

**SIFAT FISIKOKIMIA LEMAK KAKAO DARI DAERAH BALI,  
JAWA TIMUR DAN SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**

Asal :	Hadiah Pembelian :	Klasifikasi R41.3 FIT s
Terima Isi :	12 MAR 2007	
No. Induk :		
Pengkatalog :		

Oleh :

**Nur Fitriyah**  
991810301004

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

2007

PERSEMBAHAN

1. *Ibunda,*

Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang telah diberikan yang tidak dapat diganti dengan apapun dan hanya Allah SWT yang mampu membalas segala pengorbananmu;

2. *Ayahanda,*

Terima kasih atas segala nasehat serta pengorbanannya yang telah dengan tulus hingga hari ini;

3. *Keluargaku di Perumnas Patrang, Khususnya Suamiku Khusdzaqie dan puteraku yang lucu M. Kaka Gabriel Ilah tersayang dan tercinta, terima kasih atas dukungan, semangat dan nasehat yang diberikan;*

4. *Keluargaku di Talang Sari, terima kasih atas dukungan moril dan spiritualnya;*

5. *Keluargaku di Situbondo*

4. *Teman-temanku*

- *Ni Wayan Suwandari*

- *Yohana Ristyarini*

*(terima kasih atas bantuan serta persahabatan yang telah kalian berikan akan tidak bisa dengan mudah untuk aku lupakan)*

5. *Rekan-rekan Jurusan Kimia angkatan 1999*

6. *Almamaterku yang aku banggakan Universitas Jember*

**MOTTO**

***Amat Rugilah Manusia Yang Tidak Memanfaatkan  
Waktunya Untuk Berbakti  
(Surat Al 'Ashir : 103)***

***Pertolongan dan Kemenangan Itu Datangnya Dari Allah  
Untuk Itu Pujilah "Dia"  
(Surat An Nashr : 110)***

***Sholat Dan Berkorban Tanda Bersyukur Kepada Nikmat Allah  
(Surat Al Kautsar : 108)***

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Fitriyah

NIM : 991810301004

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Sifat Fisikokimia Lemak Kakao Dari Daerah Bali, Jawa Timur Dan Sulawesi Selatan* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2007

Yang Menyatakan,



Nur Fitriyah

NIM. 991813031004

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Sifat Fisikokimia Lemak Kakao Dari Daerah Bali, Jawa Timur Dan Sulawesi Selatan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : **KAMIS**

Tanggal : **08 MAR 2007**

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (DPU),



Ir. Neran, M. Kes  
NIP. 130 521 900

Sekretaris (DPA),



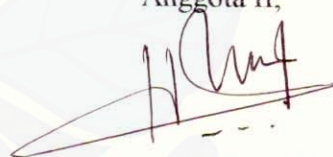
Ir. Sulistyowati  
NIK. 111 000 115

Anggota I,



drh. Wuryanti Handayani, M.Si  
NIP. 131 459 744

Anggota II,



Asnawati, S.Si, M.Si  
NIP. 132 240 146

Mengesahkan

Dekan FMIPA UNIVERSITAS JEMBER



Ir. Sumadi, MS

NIP. 130 368 784

## RINGKASAN

**Sifat Fisikokimia Lemak Kakao Dari Daerah Bali, Jawa Timur, Dan Sulawesi Selatan**, Nur Fitriyah, 991810301004, 61 halaman, Jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Perkembangan kakao (*Theobroma Cacao L.*) dimulai sejak tahun 1975 sampai awal tahun 1990, dunia dihadapkan pada kenaikan konsumsi kakao. Tingkat pertumbuhan konsumsi kakao dunia akan meningkat, sehingga dengan kondisi ini Indonesia sebagai negara produsen mempunyai peluang untuk meningkatkan produksinya. Tetapi rendahnya mutu biji kakao Indonesia menyebabkan Indonesia sulit bersaing dipasar dunia.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sifat fisikokimia lemak kakao dari daerah penghasil kakao (Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan) yang meliputi analisa kekerasan, pola kristalisasi, titik cair, warna, komposisi asam lemak penyusun triasilgliserol (TAG) dan bilangan iod.

Biji kakao kering yang dikupas kulitnya yang digunakan dalam penelitian ini diekstraksi terlebih dahulu yang kemudian dimurnikan sehingga menghasilkan lemak kakao murni, dimana lemak murni inilah yang digunakan untuk analisa.

Dilihat dari sifat fisikokimia lemaknya, biji kakao yang dianalisa mempunyai rata-rata kekerasan dari daerah Bali 25.926 N, Jawa Timur 28.560 N, dan Sulawesi Selatan 13.422 N. Berdasarkan titik cair rata-rata yang dihasilkan oleh daerah Bali 41.1<sup>0</sup>C, Jawa Timur 39.3<sup>0</sup>C dan Sulawesi Selatan 52.3<sup>0</sup>C, pola kristalisasi pada daerah Bali menghasilkan pola yang hampir sama dengan daerah Jawa Timur dan pada daerah Sulawesi Selatan hanya 2 sampel yang dapat dilihat pola kristalisasinya, hal ini disebabkan lemak pada sampel Sulawesi Selatan lainnya lebih cepat mengkristal sehingga tidak dapat diamati pola kristalisasinya. Pada analisa warna, hampir semua sampel dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan mempunyai warna yang sama yaitu kuning jelas dan kuning pucat namun terdapat 1 sampel dari Jawa Timur dan 2 sampel dari Sulawesi Selatan yang mempunyai warna kuning sangat pucat dan kuning buram. Hasil analisa GC menunjukkan asam lemak linolenat yang mendominasi pembentukan

lemak, yaitu pada daerah Bali 90.2425 %, Jawa Timur 85.5424 % dan Sulawesi Selatan 56.9420 %. Dan untuk analisa bilangan iod daerah Bali dan Jawa Timur mempunyai rata-rata hasil yang hampir sama yaitu 4.48 dan 4.57 tiap 0.5 gram lemak sedangkan Sulawesi Selatan 2.89 tiap 0.5 gram sampel lemak.

Berdasarkan sifat fisikokimianya, lemak kakao dari daerah Bali dan Jawa Timur bersifat “ lemak keras” dibandingkan dengan Sulawesi Selatan yang bersifat “lemak lunak”, dimana hal ini dibuktikan dengan titik cair, bilangan iod yang tinggi dan hasil pengujian sifat fisikokimia lainnya berbeda. Namun lemak kakao dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan sangat rentan terhadap kerusakan lemak kakaonya yaitu adanya proses kimia (proses oksidasi) dimana asam lemak yang dihasilkan dari analisa merupakan asam lemak tak jenuh tinggi.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulisan naskah Skripsi yang berjudul *Sifat Fisikokimia Lemak Kakao dari Daerah Bali, Jawa Timur Dan Sulawesi Selatan* dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan naskah Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis guna menyelesaikan studi pada program Sarjana (S1) Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materiil. Karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sumadi, MS selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Neran, M.Kes selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan serta arahan didalam penulisan Skripsi ini hingga selesai;
3. Ibu Ir. Sulistyowati selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan serta arahan dan juga kesempatan untuk mengadakan penelitian di PUSLIT Kopi dan Kakao Jember;
4. Ibu drh. Wuryanti H, M.Si, selaku dosen penguji I, yang telah meluangkan waktunya guna menguji skripsi ini dan memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Ibu Asnawati, S.Si, M.Si, selaku dosen penguji II, yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini
6. Ibunda tercinta terima kasih atas semangat dorongan, doa serta nasehat-nasehatnya;
7. Kepada semua staf PUSLIT Kopi dan Kakao Jember, yang telah membantu dalam proses menyelesaikan penelitian;



8. Dosen-dosen FMIPA universitas Jember yang khususnya dosen-dosen di jurusan Kimia yang telah memberikan ilmunya;
9. semua teknisi laboratorium di jurusan Kimia, khususnya mas Dul Kholim yang banyak membantu di laboratorium Biokimia;
10. teman-teman angkatan 1999 yang sudah lulus (khususnya Wayan dan Yohana sahabatku), yang banyak memberikan semangat;
11. semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu kelancaran penulisan skripsi ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis sadar bahwa dalam skripsi ini masih ada kesalahan dan kekurangan dalam hal penulisan, oleh karena itu penulis mohon maaf jika ada kesalahan dalam penulisan Skripsi ini dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tanaman Kakao.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Criollo.....	4
2.1.2 Forastero .....	5
2.1.3 Trinitario .....	5
<b>2.2 Lemak Kakao .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Sifat Fisik Lemak Kakao .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Instrumentasi .....</b>	<b>18</b>
2.4.1 Spektroskopi UV Visibel .....	18
2.4.2 Kromatografi Gas .....	18
2.4.3 Kromatografi Lapis Tipis .....	18

2.4.4 Universal Testing Instrumen (Lloyd) .....	19
2.4.5 Chromameter .....	19
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Pengambilan Sampel .....</b>	<b>21</b>
3.2.1 Populasi .....	21
3.2.2 Sampel .....	21
a. Sampel Bali .....	21
b. Sampel Jawa Timur .....	22
c. Sampel Sulawesi Selatan .....	22
<b>3.3 Variabel yang ditentukan .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 Variabel Bebas .....	23
3.3.2 Variabel Kendali .....	23
<b>3.4 Bahan Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Alat Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.8 Prosedur Kerja .....</b>	<b>26</b>
3.8.1 Ekstraksi Lemak .....	26
3.8.2 Pemurnian Lemak .....	26
3.8.3 Pola Kristalisasi Lemak .....	26
3.8.4 Kekerasan Lemak .....	26
3.8.5 Asam Lemak Bebas Penyusun TAG .....	27
3.8.6 Titik Cair Lemak .....	27
3.8.7 Bilangan Iod .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Kekerasan Lemak Kakao.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Analisa Titik Cair.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Pola Kristalisasi Lemak .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Analisa Warna .....</b>	<b>33</b>
<b>4.5 Asam Lemak Bebas Penyusun TAG.....</b>	<b>34</b>

4.6 Analisa Bilangan Iod .....	36
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

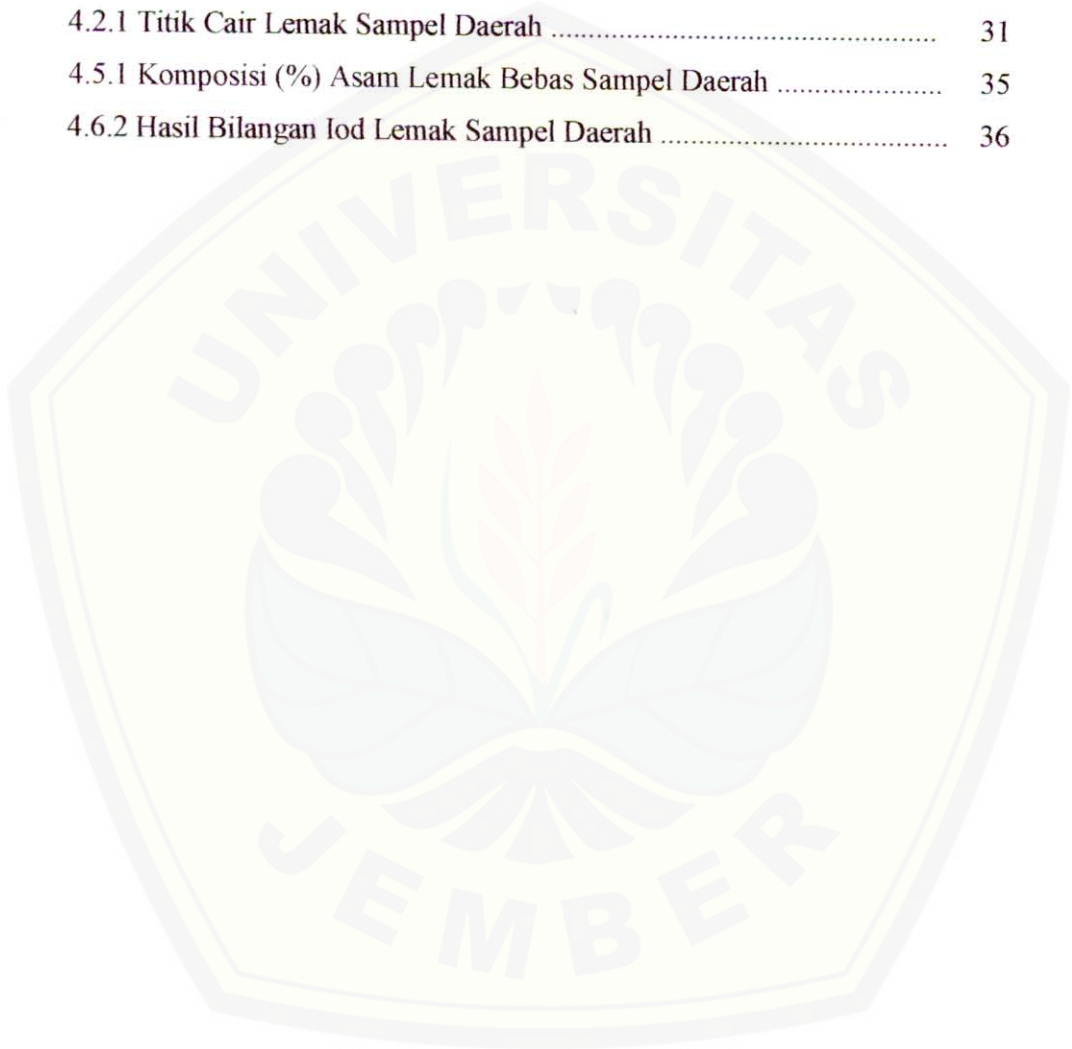


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.2.1 Proses Pembentukan Lemak .....	9
2.2.2 Kristal lemak dalam Bentuk Polimer $\beta$ $\beta'$ .....	10
2.2.4 Struktur Kristal Lemak Kakao Bentuk Triple Chain Length .....	13
2.2.5 Molekul Trigliserida Simetrik .....	14
2.2.6 Trigliserida Campuran Asimetrik .....	14
2.2.7 Bentuk Trigliserida Berdasarkan Arah Radikalnya .....	15
2.3.1 Pola Kristalisasi Lemak Kakao .....	17
2.4.2 Diagram Chromaticity .....	20
2.4.3 Chromaticity dan Lightness .....	20
3.7.1 Diagram Alir Penelitian .....	25
4.3.1 Grafik Pola Kristalisasi Daerah Jawa Timur .....	32
4.3.2 Grafik Pola Kristalisasi Daerah Bali .....	32
4.3.3 Grafik Pola Kristalisasi Daerah Sulawesi Selatan .....	33
4.5.1 Reaksi Trigliserida Terekstraksi Menghasilkan Lemak .....	35
4.6.1 Reaksi Dari Iod Yang Berlebihan .....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.2.3 Asam Lemak Pilihan dan Sumbernya .....	11
2.4.1 Penggolongan Lightness Chromameter .....	19
4.1.1 Tekanan Yang Dihasilkan Lemak Sampel Daerah .....	29
4.2.1 Titik Cair Lemak Sampel Daerah .....	31
4.5.1 Komposisi (%) Asam Lemak Bebas Sampel Daerah .....	35
4.6.2 Hasil Bilangan Iod Lemak Sampel Daerah .....	36



