**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	5,40	5,81	6,45	17,66	5,89
A1B2	6,68	6,41	7,14	20,23	6,74
A1B3	7,84	7,57	7,64	23,05	7,68
A2B1	9,14	9,94	9,12	28,20	9,40
A2B2	7,65	7,19	7,54	22,38	7,46
A2B3	8,69	8,95	8,41	26,05	8,68
A3B1	9,65	10,25	9,97	29,87	9,96
A3B2	7,49	7,75	7,23	22,47	7,49
A3B3	8,41	8,24	9,02	25,67	8,56
Jumlah	70,95	72,11	72,52	215,58	
Rata-rata	7,88	8,01	8,06		7,98

**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7 %	17,66	20,23	23,05	60,94	6,77
9 %	28,20	22,38	26,05	76,63	8,51
11%	29,87	22,47	25,67	78,01	8,67
Jumlah	75,73	65,08	74,77		
Rata-rata	8,41	7,23	8,31		

**Lampiran 2. Data Pengamatan Nilai pH Biji Kakao**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	4,555	4,510	4,545	13,61	4,54
A1B2	4,625	4,640	4,630	13,90	4,63
A1B3	4,295	4,640	4,635	13,57	4,52
A2B1	4,555	4,640	4,505	13,70	4,57
A2B2	4,645	4,655	4,715	14,02	4,67
A2B3	4,285	4,570	4,255	13,11	4,37
A3B1	4,480	4,525	4,540	13,55	4,52
A3B2	4,765	4,705	4,725	14,20	4,73
A3B3	4,380	4,395	4,555	13,33	4,44
Jumlah	40,59	41,28	41,11	122,97	
Rata-rata	4,51	4,59	4,57		4,55

**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7 %	13,61	13,90	13,57	41,08	4,56
9 %	13,70	14,02	13,11	40,83	4,54
11%	13,55	14,20	13,33	41,07	4,56
Jumlah	40,86	42,11	40,01		
Rata-rata	4,54	4,68	4,45		

**Lampiran 3. Data Pengamatan Warna Biji Kakao**

Perlakuan	L*	a*	b*	Warna
A1B1	43.70	89.755	38.683	Merah kecokelatan dan buram
A1B2	18.88	17.730	11.545	Kuning kecokelatan gelap
A1B3	17.61	16.393	14.163	Kuning kecokelatan gelap
A2B1	45.60	87.628	37.330	Merah kecokelatan dan buram
A2B2	20.23	17.807	11.845	Kuning kecokelatan gelap
A2B3	20.19	15.555	13.272	Cokelat gelap
A3B1	46.36	88.358	36.010	Merah kecokelatan dan buram
A3B2	20.36	17.837	13.253	Cokelat tua
A3B3	19.06	16.407	12.528	Cokelat gelap

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	42,90	50,35	37,86	131,10	43,70
A1B2	18,90	19,61	18,13	56,64	18,88
A1B3	17,21	19,90	15,72	52,83	17,61
A2B1	47,59	44,22	44,99	136,80	45,60
A2B2	18,47	18,87	23,34	60,68	20,23
A2B3	21,68	19,11	19,78	60,57	20,19
A3B1	48,23	46,57	44,29	139,08	46,36
A3B2	19,33	23,79	17,95	61,07	20,36
A3B3	19,15	19,00	19,02	57,17	19,06
Jumlah	253,45	261,40	241,06	755,91	
Rata-rata	28,16	29,04	26,78		28,00

**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata	
	Tunggal A	0	2			4
7 %		131,10	56,64	52,83	240,56	26,73
9 %		136,80	60,68	60,57	258,04	28,67
11%		139,08	61,07	57,17	257,31	28,59
Jumlah		406,97	178,38	170,56		
Rata-rata		45,22	19,82	18,95		