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Penelitian.....	43
A.1 Hasil Pengamatan Kekerasan Lemak Sampel .....	43
A.2 Hasil Pengamatan Titik Cair Lemak Sampel .....	44
A.3 Hasil Pengamatan Bilangan Iod Sampel .....	45
A.4 Hasil Pengamatan Warna Lemak Sampel .....	46
A.5 Hasil Karakterisasi Kakao .....	47
A.6 Hasil Pengamatan Pola Kristalisasi Lemak Sampel .....	48
A.7 Hasil Pengamatan Asam Lemak Bebas Lemak Sampel .....	58
B. Data Statistik .....	59
B.1 Statistik Data Sampel Analisa Kekerasan .....	59
B.2 Statistik Data Sampel Analisa Titik Cair .....	60
B.3 Statistik Data Sampel Analisa Bilangan Iod .....	61



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan komoditi yang dihasilkan oleh Indonesia untuk diekspor. Kakao yang dihasilkan ini berasal dari petani maupun perkebunan yang ada di Indonesia. Perkembangan pasar kakao dunia selang tahun 1995-1999 menempatkan Indonesia sebagai sumber kakao dunia ke-3 setelah Ivory Coast dan Ghana. Produksi kakao dunia mencapai puncaknya pada tahun 1995/1996 dengan produksi sebesar 2.916.000 ton. Produksi ini kemudian menyusut dan diperhitungkan hanya mencapai 2.707.000 ton pada tahun 1998/1999. Sementara itu kebutuhan dunia pada tahun 1995/1996 sebesar 2.713.000 ton dan terus meningkat hingga tahun 1998/1999 diperkirakan akan sebesar 2.800.000 ton. Stok biji kakao dunia pada tahun 1995/1996 sebesar 1.412.000 ton. Stok ini kemudian menyusut hingga pada tahun 1998/1999 diperkirakan tersisa sebesar 1.090.000 ton atau hanya 38,9 % dari kebutuhan (Anonim, 1999).

Produk olahan biji kakao kering digunakan untuk pabrik makanan coklat serta ekspor dalam bentuk lemak kakao, bubuk kakao, pasta kakao dan lain-lain. Lemak kakao sebenarnya merupakan komponen biji kakao yang paling berharga. Menurut Terink (1984) (Prawoto dan Karneni, 1994) kurang lebih produksi biji kakao dunia diserap oleh industri pengguna lemak kakao. Namun ternyata kakao Indonesia paling banyak diekspor dalam bentuk biji kakao 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 Indonesia dibanding bahan mentahnya yaitu biji kering disebabkan oleh beberapa kendala. Kendala-kendala tersebut antara lain kurang efisiennya pabrik yang ada karena keterbatasan alat yang digunakan, kurang mengutamakan kualitas biji kering yang digunakan untuk produk olahan sehingga mutu produk yang dihasilkan jelek, serta sistem penjualan yang masih dianggap lebih menguntungkan bila menjual kakao dalam bentuk biji kering juga pengolahannya lebih sederhana.



Indonesia dengan kepulauannya yang tersebar di sepanjang garis katulistiwa memiliki kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan kakao. Oleh karena itu terdapat beberapa sentra produksi kakao di Indonesia. Sebagai salah satu negara di Asia, Indonesia memiliki kondisi geografis yang memungkinkan untuk dihasilkannya *hard cocoa butter*. Menurut Chaiseri dan Dimick (1989) lemak kakao Indonesia (jumlah sampel 2) memiliki rentang variasi kekerasan yang besar. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan suhu lingkungan tempat biji kakao diproduksi, perbedaan varietas maupun kemungkinan adanya pertumbuhan jamur pada sampel kakao. Secara umum kondisi iklim di Indonesia sama, namun perbedaan suhu lingkungan, curah hujan, kelembaban, dan kondisi tanah dapat terjadi pada sentra produksi kakao yang berbeda. Keadaan ini memungkinkan kakao yang diproduksi di sentra produksi yang berbeda di Indonesia memiliki kekerasan lemak kakao yang berbeda.

Lemak kakao terdiri dari berbagai lipid sederhana dan kompleks. Variasi komponen dan komposisi lipid penyusun lemak kakao turut mempengaruhi sifat fisik lemak kakao, seperti kekerasan (Chaiseri dan Dimick, 1989) dan waktu induksi kristalisasi (Chaiseri dan Dimick, 1995<sup>a</sup>).

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, seperti *bath oil*, *night cream*, dan lipstik (Shukla dan Kragballe, 1998). Dalam industri coklat lemak kakao dicampur dengan massa kakao, gula, dan bahan-bahan lainnya untuk dibuat menjadi coklat (Powell, 1983). Karakteristik lemak kakao (sifat fisik dan kimia) berpengaruh terhadap produk akhir yang dihasilkan.

Lemak kakao dibutuhkan dalam beberapa industri ini karena sifat khasnya yaitu meleleh pada temperatur sekitar tubuh manusia serta cita rasanya yang lezat. Industri coklat sangat membutuhkan lemak kakao yang bersifat keras (*hard butter*) karena lebih tahan pada temperatur panas selama musim panas serta untuk dijual ke daerah tropis (Chin dan Zainuddin, 1984 dalam Prawoto dan Karneni, 1994).

Lemak kakao yang terdiri dari senyawa asam lemak tidak jenuh dan jenuh dimana masing-masing ester tersebut membutuhkan sifat fisikokimia dari lemak kakao, sehingga jumlah dan jenis dari ester menentukan sifat fisikokimia lemak kakao. Asam lemak yang tidak jenuh dalam lemak mampu menyerap sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Besarnya jumlah iod yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh.

Perkembangan pasar kakao dunia dan terbukanya peluang bagi Indonesia menyebabkan informasi karakteristik kakao Indonesia, termasuk karakteristik lemak kakao Indonesia menjadi penting. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik lemak kakao Indonesia. Karakteristik lemak kakao Indonesia dalam penelitian ini dikhususkan pada komposisi asam lemak penyusun triasilgliserol (TAG), bilangan iod, pola kristalisasi, kekerasan, warna dan titik cair lemak kakao.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Apakah kondisi geografis daerah penghasil kakao di Indonesia dapat mempengaruhi sifat fisikokimia lemak kakao ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui sifat fisikokimia lemak kakao yang meliputi kekerasan, pola kristalisasi, titik cair, analisa warna, komposisi asam lemak penyusun triasilgliserol (TAG), dan bilangan iod lemak kakao yang diperoleh dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai karakteristik lemak kakao yang diperoleh dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan. Informasi ini bermanfaat bagi industri yang menggunakan lemak kakao sebagai bahan baku produksinya.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kakao

Tanaman kakao termasuk marga *Theobroma cacao* L, suku dari *Sterculiaceae* yang banyak diusahakan oleh para pekebun, perkebunan swasta dan perkebunana negara. Sistematik tanaman kakao menurut Tjitrosoepomo adalah sebagai berikut:

- Devisio : *Spermatophyta*.
- Kelas : *Dicotyledoneae*.
- Ordo : *Malvales*.
- Familia : *Sterculiaceae*.
- Genus : *Theobroma*
- Spesies : *Theobroma cacao* L.

Kakao secara garis besar dapat dibagi menjadi dua tipe besar yaitu :

#### Criollo

- a. Criollo Amerika Tengah
- b. Criollo Amerika Selatan

#### Forastero

- a. Forastero Amazona
- b. Trinitario

#### 2.1.1 Criollo

Criollo termasuk kakao yang bermutu tinggi atau kakao mulia / edel cacao atau fine flavour cacao. Criollo memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Pertumbuhan tanaman kurang kuat dan produksinya relatif rendah. Tunas-tunas muda umumnya berbulu.
- b. Masa berbuah lambat.
- c. Agak peka terhadap serangan hama dan penyakit.
- d. Kulit buah tipis dan mudah diiris.
- e. Terdapat 10 alur yang letaknya berselang-seling, dimana lima alur agak dalam dan lima alur dangkal.

- f. Ujung buah umumnya berbentuk tumpul, sedikit bengkok, dan tidak memiliki *bottle neck*.
- g. Tiap buah berisi 30-40 biji, yang bentuknya agak bulat sampai bulat.
- h. Endospermanya berwarna putih.
- i. Proses fermentasinya lebih cepat dan rasanya tidak begitu pahit.
- j. Warna buah muda umumnya merah dan bila sudah masak menjadi oranye.

### 2.1.2 Forastero

Forastero umumnya termasuk kakao bermutu rendah atau disebut kakao curah / kakao curai / bulk cacao. Tipe forastero memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Pertumbuhan tanaman kuat dan produksinya lebih tinggi.
- b. Masa berbuah lebih awal.
- c. Umumnya diperbanyak dengan semai hibrida.
- d. Relatif lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit.
- e. Kulit buah agak keras tetapi permukaannya halus.
- f. Alur-alur pada kulit buah agak dalam.
- g. Ada yang memiliki *bottle neck* dan ada pula yang tidak memiliki.
- h. Endospermanya berwarna ungu-tua dan berbentuk gepeng.
- i. Proses fermentasinya lebih lama.
- j. Rasa biji lebih pahit.
- k. Kulit buah berwarna hijau terutama yang berasal dari Amazona dan berwarna merah yang berasal dari daerah lain.
- l. Contoh-contoh kako tipe forastero adalah : I CS, Sca, GC.

### 2.1.3 Trinitario

Trinitario merupakan hasil persilangan antara Criollo dan Forastero. Dari hasil persilangan ini terdapat jenis-jenis baru yang mutunya baik., buah dan bijinya besar. Sebagai contoh adalah klon Jati Runggo. Walaupun ciri-ciri bijinya seperti criollo namun merupakan hasil persilangan.

Jenis Trinitario dapat dibedakan menjadi empat golongan sebagai berikut :

- a. Angoleta, dengan ciri-ciri sebagai berikut :
  - a.1. Bentuk luar mendekati Criollo.
  - a.2. Kulit luar sangat kasar, tanpa *bottle neck*, buah besar, beralur dalam.

- a.3. Biji bulat, mutu superior.
- a.4. Endosperma / bijinya berwarna ungu.
- b. Cundeamor, dengan ciri-ciri sebagai berikut :
  - b.1. Bentuk buah seperti *Angoleta*, kulit buah kasar, *bottle neck* jelas, dan alur tidak dalam.
  - b.2. Bijinya gepeng dan mutu superior.
  - b.3. Endosperma ungu gelap.
- c. Amelodano, dengan ciri-ciri sebagai berikut :
  - c.1. Bentuk buah bulat telur, kulit sedikit halus, ada yang memiliki *bottle neck* ada pula yang tidak, dan alur-alurnya jelas.
  - c.2. Bijinya gepeng, mutu ada yang sedang dan ada yang superior.
  - c.3. Endosperma berwarna ungu.
- d. Calaba cillo, dengan ciri-ciri sebagai berikut :
  - d.1. Buahnya pendek dan bulat, kulitnya sangat halus dan licin, tanpa *bottle neck*, sedangkan alur-alur buahnya dangkal.
  - d.2. Biji gepeng dan rasanya pahit.
  - d.3. Endospermanya berwarna ungu.

Kakao merupakan tanaman tropis yang tumbuh dengan baik pada  $20^{\circ}\text{LS}$ – $20^{\circ}\text{LS}$  (Minifie, 1982). Pada daerah ini kakao membutuhkan suhu udara  $21$ – $32^{\circ}\text{C}$  dan curah hujan  $1150$ – $2500$  mm/tahun. Menurut Anonim (1997) kondisi pertumbuhan yang paling sesuai adalah pada garis lintang  $10^{\circ}\text{LS}$ – $10^{\circ}\text{LU}$ , ketinggian  $0$ – $600$  mdpl, curah hujan  $1500$ – $2500$  mm/tahun, bulan kering kurang dari 3 bulan, suhu maksimal  $30$ – $32^{\circ}\text{C}$ , suhu minimum  $18$ – $21^{\circ}\text{C}$ , dan kecepatan angin maksimal  $4$  m/detik. Menurut Less dan Jackson (1985) agar pertumbuhan kakao baik diperlukan kelembaban yang tinggi yaitu  $90$ – $100$  %, suhu  $25$ – $27^{\circ}\text{C}$ , suplai air cukup, kondisi tanah yang subur dan ruang yang cukup untuk tumbuh. 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 nutrien yang cukup (Minifie, 1982).

Chaiseri dan Dimick (1989) telah melakukan penelitian tentang kekerasan lemak kakao dari berbagai daerah. Hipotesis yang diambil adalah adanya kemungkinan terdapat perbedaan kekerasan lemak kakao karena perbedaan kondisi geografis asal biji kakao. Hasil penelitian ini menunjukkan lemak kakao yang berasal dari Asia dan Oceania merupakan lemak kakao yang paling keras. Lemak kakao dari Amerika utara dan tengah serta dari Afrika memiliki kekerasan sedang. Lemak kakao yang paling lunak berasal dari Amerika Selatan. Dengan demikian variasi iklim daerah pertumbuhan kakao mempengaruhi variasi sifat fisik dan kimiawi lemak kakao (Chaiseri dan Dimick, 1989).

Berdasarkan BMG (Departemen Perhubungan Badan meteorologi dan Geofisika, 2002) prakiraan umum curah hujan di daerah Bali curah hujan umumnya berkisar antara 1000-1500 mm kecuali Bali bagian tengah berkisar antara 1500-2000 mm, sedangkan di daerah Jawa Timur curah hujan umumnya berkisar antara 1500-2500 mm dan di daerah Sulawesi Selatan curah hujan umumnya berkisar antara 1000-1500 mm, kecuali Sulawesi Selatan bagian utara, sebagian besar Sulawesi Tengah, Gorontalo bagian barat dan sekitar Kendari berkisar antara 500-1000 mm. Daerah Bali yang terletak pada  $8,5^{\circ}$  LS dan  $115^{\circ}$  BT, sedangkan Jawa Timur yang terletak pada  $8^{\circ}$  LS dan  $112,5^{\circ}$  BT dan untuk Sulawesi Selatan terletak pada  $5^{\circ}$  LS dan  $120^{\circ}$  BT ( Soekirno Hardjodinomo, 1975), hal ini dapat mempengaruhi iklim daerah tersebut yang menentukan hasil akhir lemak kakao dimana pada daerah Bali mempunyai iklim yang kering dan memiliki jenis tanahnya yaitu tanah garam yang diakibatkan oleh curah hujan yang rendah kurang cukup untuk mencuci garam-garam yang selalu terbentuk oleh pelapukan batuan dan larut dalam air, sehingga evaporasi selama musim kering membawanya ke permukaan tanah yang terakumulasi di situ sebagai bahan garam biasa atau kerak (Darmawijaya, 1980). Sedangkan pada daerah Jawa Timur beriklim 2 yaitu musim penghujan dan musim kering memiliki jenis tanah grumosol dan pada daerah Sulawesi Selatan memiliki iklim paling kering karena curah hujan yang sangat rendah dibandingkan daerah lainnya dan memiliki jenis tanah laterik (Kanisius, 1972).

Warna yang membedakan Criollo dan Forastero sebagai kakao murni terletak pada kotiledon / endospermanya, hal ini disebabkan oleh adanya antosianin pada kotiledon Forastero. Antosianin selain mempengaruhi warna mempunyai peranan yang penting dalam memproduksi flavour yang unik pada kakao. Warna ungu antosianin pada Forastero memiliki asosiasi flavour yang sangat kuat, lebih sepat. Oleh karena itu Criollo yang tidak mempunyai antosianin merupakan kakao yang flavournya lebih lembut (*mild*). Namun dengan flavour *mild* ini Criollo dinyatakan sebagai kakao dengan kualitas superior dan lebih diinginkan. Namun Criollo memiliki kelemahan tanamannya lebih lemah dan lebih mudah terserang hama dan penyakit. Dalam penelitian ini Forastero lebih banyak digunakan karena pertumbuhannya yang sangat cepat dengan menghasilkan produksi yang tinggi juga lebih tahan terhadap hama penyakit.

Dari faktor-faktor di atas seperti jenis tanaman, tanah dan iklim dari masing-masing daerah dapat mempengaruhi lemak kakao yang dihasilkan dimana lemak kakao ini yang nantinya dibutuhkan dalam beberapa industri.

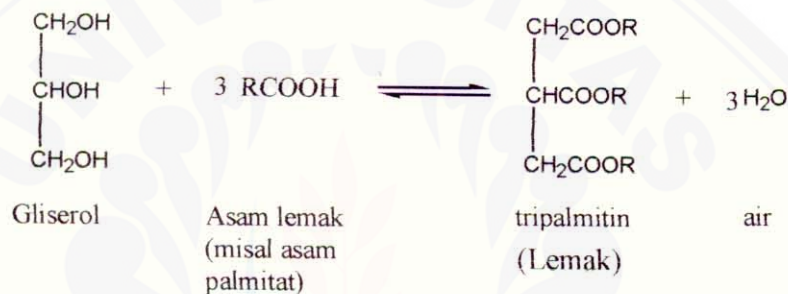
## 2.2 Lemak kakao

Lemak kakao merupakan lemak alami yang diperoleh dari biji kakao. Beberapa negara membatasi pengertian lemak kakao sebagai lemak alami yang diperoleh dari nib (keeping biji) kakao dengan pengepresan hidrolik atau ekspeler. FDA mendefinisikan lemak kakao sebagai lemak yang dapat dimakan yang diperoleh dari biji *Theobroma cacao* atau spesies yang sangat dekat, baik sebelum maupun sesudah penyangraian.

Kadar lemak biji kakao kurang lebih 55%. Lemak kakao tersimpan didalam struktur sel biji. Oleh karena itu untuk membebaskan lemak kakao diperlukan pengecilan ukuran dan pengepresan biji. Ekstraksi lemak dari biji kakao dapat dilakukan dengan cara yaitu : *Ekstraksi dengan menggunakan kempa hidrolik* adalah Pengepresan menggunakan kempa hidrolik dilakukan pada nib (keping biji) yang telah diberi perlakuan pemanasan pendahuluan. Lemak dari pengepresan ini kemudian disaring sehingga diperoleh lemak bersih (Minifie, 1982). Pengepresan dengan kempa hidrolik menurut Chaiser dan Dimick (1995)

dilakukan pada nib (keping biji) yang dihancurkan dan dipanaskan. Lemak yang diperoleh kemudian disentrifugasi untuk membersihkan lemak dari kotoran, nib (keping biji) dan bubuk kakao.

Dalam tanaman, lemak disintesis dari satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam lemak yang terbentuk dari kelanjutan oksidasi karbohidrat dalam proses respirasi. Proses pembentukan lemak dalam tanaman dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu pembentukan gliserol, pembentukan molekul asam lemak, kemudian kondensasi asam lemak dengan gliserol membentuk lemak. (Fessenden, 1999)



Gambar 2.2.1 Proses Pembentukan Lemak

Berdasarkan sifat kimianya, komposisi kimia lemak dapat dinyatakan dengan berbagai cara sebagai berikut :

1. Berdasarkan gliseridanya secara individual.
2. Berdasarkan kelompok gliserida tergantung derajat kejenuhannya.
3. Berdasarkan kelompok gliseridanya tergantung nomor karbonnya.

Secara umum lemak kakao tersusun atas lipida sederhana dan lipida kompleks. Chaiseri dan Dimick (1995<sup>a</sup>) telah melakukan penelitian terhadap 6 lemak kakao, dan menyatakan bahwa lemak kakao tersebut terdiri dari 99% lipid sederhana dan 0,3-0,8% glikolipid serta kurang dari 0,1-0,2% fosfolipid. Fraksi lipid sederhana tersusun atas 96,8-98% trigliserida dan 2,0-3,2% lipid minor. Lipid sederhana minor tersusun atas diasilgliserida (40,4-57,4%), asam lemak bebas (36,4-52,0%), sterol (3,8-6,4%) dan monoasilgliserida (1,1-1,4 %). Sterol



terdiri atas  $\beta$ -sitosterol (2,0-3,8%), stigmasterol (1,1-1,8%) dan campesterol (0,5-0,8%).

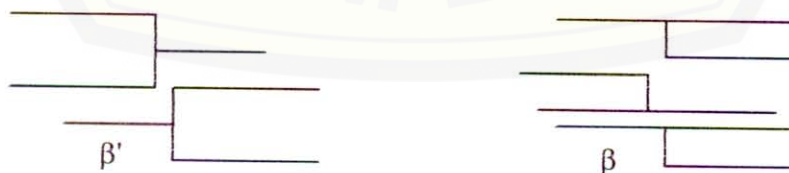
Asam lemak bebas sebagaimana umumnya lemak kakao terutama terdiri dari asam palmitat (29,3-32,2%), asam oleat (29,2-31,6%) dan asam stearat (24,5-27,8%). Diasilgliserida lemak kakao terutama terdiri dari asam oleat (37,7-42,3%), asam stearat (25,8-29,7%) dan asam palmitat (22,0-23,4%).

Wood dan Lass (1985) dalam Langkong (1998) mengemukakan bahwa lemak kakao terdiri dari campuran triasilgliserol. Lebih dari 70% triasilgliserolnya terdiri atas tipe 2-jenuh, 1-tak jenuh yaitu dipalmitoin (POP), oleodistearin (SOS) dan oleopalmitostearin (POS). Triasilgliserol tipe 1-jenuh, 2-tak jenuh prosentasenya sangat kecil.

Hui (1996) menyatakan bahwa lemak kakao didominasi oleh 3 asam lemak, yaitu palmitat (25%), stearat (36%) dan oleat (34%). Oleh karena itu, triasilgliserida yang dominan dalam lemak kakao adalah POS (36,3-41,2%), SOS (23,7-28,8%) dan POP (13,8-18,4%).

Bentuk dan ukuran kristal mempengaruhi sifat lemak pada makanan roti dan kue-kue. Bila suatu lemak didinginkan, hilangnya panas akan memperlambat gerakan molekul-molekul dalam lemak, sehingga jarak antara molekul-molekul lebih kecil. Jika jarak tersebut mencapai 5 Å, maka akan timbul gaya tarik-menarik antar molekul yang disebut gaya Van der Waals. Besarnya gaya ini hanya bisa dihitung pada molekul yang berantai panjang, seperti asam lemak dengan BM tinggi. Akibat adanya gaya ini, radikal-radikal asam lemak dalam molekul lemak akan tersusun berjajar dan saling bertumpuk serta berikatan membentuk kristal.

Hal diatas digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2.2 Kristal Lemak yang Mempunyai Bentuk Polimer, yaitu :  $\beta$ ,  $\beta'$  (intermediate)

Bentuk polimer yang khas pada suatu lemak tergantung pada kondisi terbentuknya kristal itu, perlakuan terhadap lemak sesudah kristalisasi, dan komponen-komponen asam lemak. Jika lemak didinginkan, terbentuk kristal  $\alpha$  yang segera menghilang berubah menjadi bentuk yang halus ( $\beta'$ ). Pada beberapa lemak bentuk  $\beta'$  ini stabil, tetapi dalam lemak lainnya kristal  $\beta'$  ini berubah menjadi bentuk intermediate dan akhirnya berubah menjadi bentuk  $\beta$  yang besar-besar (Winarno, 1984).

Chin dan Zainuddin (1984) dalam Chaiseri dan Dimick (1989) menyatakan bahwa curah hujan menyebabkan lemak kakao mengandung asam stearat, oleat triasilgliserol C-56 dan asam lemak bebas dalam jumlah besar, sedangkan panas matahari menyebabkan peningkatan kandungan asam palmitat. Menurut Berbert dan Alvim (1972) dalam Chaiseri dan Dimick (1989), curah hujan tidak mempengaruhi bilangan iodin namun panas matahari meningkatkan bilangan iodin lemak kakao.

Menurut Wartini (1994) 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 berdasarkan ukuran biji. Karakteristik yang paling baik dimiliki oleh kakao lindak golongan AA, namun golongan lainnya pun karakteristiknya masih masuk standart FAO.