**Lampiran 4. Data Pengamatan Prosentase Biji Berjamur****4.1 Data Pengamatan dengan Uji Belah (*Cut Test*)**

Perlakuan	Prosentase Biji Berjamur (%)
A1B1	0
A1B2	0
A1B3	0
A2B1	0
A2B2	0
A2B3	0
A3B1	0
A3B2	0
A3B3	0

**4.2 Data Pengamatan dengan Penanaman**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0,71	1,39	1,83	3,93	1,31
A1B2	1,39	2,76	3,24	7,39	2,46
A1B3	1,39	0,71	0,71	2,80	0,93
A2B1	4,20	4,03	3,65	11,88	3,96
A2B2	2,19	3,01	3,65	8,85	2,95
A2B3	1,39	3,65	1,39	6,43	2,14
A3B1	3,24	3,65	3,45	10,35	3,45
A3B2	3,45	1,83	3,01	8,30	2,77
A3B3	1,39	3,01	3,65	8,06	2,69
Jumlah	19,34	24,05	24,60	67,99	
Rata-rata	2,15	2,67	2,73		2,52

**Tabel 2 Arah A x B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7 %	3,93	7,39	2,80	14,12	1,57
9 %	11,88	8,85	6,43	27,17	3,02
11%	10,35	8,30	8,06	26,70	2,97
Jumlah	26,16	24,55	17,29		
Rata-rata	2,91	2,73	1,92		

**Lampiran 5. Data Pengamatan Warna Lemak Kakao**

Perlakuan	L*	a*	b*	Warna
A1B1	82.72	- 5.07	28.57	Kuning pucat
A1B2	85.19	- 6.69	30.62	Kuning pucat
A1B3	84.27	- 7.16	29.49	Kuning pucat
A2B1	84.39	- 6.31	27.75	Kuning pucat
A2B2	83.83	- 7.27	28.75	Kuning pucat
A2B3	85.06	- 7.03	30.81	Kuning pucat
A3B1	83.85	- 4.39	27.74	Kuning pucat
A3B2	82.81	- 7.16	29.24	Kuning pucat
A3B3	82.74	- 7.41	28.26	Kuning pucat

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	82,98	82,53	82,66	248,17	82,72
A1B2	85,11	85,24	85,22	255,57	85,19
A1B3	85,58	84,15	83,07	252,80	84,27
A2B1	84,62	84,44	84,10	253,16	84,39
A2B2	84,19	83,43	83,97	251,59	83,86
A2B3	85,02	85,21	84,94	255,17	85,06
A3B1	83,85	83,99	93,70	261,54	87,18
A3B2	82,94	82,38	83,12	248,44	82,81
A3B3	84,04	82,28	81,89	248,21	82,74
Jumlah	758,33	753,65	762,67	2274,65	
Rata-rata	84,26	83,74	84,74		84,25