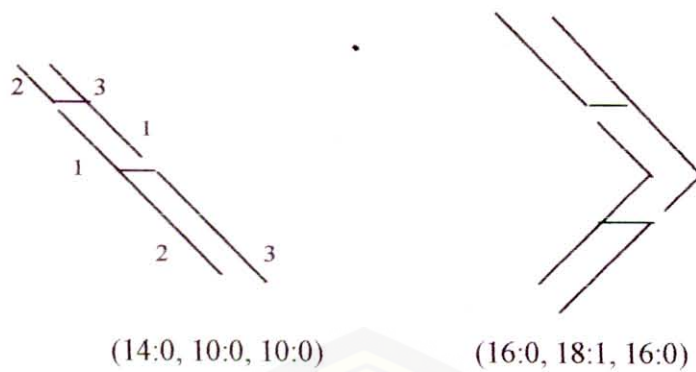
Tabel 2.2.3 Asam Lemak Pilihan dan Sumbernya

Nama asam	Struktur	Sumber
<b>Jenuh</b>		
Butirat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	Lemak susu
Palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$	Lemak hewani dan nabati
Stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$	Lemak hewani dan nabati

<b>Tak-Jenuh</b>		
Palmitoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Lemak hewani dan nabati
Oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Lemak hewani dan nabati
Linoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Minyak nabati
Linolenat	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Minyak biji rami
Arakidonat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)\text{CO}_2\text{H}$	Minyak nabati

(Fessenden, 1999)

Triasilgliserol dapat membentuk konfigurasi kursi atau garpu baik dalam bentuk cair maupun padat (Hui, 1996). Lebih lanjut dalam kondisi kristalin triasilgliserol umumnya berada dalam bentuk dimer. Pengepakan (*packing*) bentuk longitudinal dinyatakan dengan derajat tak jenuh dan panjang rantai asam lemaknya. Hampir semua triasilgliserol jenuh mengandung satu asam lemak tunggal, seperti SSS, dipak dalam struktur *double chain length*. Triasilgliserol yang memiliki asam lemak dengan panjang rantai yang bervariasi (perbedaan antara yang terpanjang dan yang terpendek lebih dari 4 atom C) dipak menjadi struktur *triple chain length*. Kondisi ini juga terjadi pada triasilgliserol yang memiliki satu asam lemak tak jenuh pada sn-2 (*stereospecific numbering-2*). Oleh karena itu kristal lemak kakao cenderung mengikuti bentuk *triple chain length* ( $\beta_3$ ).



Gambar 2.2.4 Struktur Kristal Lemak Kakao Bentuk Triple Chain Length ( $\beta_3$ ) (Gunstone dan Norris, 1983)

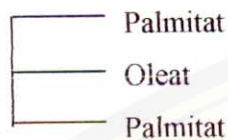
Kandungan asam linoleat jauh lebih tinggi dibandingkan asam lemak yang lain pada tahapan awal perkembangan biji. Kondisi ini menggambarkan keterkaitan antara komponen lemak seperti glikolipid dan fosfolipid dengan membran sel. Glikolipid dan fosfolipid merupakan komponen lipid polar yang terdapat dalam membran sel yang terdiri dari dua molekul asam linoleat. Komposisi asam lemak pada lemak kakao berubah sangat menyolok antara umur buah 130-150 hari. Perubahan utama adalah meningkatnya asam stearat dan menurunnya asam linoleat (Swern, 1982).

Pendapat ini didukung oleh Lehrian dkk. (1980) yang menyatakan bahwa tingkat kematangan buah berpengaruh terhadap komponen lemak baik terhadap triasilgliserol, komponen minor (fosfolipid) maupun masing-masing asam lemak. Triasilgliserol sebagai komponen utama lemak kakao meningkat kadarnya dari 69% (fraksi total) pada umur buah 130 hari menjadi 96% pada umur buah 175 hari. Komponen minor seperti monoasilgliserol, sterol, asam lemak bebas, glikolipid dan fosfolipid mengalami penurunan dengan meningkatnya kematangan buah.

Lemak kakao yang diperoleh dari buah yang tumbuh dan berkembang di daerah rendah memiliki triasilgliserol dengan dua asam lemak tak jenuh yang tinggi (Lehrian dkk, 1980 dalam Chaiseri dan Dimick, 1989) dan asam lemak tak jenuh yang tinggi seperti oleat dan linoleat (Barbert, 1976 dalam Chaiseri dan Dimick, 1989). Apabila ketiga asam lemak yang berikatan dengan gliserol sama,

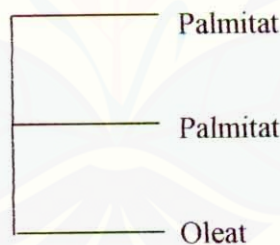
akan terbentuk trigliserida sederhana, tetapi hal ini jarang terjadi. Bila ketiga radikal asam lemak berbeda, atau dua sama dan satu berbeda, disebut trigliserida campuran.

Biasanya bila dua radikal asam lemak yang sama, maka yang berbeda melekat pada C tengah ( $\beta$  atau 2), dihasilkan molekul yang simetrik, misalnya :



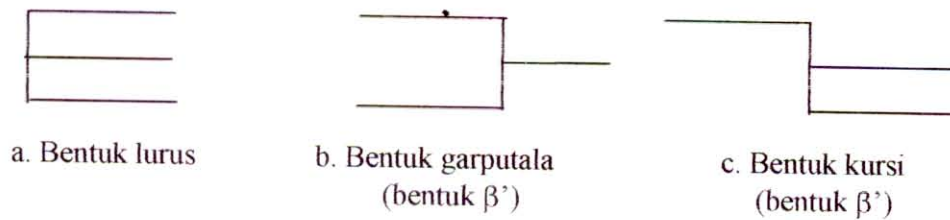
Gambar 2.2.5 Molekul Trigliserida Simetrik

Kadang-kadang radikal asam lemak yang berbeda menduduki atom C- $\alpha$  atau  $\alpha'$  (*alpha prime*), yaitu C ujung, akan menghasilkan molekul yang asimetrik. Trigliserida-trigliserida lemak kakao mempunyai susunan J-T-J (T = asam lemak tak jenuh; J = asam lemak jenuh) dan biasanya asam lemak jenuh (J) terdapat pada tempat nomor 1. Campuran trigliserida yang banyak terdapat misalnya palmitil diolein, oleil dipalmitin, atau dipalmitilstearin.



Gambar 2.2.6 Trigliserida Campuran yang Asimetrik

Ada tiga macam penulisan susunan molekul trigliserida berdasarkan arah radikal-radikal asam lemaknya yaitu: ketiga radikal asam lemak mempunyai arah yang sama, atau arah radikal asam lemak pada atom C- $\beta$  berlawanan arah dengan radikal-radikal asam lemak di ujung (bentuk garputala), dan radikal asam lemak pada C- $\alpha$  berlawanan arah dengan radikal asam lemak yang lain (bentuk kursi). Biasanya hal ini terjadi pada trigliserida jenuh (Winarno, 1984).



Gambar 2.2.7 Bentuk Trigliserida Berdasarkan Arah Radikalnya

Bentuk  $\alpha$  dan  $\beta$  dalam molekul trigliserida yang paling stabil adalah bentuk  $\beta$ . Bentuk  $\alpha$  dan  $\beta$  ini ditentukan oleh gugus hidroksil pada karbon no.1 pada struktur penyusun trigliseridanya. Gugus karbon karbonil dari masing-masing asam lemak penyusun trigliserida merupakan karbon anomerik yaitu gugus karbon yang menjadi kiral dalam reaksi siklisasi. Dari reaksi siklisasi terbentuklah suatu gugus hemiasetal. Dua akibat terpenting dari reaksi siklisasi ini adalah terbentuk sebuah karbon kiral baru (karbon no.1) dan akan dihasilkan sepasang diastereomer. Diastereomer adalah asam lemak yang berbeda hanya dalam konfigurasi pada karbon no. 1 yang disebut anomer satu terhadap yang lain (Fessenden, 1999). Diastereomer ini berbeda pada sifat fisik dan optiknya dan dari sifat keduanya ini diperoleh bentuk yang murni. Dari sifat fisik dan rotasi optiknya, bentuk  $\alpha$  dan  $\beta$  dapat mempengaruhi bentuk kristal dari trigliseridanya. Bentuk-bentuk ini yang mengalami mutarotasi berubah perlahan-lahan sampai mencapai suatu harga kesetimbangan dengan bentuk rantai terbuka dan dengan anomer lainnya. Pada saat mencapai harga kesetimbangan inilah bentuk  $\beta$  lebih stabil dibandingkan dengan bentuk  $\alpha$  dan akan menghasilkan bentuk kristal yang lebih banyak (Charles W, 1980).

### 2.3 Sifat Fisik Lemak Kakao

Berdasarkan Sifat fisiknya, setiap asam lemak penyusun trigliserida memiliki titik cair yang berbeda. Misalnya asam laurat mempunyai titik cair  $44,2^{\circ}\text{C}$ , miristat  $54,4^{\circ}\text{C}$ , palmitat  $62,9^{\circ}\text{C}$ , stearat  $69,6^{\circ}\text{C}$ , oleat  $16,3^{\circ}\text{C}$  (Meyer, 1960). Lemak kakao berbentuk padat pada suhu kamar. Menurut SNI (Anonim, 1999) lemak kakao yang baik memiliki rentang titik cair  $31-35^{\circ}\text{C}$ .

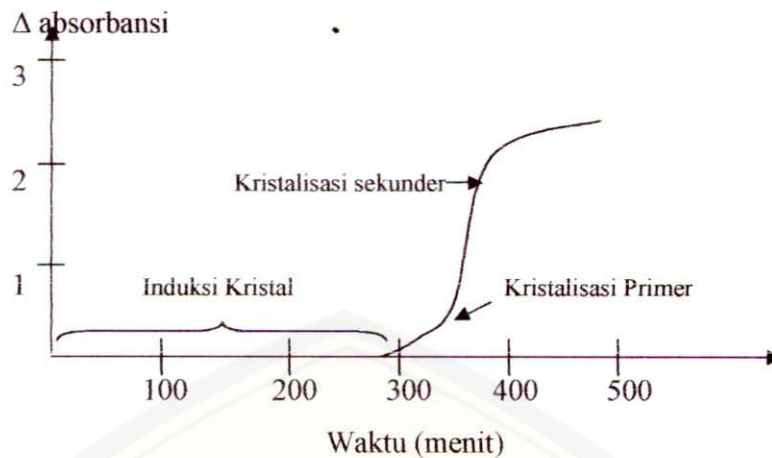
Lemak kakao yang mengalami pemadatan dapat membentuk berbagai bentuk kristal atau bersifat polimorfis. Setiap bentuk kristal memiliki titik cair yang berbeda dan dapat mengalami transisi dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Karakteristik dan titik cair kristal-kristal tersebut dipengaruhi oleh komposisi lemaknya. Lemak kakao termasuk lemak yang relatif sederhana dibandingkan lemak-lemak yang lain memiliki komposisi yang kompleks (Minifie, 1982). Lemak kakao yang terutama tersusun atas asam oleat, palmitat dan stearat dengan sedikit linoleat dan arakidonat.

Konfigurasi di sekitar ikatan rangkap apa saja dalam asam lemak alamiah adalah *cis*, suatu konfigurasi yang menyebabkan titik leleh minyak itu rendah. Asam lemak jenuh membentuk rantai “zig-zag” yang dapat cocok satu sama lain, secara mampat, sehingga gaya tarik van der Waalsnya tinggi, oleh karena itu lemak-lemak jenuh itu bersifat padat. Jika beberapa ikatan rangkap *cis* terdapat dalam rantai, molekul itu tidak dapat membentuk kisi yang rapi dan mampat, tetapi cenderung untuk melingkar; trigliserida tak-jenuh-ganda (*polyunsaturated*) cenderung berbentuk minyak.

Kristal lemak kakao terbentuk selama pemadatan. Menurut Chaiseri dan Dimick (1995<sup>b</sup>) kristalisasi lemak kakao terjadi melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah :

- a. Waktu induksi kristalisasi.
- b. Kristalisasi primer yang dimulai dengan nukleasi primer diikuti dengan pertumbuhan kristal.
- c. 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 ditunjukkan oleh spektrofotometer diketahui bahwa tahap kristalisasi sekunder lebih cepat terjadi. Lemak kakao memiliki variasi kecepatan pemadatan dan transisi polimorfis. Dengan demikian lemak kakao yang berbeda memiliki pola kristalisasi dan titik cair yang berbeda pula.



Gambar 2.3.1 Pola Kristalisasi Lemak Kakao

Waktu induksi kristal dinyatakan sebagai waktu pada saat delta absorbansi sama dengan 0,02 dari sampel yang ditunjukkan setiap lima menit (Chaiseri dan Dimick, 1995<sup>a</sup>). Pada saat delta absorbansi 0,01 kristal lemak sudah mulai terbentuk dengan ukuran yang seragam 5–10  $\mu\text{m}$ . Pada waktu induksi kristal, kristal yang sama jumlahnya meningkat disebut inti kristal. Inti kristal ini berbentuk tubular dan sedikit atau tidak bersifat *birefringent*. Bentuk tubular kemungkinan disebabkan oleh lipid polar (glikolipid, fosfolipid, lipoprotein) yang mengalami kokristalisasi dengan triasilgliserol (Chaiseri dan Dimick, 1995<sup>b</sup>).

Pada tahap kristalisasi primer inti kristal tumbuh menjadi massa yang lebih besar. Pertumbuhan ini disebabkan oleh adanya gaya van der Waals karena dilakukannya pengadukan yang lembut selama kristalisasi. Pada tahap kristalisasi sekunder kristal yang dihasilkan berbentuk *spherulities* dan bersifat *birefringent*. Perubahan bentuk kristal pada tahap ini mungkin disebabkan karena hampir semua *impurities* telah terkristal pada tahap pertama, sehingga yang tersisa adalah *pure butter* yang menghasilkan bentuk kristal yang berbeda. Kemungkinan lainnya adalah pada tahap ini terjadi transisi polimorfis menjadi bentuk yang lebih stabil sehingga terjadi perubahan bentuk kristal (Chaiseri dan Dimick, 1995).

Perbedaan karakteristik lemak kakao dapat disebabkan oleh variasi komposisi lemak kakao. Chaiseri dan Dimick (1989) menyatakan bahwa perbedaan komposisi trigliserida menyebabkan perbedaan kekerasan lemak kakao.



Lemak kakao yang lunak memiliki 1-palmitoil-2,3-oleogliserol (POO) dan 1-stearoil-2,3-oleogliserol (SOO) dengan kadar tinggi serta SOS dengan kadar rendah. Lemak kakao yang keras memiliki komposisi yang sebaliknya. Menurut Chaiseri dan Dimick (1995<sup>a</sup>) trigliserida memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu induksi. Bahan yang mengandung POO dan SOO tinggi sedangkan SOS dan POS rendah memiliki waktu induksi yang lebih lama dibandingkan bahan dengan komposisi yang sebaliknya.

## **2.4 Instrumentasi**

### **2.4.1 Spektroskopi UV Visibel**

Prinsip dasar penggunaan metode spektroskopi UV visible adalah serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan terlihat tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Spektra ultraviolet dan terlihat dari senyawa-senyawa organik berkaitan dengan transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik (Sastrohamidjojo, 1985).

### **2.4.2 Kromatografi Gas**

Kromatografi gas yang digunakan didasarkan pada penyebaran cuplikan diantara 2 fasa, yaitu pemisahan partisi cuplikan yang masuk ke dan keluar dari lapisan zat cair. Komponen yang akan dipisahkan dibawa oleh gas lembam (gas pembawa) melalui kolom. Campuran cuplikan terbagi diantara gas pembawa dan pelarut tak atsiri (fase diam) yang terdapat pada zat padat dengan ukuran partikel tertentu (penyangga padat). Pelarut akan menahan komponen secara selektif berdasarkan koefisien distribusinya sehingga terbentuk sejumlah pita yang berlainan pada gas pembawa. Pita komponen ini meninggalkan kolom bersama aliran gas pembawa dan dicatat sebagai fungsi waktu oleh detektor (McNair dan Bonneli, 1988).

### **2.4.3 Kromatografi Lapis Tipis**

Pada kromatografi lapis tipis didasarkan pada pergerakan senyawa terhadap fase diamnya dimana ukuran partikel dan porinya harus sama. Pada metode ini adsorben yang digunakan adalah keisel gel yang dipakai untuk pemisahan campuran senyawa lipofil maupun campuran senyawa hidrofil,

sedangkan pengembang yaitu pelarut yang digunakan harus bersifat non polar karena pelarut yang kurang polar akan mengakibatkan pelebaran pita (Hostettman dan Marston, 1995).

#### 2.4.4 Universal Testing Instrumen (Lloyd)

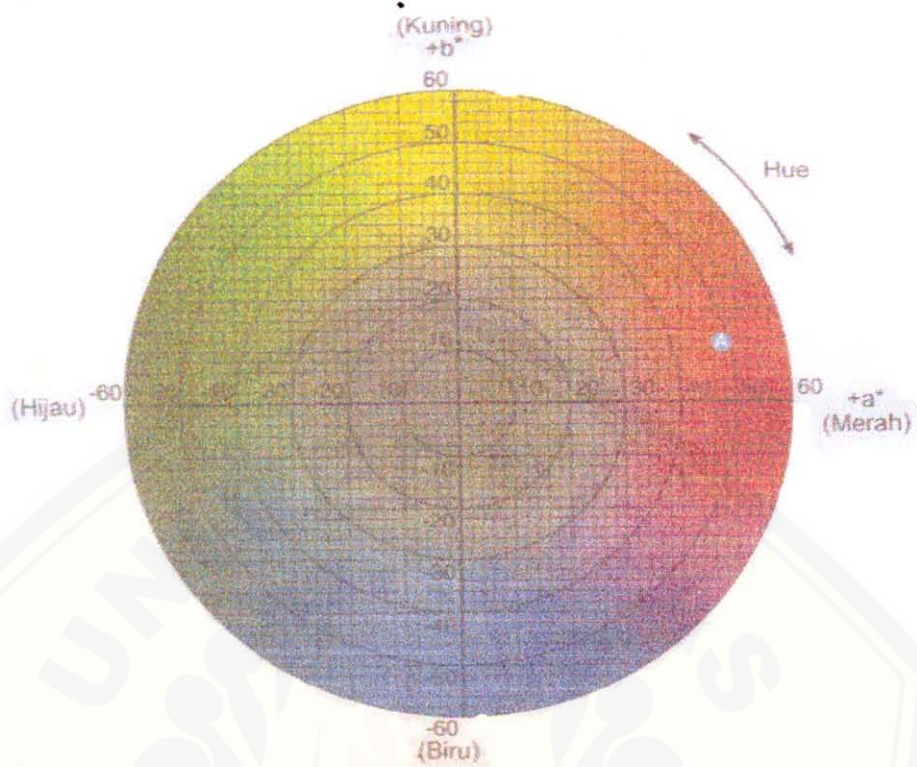
Pada instrumen Lloyd didasarkan pada gaya tekan dan gaya potong alat hingga sampel patah.

#### 2.4.5 Chromameter

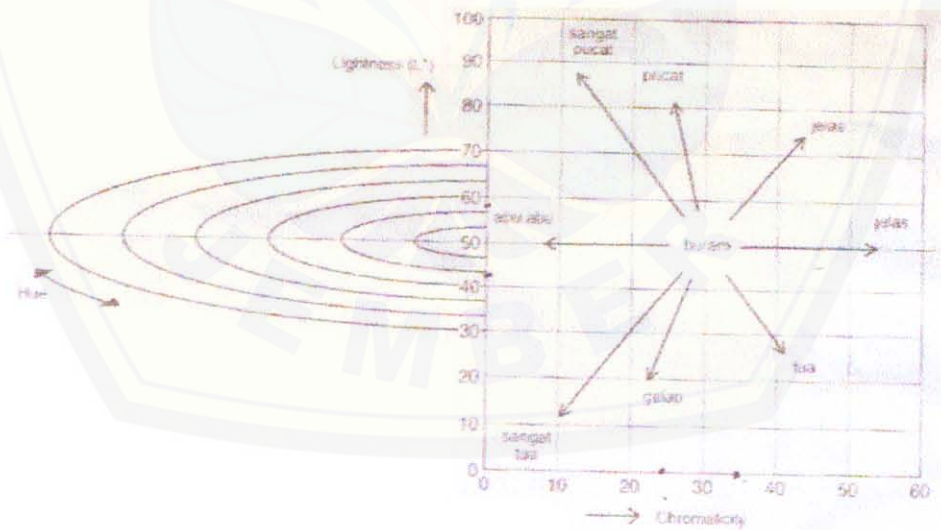
Pada penelitian ini menggunakan chromameter yang digunakan untuk analisis warna dimana alat ini menggunakan satuan warna  $L^*a^*b^*$ . Satuan warna  $L^*a^*b^*$  (juga dikenal sebagai CIELAB) saat ini merupakan satuan warna obyek dan secara luas dipakai di berbagai bidang. Satuan ini merupakan salah satu satuan warna CIE yang didefinisikan pada tahun 1976 yang dimaksudkan untuk mengurangi masalah – masalah dalam penggunaan warna Yxy, dimana jarak pada diagram chromacity x,y tidak sebanding dengan perbedaan warna. Pada satuan warna CIELAB,  $L^*$  menandakan lightness, sementara  $a^*$  dan  $b^*$  merupakan koordinat chromacity. Pada diagram  $a^*$  dan  $b^*$  mengindikasikan warna :  $+a^*$  adalah arah merah,  $-a^*$  adalah arah hijau,  $+b^*$  adalah arah kuning, dan  $-b^*$  adalah arah biru. Pusatnya merupakan achromatic; seiring dengan penambahan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  dan titik yang diamati bergerak dari arah pusat kearah luar, saturation warna bertambah. Pada diagram chromaticity potongan nilai  $L^*$  konstan.

Tabel 2.4.1 Penggolongan Lightness Chromameter

Warna	Chromaticity ( $a^*, b^*$ )	Lightness ( $L^*$ )
Jelas	30-60	50-100
Pucat	20-30	50-100
Sangat Pucat	10-20	50-100
Abu-abu	0-10	50-100
Sangat Tua	0-20	0-50
Gelap	20-30	0-50
Tua	40-60	0-50
Buram	25-35	42-58



Gambar 2.4.2 Diagram Chromaticity  $a^* b^*$



Gambar 2.4.3 Chromaticity dan Lightness



**BAB 3. METODE PENELITIAN**

**3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian yang eksploratif dengan tujuan mengetahui karakteristik sampel berdasarkan asal sampel. Pengujian terhadap sampel untuk melihat ada atau tidaknya hubungan karakteristik fisik dan kimia sampel dengan asal daerahnya.

**3.2 Pengambilan Sampel**

**3.2.1 Populasi** : Biji kakao yang digunakan adalah biji kakao yang berasal dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan.

**3.2.2 Sampel** :

a. Sampel Bali :

No	No Sampel	Asal Sampel	Daerah
1.	1	Gus Ketut Wirka	Dsn. Pasar Ds. Melaya - Jembrana
2.	2	Ketut Niar	Dsn/Ds. Nusasari – Melaya
3.	3	Komang Sukadana Yasa	Dsn. Yeh Kuning Ds. Pekutatan Pekutatan
4.	4	P.Abdi	Dsn. Rukun Ds. Gumbrih Selemadeg
.	5	Ray Suwardika	Dsn. Brembeng Ds. Brembeng Selemadeg
6.	6	Ibu Candra	Dsn. Selemadeg Ds. Selemadeg
7.	7	Ibu Men Suar-normo	Ds. Balai Agung – Selemadeg
8.	9	Mbak Lisa	Dsn. Pempetan Ds. Batungsel Pupuan
9.	10	Ketut Muliarta	Ds. Kec. Pupuan Pedagang (UD. Merta Sari)

**b. Sampel Jawa Timur :**

No	No Sampel	Asal Sampel	Daerah
1.	A	PTPN IX (Sampel P.Adi)	-
2.	B	PTPN XII (Bulk) (Sampel P.Adi)	-
3.	C	DR-2 Klonal	Kendeng Lembu
4.	D	Bulk-I-B-BC/W	Kotta Blater
5.	E	DR-38 Murni	Kalikempit
6.	F	DR-38 Negro	Kalikempit
7.	G	DRC-16	Kalikempit
8.	H	Bulk	Kalikempit
9.	I	DR-1	Jatirono
10.	J	DR-2	Jatirono
11.	K	DR-38 P	Jatirono
12.	L	IA-BC/W Bulk	Jatirono
13.	1	P. Slamet	Ds. Segulung Kec. Da- gangan - Madiun
14.	2	P. Sudarto	Ds.Nglebel Kec. Nglebel Ponorogo
15.	4	P. Nurkosin	Ds. Jati Kec. Karang Trenggalek
16.	5	-	Ds. Suruh Kec. Suruh Trenggalek
17.	6	P. Suparlan	Ds. Singosari Kec. Jenangan Ponorogo
18.	8	P. Saiman	Ds.Gondowido Kec. Ngebel Ponorogo

**c. Sampel Sulawesi Selatan :**

No	No Sampel	Asal Sampel	Daerah
1.	3	Palopo (Untuk Penelitian)	-
2.	7	TSH 858	-
3.	9	-	Kec. Mangkutana (Luwu Utara)
4.	10	-	Sopeng – Sulawesi Selatan
5.	11	Mamuju	Kec. Tarailu

### 3.3 Variabel yang Ditentukan

**3.3.1 Variabel Bebas** : Lingkungan (jenis tanah dan iklim), tempat penanaman.

**3.3.2 Variabel Kendali** : Jenis / Varietas kakao yang digunakan adalah bulk kakao (kakao lindak, seperti jenis forastero dan trinitario).

### 3.4 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan terdiri dari contoh sampel lemak kakao, bahan-bahan untuk analisa lemak kakao dan standart Grain Fatty Acid Methyl Ester (FAME) sebagai berikut :

1. Biji kakao kering

Biji kakao kering diperoleh dari beberapa sentra produksi kakao Indonesia. Sampel yang digunakan merupakan kakao lindak (bulk cocoa)

2. Bahan kimia yang digunakan adalah asam sulfat, dietil eter, gas Nitrogen, heksan, kiesel gel 60G, TLC plates, kloroform, metanol.

3. Standart FAME yang terdiri dari palmitic acid methyl ester, oleic acid methyl ester dan steric acid methyl ester, linoleic acid methyl ester, linoleic acid methyl ester.