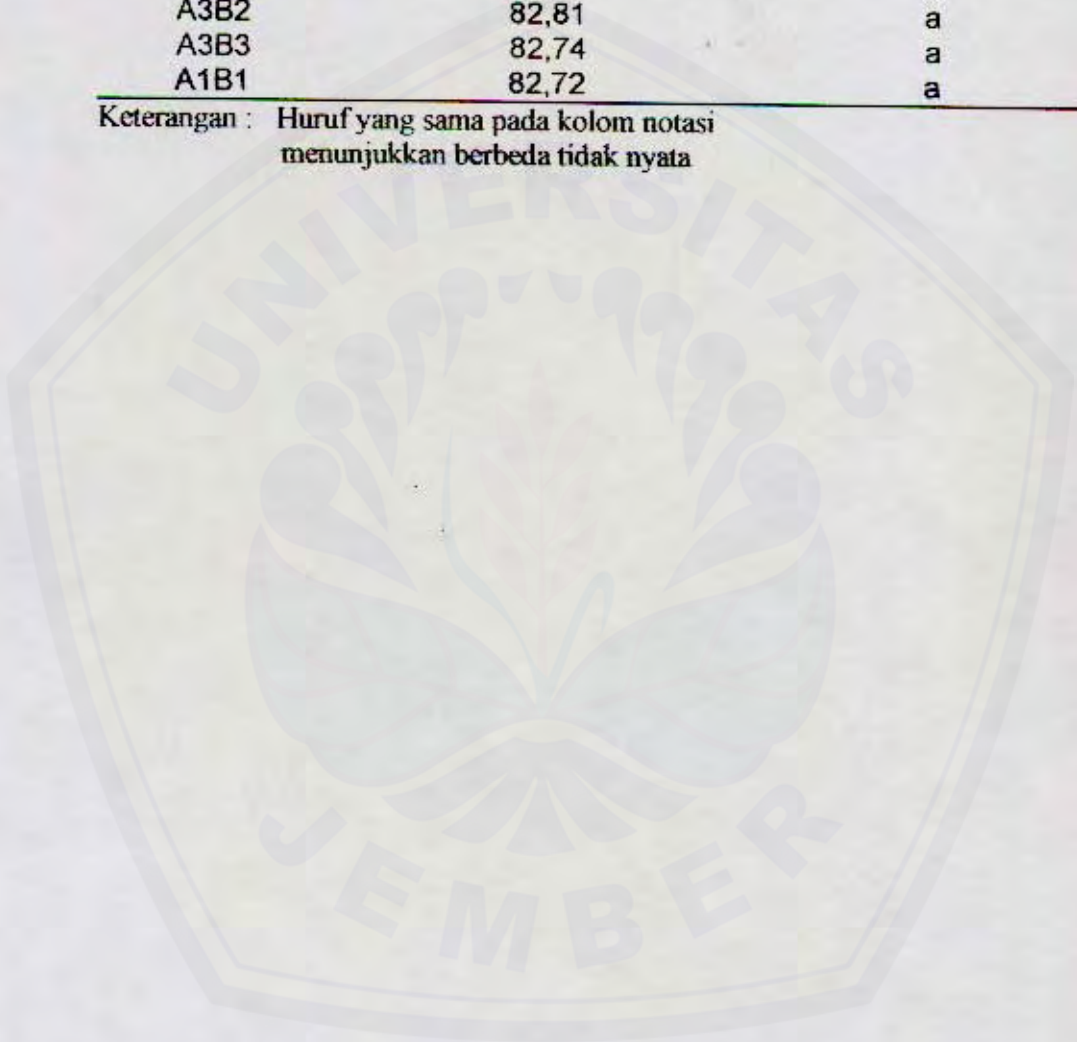
**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7 %	248,17	255,57	252,80	756,54	84,06
9 %	253,16	251,59	255,17	759,92	84,44
11%	261,54	248,44	248,21	758,19	84,24
Jumlah	762,87	755,60	756,18		
Rata-rata	84,76	83,96	84,02		

**Hasil Uji Duncan dengan Taraf Kepercayaan 5%**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A3B1	87,18	a
A1B2	85,19	a
A2B3	85,06	a
A2B1	84,39	a
A1B3	84,27	a
A2B2	83,86	a
A3B2	82,81	a
A3B3	82,74	a
A1B1	82,72	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata



**Lampiran 6. Data Pengamatan Tekstur Lemak Kakao**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0,04800	0,04817	0,04800	0,14417	0,04806
A1B2	0,09600	0,09630	0,09600	0,28830	0,09610
A1B3	0,14400	0,14400	0,14400	0,43200	0,14400
A2B1	0,14450	0,14400	0,14400	0,43250	0,14417
A2B2	0,24083	0,19200	0,19200	0,62483	0,20828
A2B3	0,28900	0,28900	0,28900	0,86700	0,28900
A3B1	0,33600	0,33717	0,33600	1,00917	0,33639
A3B2	0,38400	0,43350	0,43200	1,24950	0,41650
A3B3	0,48000	0,48167	0,48000	1,44167	0,48056
Jumlah	2,16233	2,16581	2,16100	6,48914	
Rata-rata	0,24026	0,24065	0,24011		0,24034