### 3.5 Alat

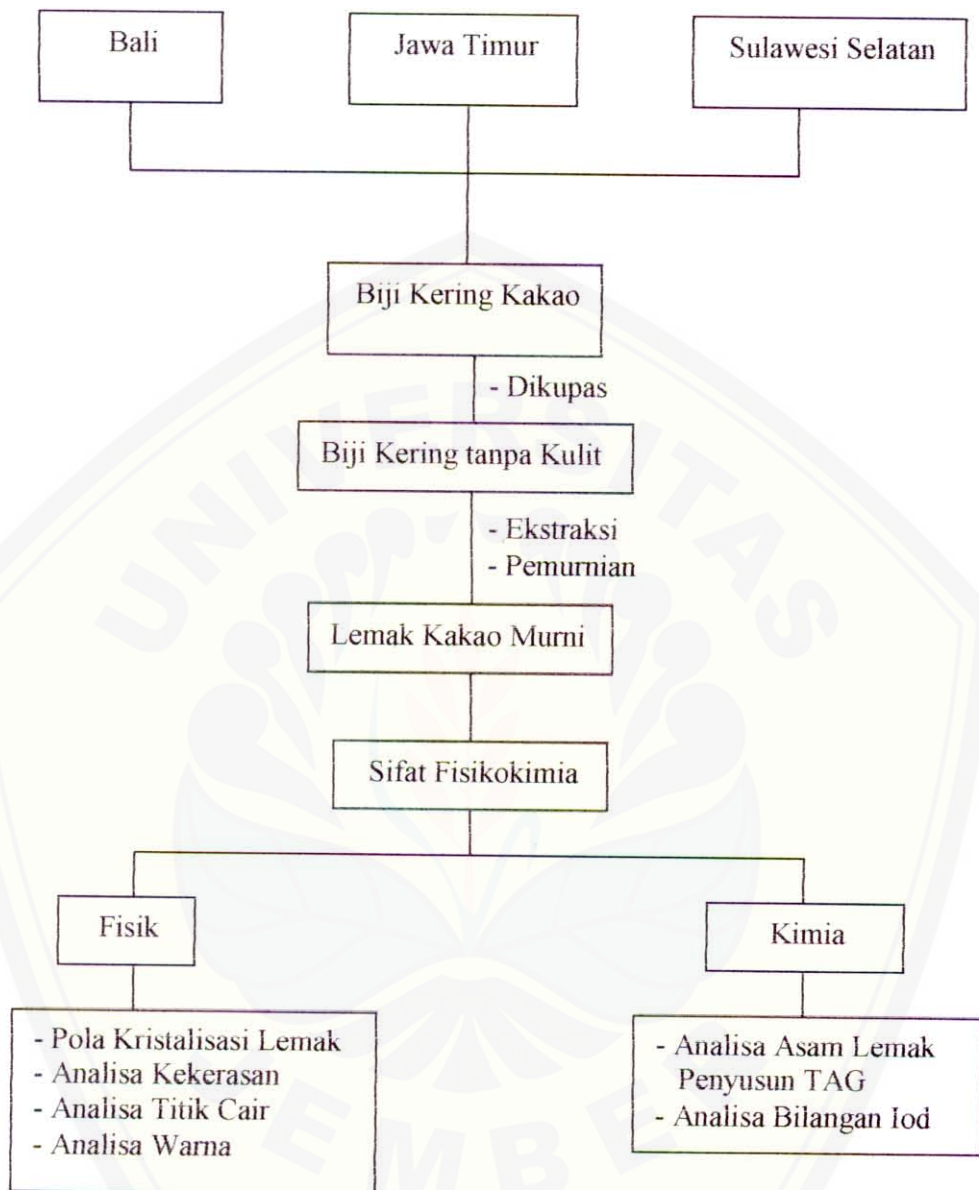
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : alat sentrifugasi, dengan kecepatan putar selama 20 menit, temperatur onset 25<sup>0</sup>C dan temperatur maksimum 40<sup>0</sup>C, recording spectrophotometer UV-Visible, Shimadzu UV-160A, gas Chromatography (GC) 9 A, universal testing instrument (Lloyd) tipe 1000 S dengan maksimum load 5000 N dan extension range 1 m, rangkaian alat kristalisasi lemak kakao (alat ini terdiri dari pendingin PSC (polyscience Corp, Niles, Illions) yang mengatur temperatur air 26,5<sup>0</sup>C, wadah sampel dengan mantel dari pipa PVC serta pengaduk, dan buret 50 mL/0,1 MC 20<sup>0</sup>C EX.

### 3.6 Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat : - Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA Universitas Jember  
- Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember  
- Laboratorium Gizi PAU UGM Yogyakarta
- Waktu : Penelitian dilakukan sejak bulan April 2003 sampai Oktober 2004.



3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7.1 Diagram Alir Penelitian



### 3.8 Prosedur Kerja

#### 3.8.1 Ekstraksi Lemak

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

#### 3.8.2 Pemurnian Lemak (Chaiseri and Dimick, 1995)

Lemak kasar yang dihasilkan dari ekstraksi harus dimurnikan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam analisa selanjutnya. Mula-mula lemak dipanaskan selama 2 jam pada temperatur  $110^{\circ}\text{C}$ . Kemudian lemak disentrifugasi dengan kecepatan 14500 rpm selama 20 menit sehingga terpisah dari kotoran yang berupa padatan. Lemak murni disimpan dalam refrigotor hingga siap dianalisa.

#### 3.8.3 Pola Kristalisasi Lemak (Chaiseri and Dimick, 1995)

Kristalisasi dilakukan secara dinamis dengan mengaduk lemak. Kecepatan pengadukan 50 rpm. Mula-mula lemak dipanaskan pada temperatur  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam untuk meleburkan semua kristalnya. Lemak sebanyak 60 ml dituang dalam wadah sampel dan didinginkan hingga temperatur lemak  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Tepat pada saat temperatur lemak  $26,5^{\circ}\text{C}$  lemak diambil dan diukur absorbansinya sebagai  $A_0$ . Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 500 nm. Pengadukan juga dimulai tepat pada saat temperatur lemak  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Setiap 5 menit lemak diambil untuk diukur absorbansinya. Waktu induksi kristal dinyatakan sebagai waktu dari  $A_0$  sampai saat delta absorbansi sebesar 0,02.

#### 3.8.4 Kekerasan Lemak Kakao (Chaiseri and Dimick, 1995)

Lemak diperlakukan sama seperti analisa pola kristalisasi. Pengadukan dilakukan hingga sampel lemak berbentuk *slurry*. Lemak kemudian dituang dalam wadah cetakan dan disimpan dalam refrigotor (temperatur  $4^{\circ}\text{C}$ ) selama 1 jam. Setelah itu lemak disimpan pada temperatur  $26-31^{\circ}\text{C}$  selama 1 minggu. Lemak

kemudian diinkubasi pada temperatur  $31^{\circ}\text{C}$  selama 1 minggu agar kristal yang terbentuk adalah kristal yang paling stabil. Lemak yang diinkubasi siap dianalisa kekerasannya dengan menggunakan Lloyd instrument. Gaya maksimal yang ditunjukkan alat menunjukkan gaya yang diperlukan untuk menghancurkan lemak baik dengan penusukan maupun dengan pemotongan.

#### 3.8.5 Asam Lemak Bebas Penyusun Triasilgliserida (TAG)

Komponen lemak dipisahkan dengan TLC yang dikembangkan dengan eluaen yaitu heksan : dietil eter : asam asetat (dengan perbandingan volume 70 : 30 : 1). Plate dikeringkan kemudian area yang mengandung TAG diambil. TAG dimasukkan dalam tabung reaksi ditambahkan 3 mL 5 % asam sulfat dalam metanol. Tabung reaksi kemudian *diflused* dengan gas nitrogen dan ditutup sebelum dipanaskan pada temperatur  $70^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Pada 1,5 jam awal pemanasan, setiap 15 menit tabung reaksi digojog. Hasil ini kemudian dianalisa dengan menggunakan GC.

#### 3.8.6 Titik Cair Lemak Kakao (AOAC, 1995)

Lemak dicairkan kemudian dimasukkan dalam pipa kapiler hingga terisi 10 ml. Ujung bawah pipa ditutup dengan memanaskan pada pemanas bunsen. Pipa kapiler disimpan dalam lemari pendingin dengan temperatur  $4-10^{\circ}\text{C}$  selama 1 malam. Setelah penyimpanan pipa kapiler dilekati dengan termometer. Pipa kapiler dan termometer kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala 600 ml yang terisi setengah penuh aquadest. Air dalam gelas piala dipanaskan dengan hot plate dan diaduk dengan magnetik stirer. Saat minyak menjadi jernih diamati temperaturnya.

#### 3.8.7 Bilangan Iod (Cara Hanus, S. Ketaren, 1986)

Lemak dimasukkan kedalam erlenmeyer yang tertutup kemudian dilarutkan dengan 10 ml kloroform dan ditambahkan 25 ml pereaksi. Reaksi dibiarkan selama 1 jam di tempat yang gelap. Sebagian iodium ( $\text{I}_2$ ) akan dibebaskan dari larutan (larutan KI yang digunakan adalah KI 10 %). Iod yang

dibebaskan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N dengan indikator larutan pati (amilum). Titrasi untuk blanko dilakukan dengan cara yang sama.

#### ***Pembuatan Pereaksi Hanus***

Dalam cara Hanus digunakan pereaksi iodium bromida dalam larutan asam asetat glasial (larutan Hanus). Untuk membuat larutan ini, 20 g Iodium bromida dilarutkan dalam 1000 ml alkohol murni yang bebas dari asam asetat. Jumlah contoh yang ditimbang tergantung dari perkiraan besarnya bilangan iod, yaitu sekitar 0,5 gram untuk lemak.

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

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

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

N = Normalitas larutan

G = Bobot contoh (gram)



### 5.1 Kesimpulan

Sifat fisikokimia lemak kakao disebabkan oleh adanya komposisi asam lemak penyusun triasilgliserol (TAG) dimana hal ini dipengaruhi oleh iklim, jenis tanah tanaman kakao tumbuh dan berkembang serta cara pengolahan biji kakao sehingga dihasilkan lemak kakao yang diinginkan.

Berdasarkan hasil penelitian, biji kakao yang dianalisa mempunyai rata-rata kekerasan dari daerah Bali 25.926 N, Jawa Timur 28.560 N, dan Sulawesi Selatan 13.422 N. Dari analisa titik cair rata-rata yang dihasilkan oleh daerah Bali 41.1<sup>0</sup>C, Jawa Timur 39.3<sup>0</sup>C dan Sulawesi Selatan 52.3<sup>0</sup>C, pola kristalisasi pada daerah Bali menghasilkan pola yang hampir sama dengan daerah Jawa Timur dan pada daerah Sulawesi Selatan hanya 2 sampel yang dapat dilihat pola kristalisasinya, hal ini disebabkan lemak pada sampel lainnya yang berasal dari Sulawesi Selatan lebih cepat mengkristal sehingga tidak dapat diamati pola kristalisasinya. Pada analisa warna, hampir semua sampel dari daerah Bali, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan mempunyai warna yang sama yaitu kuning jelas dan kuning pucat namun terdapat 1 sampel dari Jawa Timur dan 2 sampel dari Sulawesi Selatan yang mempunyai warna kuning sangat pucat dan kuning buram. Hasil analisa GC menunjukkan asam lemak linolenat yang mendominasi pembentukan lemak, yaitu pada daerah Bali 90.2425 %, Jawa Timur 85.5424 % dan Sulawesi Selatan 56.9420 %. Dan untuk analisa bilangan iod daerah Bali dan Jawa Timur mempunyai rata-rata hasil yang hampir sama yaitu 4.48 dan 4.57 tiap 0.5 gram lemak sedangkan Sulawesi Selatan 2.89 tiap 0.5 gram sampel lemak.

Dari hasil analisa, lemak kakao dari daerah Bali dan Jawa Timur dikatakan bersifat "Lemak Keras" dan sampel lemak dari daerah Sulawesi Selatan bersifat "Lemak Lunak".

## 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih jauh mengenai susunan asam lemak bebas dalam molekul lemak dari berbagai sampel tersebut, banyaknya molekul trigliserida yang terbentuk dan perlu adanya data-data tambahan yang lebih jelas mengenai keadaan geografis sampel berasal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Pedoman Teknologi Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember.
- Anonim. 1999. *Laporan Kegiatan dan Pertanggungjawaban Dewan Pengurus Pusat Assosiasi Kakao Indonesia Masa Bakti 1995-1999*. Prosiding Munas III ASKINDO, Jakarta.
- Chaiseri, S. and P.S. Dimick. 1989. *Lipid and Hardness Characteristics of Cocoa Butters from Different Geographic Ragions*. J. Am. Oil Chem. Soc. 68 : 1771-1776.
- Chaiseri, S. and P.S. Dimick. 1995<sup>a</sup>. *Dynamic Crystallization of Cocoa Butter : I Characterization of Sample Lipids in Rapid- and Slow-Nucleating Cocoa Butters and Their Seed Crystal*. J. Am. Oil Chem. Soc. 72 : 1491-1496.
- Chaiseri, S. and P.S. Dimick. 1995<sup>b</sup>. *Dynamic Crystallization of Cocoa Butter : II Morphological, Thermal, and Chemical Characteristics during Crystal Growth*. J. Am. Oil Chem. Soc. 72 :1497-1504.
- Charles, W.S. 1980. *Organic Chemistry a Brief Contemporary Perspective*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Darmawijaya, M.I. 1980. *Klasifikasi Tanah : Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*. Balai Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung.
- Departemen Perhubungan Badan Meteorologi dan Geofisika. 2002. *Prakiraan Musim Hujan 2002 / 2003 di Indonesia*. Departemen Perhubungan Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Sastrohamidjojo,H,DR. 1985. *Spektroskopi*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Fessenden. 1999. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Erlangga, Jakarta.

- Gunstone, F.D. and Norris, F.A. 1983. *Lipid in Foods : Chemistry, Biochemistry and Technology*. First Edition. Pergamon Press, Great Britain.
- Hardjodinomo, S. 1975. *Ilmu Iklim dan Pengairan*. Binacipta, Bandung.
- Hostettman, K, Hostettman, M, dan Marston, A. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif*. Penerbit ITB. Bandung.
- Hui, Y.H. 1996. *Baileys Industrial Oil and Fats Product*. 4<sup>th</sup> Edition Vol. III, Wiley, Interscience Publication, New York.
- Kanisius, A.A. 1972. *Iklim*. Aksi Agraris Kanisius Ungaran, Jawa Tengah.
- Langkong, J. 1997. *Pengaruh Lama Pembungkusan Biji Kakao Lindak dan Mulia terhadap Karakteristik Lemak yang Dihasilkan*. Tesis S<sub>2</sub> UGM, Yogyakarta.
- Lees, R and E.B. Jackson. 1973. *Sugar Confectionary and Chocolate Manufacture*. Leonard Hill, Glasgow.
- Lehrian, D.W., P.G. Keeney, and D.R. Buttler. 1980. *Characteristic of Cocoa Butter from Cocoa Fruit Maturated in a Microclimate of Elevated Temperature*. J. Am Oil Chem. Soc. 57 : 66-99.
- McNair, H.M dan Bonelli, E.J. 1988. *Dasar Kromatografi Gas*. Penerbit ITB. Bandung.
- Meyer, L.H. 1960. *Food Chemistry*. Reinhold Publishing Corporation New York.
- Minifie, B.W. 1982. *Chocolate, Cocoa and Confectionary. Science and Technology*. Secon Edition, A VI Publishing Company Inc., Westport.

- Noviani, S. P. 2000. *Karakteristik Lemak Kakao dari Sulawesi Selatan, Kalimantan Timur, Jawa Timur dan Bali*. Tesis S<sub>2</sub> UGM, Yogyakarta.
- 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.
- Powell, B.B. 1983. *A View from The IOCC on Cococa Beans Desired by Manufactures*. In : *Proceeding of Second National Cocoa Conference*. The Second National Cococa Conference, Medan.
- Shukla, V.K.S and K. Kragballe. 1998. *Exotic Butters as Cosmetic Lipids*. INFORM 9 : 512-516.
- Swern, D. 1982. *Baileys Industrial Oil and Fats Product*. 4<sup>th</sup> Edition Vol. I, Wiley, Interscience Publication, New York.
- Wartini, N.M. 1994. *Karakteristik Lemak Kakao dari Berbagai Jenis Mutu Biji Kakao Kering*. Tesis S<sub>2</sub> UGM, Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia, Jakarta.



## LAMPIRAN

## LAMPIRAN A. DATA PENELITIAN

## A.1 Hasil Pengamatan Kekerasan Lemak Kakao menggunakan Lloyd Instrument

Asal Sampel	UL.I (Newton)	UL.II (Newton)	Rata-rata	Rata-rata Daerah
<b>Bali :</b>				
1. Gusti Ketut W	22.79	28.69	25.74	25.926
2. Ketut Niar	17.10	26.72	21.91	
3. Komang Sukadana	26.33	33.60	29.96	
4. P.Abdi	35.76	35.75	35.75	
5. Ray Suwardika	26.33	25.15	25.74	
6. Ibu Candra	14.15	13.76	13.95	
7. Bu men Suarnormo	44.61	34.78	39.69	
9. Mbak Lisa	28.69	22.79	25.74	
10. Ketut Muliarta	19.45	10.22	14.83	
<b>Jawa Timur :</b>				
1. P. Slamet	35.17	34.55	34.86	28.560
2. P. Sudarto	23.58	22.60	23.09	
4. P.Nurkosin	37.34	37.34	37.34	
5. Ds. Suruh	10.22	10.61	10.41	
6. P.Suparlan	27.90	27.90	27.90	
8. P. Saiman	23.19	23.19	23.19	
A. PTPN IX	36.94	30.85	33.89	
B. PTPN XII (Bulk)	29.28	30.07	29.67	
C. Kendeng Lembu	27.51	30.85	29.18	
D. Kotta Blater	39.69	36.94	38.31	
E. Kalikempit murni	45.79	48.14	46.96	
F. Kalikempit Negro	33.21	30.07	31.64	
G. DRC-16 Kalikempit	25.15	25.55	25.35	
H. Kalikempit Bulk	30.85	23.58	27.21	
I. DR 1-Jatirono	61.11	65.63	63.37	
J. DR 2- Jatirono	10.61	15.72	13.16	
K. DR 38 P-jatirono	25.94	27.90	26.92	
L. Jatirono Bulk	26.33	23.97	25.15	
<b>Sulawesi Selatan :</b>				
TSH 858	1.17	1.17	1.17	13.422
3. Palopo	27.9	28.69	28.29	
9. Kec. Mangkutana	25.55	19.85	22.7	
10. Sopeng	11.40	11.79	11.59	
11. Mamuju	3.34	3.34	3.34	

## A.2 Hasil Pengamatan Titik Cair Lemak Kakao

Asal Sampel	Ulangan I ( <sup>o</sup> C)	Ulangan II ( <sup>o</sup> C)	Ulangan III ( <sup>o</sup> C)	Rata-rata ( <sup>o</sup> C)	Rata-rata Daerah ( <sup>o</sup> C)
<b>Bali :</b>					
1. Gusti Ketut Wirka	38,0	37,0	42,0	39,0	<b>41.1</b>
2. Ketut Niar	45,0	40,0	45,0	43,3	
3. Komang Sukadana	39,0	35,5	38,5	37,7	
4. P. Abdi	40,0	40,5	40,0	40,2	
5. Ray Suwardika	42,0	41,0	41,0	41,3	
6. Ibu Candra	48,0	46,0	45,0	46,3	
7. Bu Men Suarnormo	42,5	43,5	43,5	43,2	
9. Mbak Lisa	38,5	40,0	38,5	39,0	
10. Ketut Muliarta	41,0	41,0	38,0	40,0	
<b>Jawa Timur :</b>					
A. PTPN IX	44,0	40,0	44,0	42,7	<b>39.3</b>
B. PTPN XII (Bulk)	40,0	40,0	40,0	40,0	
C. Kendeng Lembu	36,0	38,0	38,0	37,3	
D. Kotta Blater	39,0	39,0	40,0	39,3	
E. Kalikempit Murni	42,5	41,0	42,0	41,8	
F. Kalikempit Negro	38,0	40,0	36,0	38,0	
G. DRC-16 Kalikempit	36,5	42,0	37,0	38,5	
H. Kalikempit Bulk	35,0	34,5	35,0	34,8	
I. DR-1 Jatirono	40,0	45,0	47,5	47,5	
J. DR-2 Jatirono	44,0	39,0	39,0	40,7	
K. DR-38P Jatirono	35,5	38,0	39,5	37,7	
L. Bulk-Jatirono	37,0	37,0	38,0	37,3	
1. P. Slamet	38,0	38,0	42,0	39,3	
2. P. Sudarto	35,0	35,5	35,5	35,3	
4. P. Nurkosin	40,0	40,0	42,0	40,7	
5. Ds. Suruh	36,0	36,0	39,0	37,0	
6. P. Suparlan	39,0	38,0	38,0	38,3	
8. P. Saiman	42,0	39,0	41,0	40,7	
<b>Sulawesi Selatan :</b>					
TSH 858	42,0	41,0	41,0	41,3	<b>52.3</b>
3. Palopo	43,0	46,0	44,0	44,3	
9. Kec. Mangkutana	43,0	45,0	43,0	43,7	
10. Sopeng	73,0	74,0	75,0	74,0	
11. Mamuju	57,0	60,0	59,0	58,7	

## A.3 Hasil Pengamatan Bilangan Iod Lemak Kakao

Asal Sampel	Vol Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Ulangan I (mL)	Vol Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Ulangan II (mL)	Vol Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Ulangan III (mL)	Rata-rata (mL)	B. Iod	B. Iod Daerah	
<b>BLANKO</b>	2.3	2.3	2.3	2.3			
<b>Bali :</b>							
1. Gusti KetutW	0.4	0.4	0.4	0.4	4.820	<b>4.48</b>	
2. Ketut Niar	0.4	0.4	0.4	0.4	4.820		
3. Komang S	0.6	0.6	0.6	0.6	4.315		
4. P. Abdi	0.9	0.8	0.8	0.8	3.730		
5. Ray S	0.6	0.7	0.7	0.7	4.140		
6. Ibu Candra	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
7. Bu Men S	0.6	0.6	0.6	0.6	4.315		
9. Mbak Lisa	0.4	0.4	0.4	0.4	4.820		
10. Ketut M	0.4	0.4	0.4	0.4	4.820		
<b>Jawa Timur :</b>							
A. PTPN IX	0.6	0.5	0.6	0.6	4.390	<b>4.47</b>	
B. PTPN XII	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
C. Kendenglembu	0.6	0.5	0.5	0.5	4.490		
D. Kotta Blater	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
E. Kalikempit Murni	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
F. Kalikempit Negro	0.4	0.3	0.4	0.4	4.900		
G. DRC-16 Kalikempit	0.4	0.4	0.4	0.4	4.770		
H. Kalikempit Murni	0.3	0.3	0.3	0.3	5.080		
I. DR-1 Jatirono	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
J. DR-2 Jatirono	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
K. DR-38P JTR	0.3	0.5	0.5	0.4	4.750		
L. Bulk-Jatirono	0.5	0.5	0.5	0.5	4.570		
1. P. Slamet	0.45	0.5	0.5	0.5	4.620		
2. P. Sudarto	0.5	0.6	0.5	0.5	4.490		
4. P. Nurkosin	0.6	0.8	0.6	0.7	4.140		
5. Ds. Suruh	0.7	0.7	0.7	0.7	4.060		
6. P. Suparlan	0.5	0.6	0.6	0.6	4.260		
8. P. Saiman	0.3	0.3	0.3	0.3	4.950		
<b>Sulawesi Selatan :</b>							
7. TSH 858	1.1	1.1	1.1	1.1	3.050		<b>2.89</b>
3. Palopo	0.7	0.6	0.6	0.6	4.240		
9. Kec. Mangkutana	0.8	0.7	0.7	0.7	3.985		
10. Soping	80 (tdp 2 lap. Bening+ kuning	80 (tdp 2 lap. Bening+ kuning	80 (tdp 2 lap. Bening+ kuning	-	-		
11. Mamuju	1.0	1.0	1.0	1.0	3.220		

#### A.4 Hasil Pengamatan Warna Lemak Kakao (Berwujud Padat)

Asal Sampel	L (Lightness)	a (x)	b (y)	Warna
<b>Bali :</b>				
1. Gusti Ketut W	68.33	-5.52	+29.73	Kuning pucat
2. Ketut Niar	73.96	-5.94	+20.47	Kuning pucat
3. Komang Sukadana	71.72	-7.89	+27.02	Kuning pucat
4. P.Abdi	72.01	-5.79	21.83	Kuning pucat
5. Ray Suwardika	75.01	-6.85	+30.17	Kuning Jelas
6. Ibu Candra	75.94	-5.69	+24.18	Kuning pucat
7. Bu men Suarnormo	75.97	-7.63	+31.04	Kuning Jelas
9. Mbak Lisa	71.44	-6.88	+24.91	Kuning pucat
10. Ketut Muliarta	70.44	-7.70	+28.10	Kuning pucat
<b>Jawa Timur :</b>				
1. P. Slamet	68.95	-6.92	+24.97	Kuning pucat
2. P. Sudarto	72.26	-7.22	+31.33	Kuning Jelas
4. P.Nurkosin	70.09	-6.53	+33.53	Kuning Jelas
5. Ds. Suruh	74.39	-6.92	+24.97	Kuning pucat
6. P.Suparlan	74.48	-7.37	+27.42	Kuning pucat
8. P. Saiman	75.71	-5.05	+29.23	Kuning pucat
A. PTPN IX	68.75	-5.59	+23.81	Kuning pucat
B. PTPN XII (Bulk)	73.95	-6.59	+25.68	Kuning pucat
C. Kendeng Lembu	71.41	-7.57	+29.70	Kuning pucat
D. Kotta Blater	70.77	-6.57	+30.17	Kuning Jelas
E. Kalikempit murni	69.18	-7.73	+30.07	Kuning Jelas
F. Kalikempit Negro	69.73	-7.17	+31.80	Kuning Jelas
G. DRC-16 Kalikempit	68.58	-6.64	+28.08	Kuning pucat
H. Kalikempit Bulk	70.27	-7.67	+29.25	Kuning pucat
I. DR 1-Jatirono	70.71	-6.17	+27.73	Kuning pucat
J. DR 2- Jatirono	73.43	-6.54	+25.76	Kuning pucat
K. DR 38 P-jatirono	68.34	-6.67	+27.50	Kuning pucat
L. Jatirono Bulk	53.36	-4.17	+27.64	Kuning buram
<b>Sulawesi Selatan :</b>				
7. TSH 858	77.14	-4.83	+18.18	Kuning sangat pucat
3. Palopo	67.55	-6.91	+32.13	Kuning Jelas
9. Kec. Mangkutana	71.85	-4.65	+26.92	Kuning pucat
10. Sopeng	54.68	+4.60	+18.33	Kuning buram
11. Mamuju	66.78	+2.77	+24.58	Kuning Pucat