**Tabel 2 Arah A x B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7%	0,14417	0,28830	0,43200	0,86447	0,09605
9%	0,43250	0,62483	0,86700	1,92433	0,21381
11%	1,00917	1,24950	1,44167	3,70034	0,41115
Jumlah	1,58584	2,16263	2,74067		
Rata-rata	0,17620	0,24029	0,30452		

**Lampiran 7. Data Hasil Absorbansi Pola Kristalisasi Lemak Kakao**



**Lampiran 7. Data Hasil Absorbansi Pola Kristalisasi Lemak Kakao  
Delta Absorbansi Sampel B1**

Absorbansi	A1	A2	A3
0	0,000	0,000	0,000
5	0,025	0,031	0,188
10	0,067	0,019	0,171
15	0,023	0,025	0,171
20	0,015	0,039	0,195
25	0,025	0,089	0,248
30	0,151	0,401	0,198
35	0,062	1,258	0,223
40	0,216	1,635	0,254
45	0,505	1,665	0,346
50	1,086	1,624	0,481
55	1,618	1,704	0,627
60	1,774	1,668	0,825
65	2,121	1,717	1,244
70	2,232	1,703	1,697
75	2,232	2,258	1,787
80			1,893
85			2,209
90			2,406
95			2,406

**Delta Absorbansi Sampel B2**

Absorbansi	A1	A2	A3
0	0,000	0,000	0,000
5	0,038	0,030	0,025
10	0,058	0,023	0,030
15	0,038	0,017	0,030
20	0,029	0,030	0,028
25	0,033	0,016	0,018
30	0,031	0,017	0,027
35	0,081	0,017	0,062
40	0,131	0,025	0,086
45	0,416	0,045	0,174
50	0,972	0,079	0,396
55	1,509	0,236	0,661
60	1,644	0,570	1,138
65	1,796	1,129	1,548
70	2,059	1,604	1,661
75	2,170	1,733	1,994
80	2,237	2,056	2,099
85	2,237	2,241	2,246
90		2,272	2,246
95		2,272	

**Delta Absorbansi Sampel B3**

Absorbansi	A1	A2	A3
0	0,000	0,000	0,000
5	0,008	0,033	0,031
10	0,013	0,024	0,005
15	0,020	0,033	0,016
20	0,038	0,019	0,016
25	0,008	0,092	0,014
30	0,021	0,034	0,019
35	0,016	0,027	0,026
40	0,040	0,029	0,024
45	0,057	0,056	0,043
50	0,135	0,058	0,099
55	0,292	0,089	0,151
60	0,680	0,174	0,320
65	1,227	0,506	0,643
70	1,554	1,344	1,011
75	1,706	1,710	1,654
80	2,046	1,793	1,765
85	2,197	1,802	1,784
90	2,226	2,265	1,790
95	2,226	2,265	2,273

**Lampiran 8. Data Pengamatan FFA**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0,91	0,95	0,95	2,81	0,94
A1B2	0,98	1,05	1,05	3,08	1,03
A1B3	1,05	1,08	1,08	3,21	1,07
A2B1	0,88	0,98	0,98	2,84	0,95
A2B2	1,09	1,03	1,03	3,15	1,05
A2B3	1,03	1,13	1,13	3,29	1,10
A3B1	0,86	0,95	0,95	2,76	0,92
A3B2	1,08	0,89	0,89	2,86	0,95
A3B3	0,86	0,87	0,87	2,60	0,87
Jumlah	8,74	8,93	8,93	26,60	
Rata-rata	0,97	0,99	0,99		0,99

**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	0	2	4		
7 %	2,81	3,08	3,21	9,10	1,01
9 %	2,84	3,15	3,29	9,28	1,03
11%	2,76	2,86	2,60	8,22	0,91
Jumlah	8,41	9,09	9,10		
Rata-rata	0,93	1,01	1,01		