## A.5 Hasil Karakteristik Kakao

## (Persentase Jamur Yang Tumbuh)

Asal	Persentase
Gusti Ketut W - Bali	0 %
Ketut Niar - Bali	0 %
Komang Sukadana - Bali	1 %
P.Abdi - Bali	3 %
Ray Suwardika - Bali	1.5 %
Ibu Candra - Bali	0 %
Bu Men Suarnormo -Bali	0 %
Mbak Lisa - Bali	3.5 %
Ketut Muliarta - Bali	1.5 %
PTPN IX - Jateng	0 %
PTPN XII - Jatim	0 %
Kotta Blater - Jatim	0 %
Sudarto - Ponorogo	0 %
P. Saiman - Ponorogo	0 %
P. Suparlan -	0 %
P. Slamet -	0 %
P. Nurkosin -	48 %
Desa Suruh -	4 %
Mamuju - Sulsel	1.5 %
Palopo - Sulsel	1.5 %
Kec. Mangkutana - Sulsel	1 %
Sopeng - Sulsel	18.5 %

### A.6 Hasil Pengamatan Pola Kristalisasi Lemak Kakao

**Sampel : 1 (Gusti Ketut W - Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.131	0
2	5	0.144	0.013
3	10	0.136	0.005
4	15	0.139	0.008
5	20	0.141	0.010
6	25	0.139	0.008
7	30	0.146	0.015
8	35	0.146	0.015
9	40	0.158	0.027
10	45	0.164	0.033
11	50	0.158	0.027
12	55	0.208	0.077
13	60	0.433	0.302
14	65	1.135	1.004
15	70	2.026	1.895
16	75	2.399	2.268
17	80	2.489	2.358

**Sampel : 2 (Ketut Niar -Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.133	0
2	5	0.127	-0.006
3	10	0.124	-0.009
4	15	0.119	-0.014
5	20	0.131	-0.002
6	25	0.166	0.033
7	30	0.243	0.110
8	35	0.483	0.350
9	40	0.934	0.801
10	45	1.611	1.478
11	50	2.091	1.958
12	55	2.361	2.228
13	60	2.487	2.354

**Sampel : 3 (Komang S-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.127	0
2	5	0.147	0.02
3	10	0.173	0.046
4	15	0.182	0.055
5	20	0.193	0.066
6	25	0.210	0.083
7	30	0.242	0.115
8	35	0.335	0.208
9	40	0.850	0.723
10	45	1.622	1.495
11	50	2.230	2.103
12	55	2.360	2.233
13	60	2.480	2.353

**Sampel: 4 (P.Abdi-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.154	0
2	5	0.146	-0.008
3	10	0.148	-0.006
4	15	0.182	0.028
5	20	0.341	0.187
6	25	0.911	0.757
7	30	1.866	1.712
8	35	2.459	2.305
9	40	2.459	2.305

**Sampel : 5 (Ray S-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.107	0
2	5	0.116	0.009
3	10	0.121	0.014
4	15	0.154	0.047
5	20	0.323	0.216
6	25	0.988	0.881
7	30	2.205	2.098
8	35	2.420	2.313

**Sampel : 6 (Ibu Candra-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.093	0
2	5	0.094	0.001
3	10	0.103	0.01
4	15	0.150	0.057
5	20	0.415	0.322
6	25	1.152	1.059
7	30	2.259	2.166
8	35	2.259	2.166

**Sampel : 7 (Bu Men Suarnormo-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.017	0
2	5	0.123	0.106
3	10	0.172	0.155
4	15	0.127	0.110
5	20	0.123	0.106
6	25	0.149	0.132
7	30	0.325	0.308
8	35	0.849	0.832
9	40	1.719	1.702
10	45	2.291	2.274
11	50	2.484	2.467

**Sampel : 9 (Mbak Lisa-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.109	0
2	5	0.122	0.013
3	10	0.134	0.025
4	15	0.110	0.001
5	20	0.116	0.007
6	25	0.129	0.020
7	30	0.186	0.077
8	35	0.337	0.228
9	40	0.609	0.500
10	45	1.202	1.093
11	50	1.941	1.832
12	55	2.227	2.118
13	60	2.302	2.193
14	65	2.499	2.390

**Sampel : 10 (Ketut Muliarta-Bali)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.101	0
2	5	0.101	0
3	10	0.108	0.007
4	15	0.108	0.007
5	20	0.114	0.013
6	25	0.118	0.017
7	30	0.151	0.050
8	35	0.221	0.120
9	40	0.422	0.321
10	45	1.066	0.965
11	50	1.948	1.847
12	55	2.313	2.212
13	60	2.492	2.391

**Sampel :A (PTPN IX)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.127	0
2	5	0.137	0.010
3	10	0.141	0.014
4	15	0.148	0.021
5	20	0.162	0.035
6	25	0.166	0.039
7	30	0.222	0.095
8	35	0.408	0.281
9	40	0.88	0.753
10	45	1.455	1.328
11	50	1.997	1.870
12	55	2.218	2.091
13	60	2.343	2.216
14	65	2.487	2.360

**Sampel : B (PTPN XII)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.109	0
2	5	0.107	-0.002
3	10	0.115	0.006
4	15	0.123	0.014
5	20	0.121	0.012
6	25	0.135	0.026
7	30	0.199	0.090
8	35	0.333	0.224
9	40	0.546	0.437
10	45	0.911	0.802
11	50	1.387	1.278
12	55	1.841	1.732
13	60	2.209	2.100
14	65	2.333	2.224
15	70	2.417	2.308
16	75	2.498	2.389
17	80	2.498	2.389



**Sampel : C (DR-2 Klonal Kendenglembu)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.144	0
2	5	0.170	0.026
3	10	0.183	0.039
4	15	0.178	0.034
5	20	0.171	0.027
6	25	0.178	0.034
7	30	0.207	0.063
8	35	0.273	0.129
9	40	0.482	0.338
10	45	0.804	0.660
11	50	1.286	1.142
12	55	1.633	1.489
13	60	2.021	1.877
14	65	2.462	2.318
15	70	2.462	2.318

**Sampel:D (Kotta Blater Bulk)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.122	0
2	5	0.162	0.040
3	10	0.129	0.007
4	15	0.137	0.015
5	20	0.132	0.010
6	25	0.138	0.016
7	30	0.141	0.019
8	35	0.151	0.029
9	40	0.171	0.049
10	45	0.207	0.085
11	50	0.288	0.166
12	55	0.630	0.508
13	60	1.214	1.092
14	65	1.866	1.744
15	70	2.271	2.149
16	75	2.477	2.355
17	80	2.477	2.355

**Sampel : E (Kalikempit Murni)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.127	0
2	5	0.162	0.035
3	10	0.153	0.026
4	15	0.159	0.032
5	20	0.157	0.03
6	25	0.177	0.05
7	30	0.198	0.071
8	35	0.289	0.162
9	40	0.562	0.435
10	45	1.028	0.901
11	50	1.646	1.519
12	55	2.104	1.977
13	60	2.483	2.356
14	65	2.483	2.356

**Sampel : F (Kalikempit Negro)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.128	0
2	5	0.130	0.002
3	10	0.125	-0.003
4	15	0.124	-0.004
5	20	0.135	0.007
6	25	0.13	0.002
7	30	0.141	0.013
8	35	0.185	0.057
9	40	0.292	0.164
10	45	0.479	0.351
11	50	0.791	0.663
12	55	1.453	1.325
13	60	2.004	1.876
14	65	2.346	2.218
15	70	2.489	2.361

**Sampel : G (DRC-16 Kalikempit)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.137	0
2	5	0.138	0.001
3	10	0.138	0.001
4	15	0.137	0
5	20	0.141	0.004
6	25	0.141	0.004
7	30	0.144	0.007
8	35	0.143	0.006
9	40	0.158	0.021
10	45	0.158	0.021
11	50	0.177	0.040
12	55	0.186	0.049
13	60	0.222	0.085
14	65	0.307	0.17
15	70	0.375	0.238
16	75	0.657	0.52
17	80	1.825	1.688
18	85	2.246	2.109
19	90	2.427	2.29
20	95	2.501	2.364
21	100	2.501	2.364

**Sampel : H (Kalikempit Bulk)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.087	0
2	5	0.098	0.011
3	10	0.097	0.010
4	15	0.106	0.019
5	20	0.111	0.024
6	25	0.160	0.073
7	30	0.321	0.234
8	35	0.757	0.670
9	40	1.266	1.179
10	45	2.031	1.944
11	50	2.353	2.266
12	55	2.502	2.415

**Sampel : I (DR-I JTR)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.090	0
2	5	0.089	-0.001
3	10	0.094	0.004
4	15	0.134	0.044
5	20	0.470	0.380
6	25	0.586	0.496
7	30	1.410	1.320
8	35	2.300	2.210
9	40	2.476	2.386
10	45	2.476	2.386

**Sampel : J (DR-2 Jatirono)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.144	0
2	5	0.147	0.003
3	10	0.144	0
4	15	0.159	0.015
5	20	0.150	0.006
6	25	0.157	0.013
7	30	0.161	0.017
8	35	0.165	0.021
9	40	0.167	0.023
10	45	0.219	0.075
11	50	0.330	0.186
12	55	0.491	0.347
13	60	0.791	0.647
14	65	1.448	1.304
15	70	2.004	1.860
16	75	2.288	2.144
17	80	2.422	2.278
18	85	2.494	2.350

**Sampel : K (DR-38P Jatirono)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.092	0
2	5	0.089	-0.003
3	10	0.091	-0.001
4	15	0.114	0.022
5	20	0.111	0.019
6	25	0.115	0.023
7	30	0.115	0.023
8	35	0.170	0.078
9	40	0.161	0.069
10	45	0.261	0.169
11	50	0.460	0.368
12	55	0.813	0.721
13	60	1.593	1.501
14	65	2.166	2.074
15	70	2.472	2.380
16	75	2.472	2.380

**Sampel : L (Bulk-Jatirono)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.112	0
2	5	0.122	0.010
3	10	0.120	0.008
4	15	0.128	0.016
5	20	0.149	0.037
6	25	0.178	0.066
7	30	0.265	0.153
8	35	0.440	0.328
9	40	0.607	0.495
10	45	0.897	0.785
11	50	1.323	1.211
12	55	1.809	1.697
13	60	2.194	2.082
14	65	2.353	2.241
15	70	2.482	2.370
16	75	2.482	2.370

Sampel : 1 ( P.Slamet-Madiun)

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.139	0
2	5	0.146	0.007
3	10	0.148	0.009
4	15	0.155	0.016
5	20	0.148	0.009
6	25	0.176	0.037
7	30	0.168	0.029
8	35	0.210	0.071
9	40	0.238	0.099
10	45	0.393	0.254
11	50	0.546	0.407
12	55	1.097	0.958
13	60	1.525	1.386
14	65	2.150	2.011
15	70	2.405	2.266
16	75	2.487	2.348

Sampel : 2 (P. Sudarto-Ponorogo)

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.098	0
2	5	0.099	0.001
3	10	0.130	0.032
4	15	0.096	-0.002
5	20	0.120	0.022
6	25	0.102	0.004
7	30	0.102	0.004
8	35	0.104	0.006
9	40	0.128	0.030
10	45	0.107	0.009
11	50	0.117	0.019
12	55	0.106	0.008
13	60	0.115	0.017
14	65	0.122	0.024
15	70	0.125	0.027
16	75	0.135	0.037
17	80	0.146	0.048
18	85	0.137	0.039
19	90	0.139	0.041
20	95	0.159	0.061
21	100	0.161	0.063
22	105	0.178	0.08
23	110	0.215	0.117
24	115	0.244	0.146
25	120	0.288	0.190
26	125	0.292	0.194
27	130	0.309	0.211
28	135	0.342	0.244
29	140	0.397	0.299
30	145	0.544	0.446
31	150	0.671	0.573
32	155	0.801	0.703
33	160	0.918	0.820
34	165	0.903	0.805

**Sampel : 4 (P.Nurkosin-Trenggalek)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.198	0
2	5	0.933	0.735
3	10	1.949	1.751
4	15	2.492	2.294
5	20	2.492	2.294

**Sampel :5 (Desa Suruh- Trenggalek)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.105	0
2	5	0.107	0.002
3	10	0.111	0.006
4	15	0.142	0.037
5	20	0.198	0.093
6	25	0.132	0.027
7	30	0.138	0.033
8	35	0.120	0.015
9	40	0.125	0.020
10	45	0.122	0.017
11	50	0.117	0.012
12	55	0.122	0.017
13	60	0.115	0.010
14	65	0.159	0.054
15	70	0.139	0.034
16	75	0.112	0.007
17	80	0.143	0.038
18	85	0.109	0.004
19	90	0.117	0.012
20	95	0.115	0.010
21	100	0.112	0.007
22	105	0.123	0.018
23	110	0.131	0.026
24	115	0.132	0.027
25	120	0.132	0.027
26	125	0.188	0.083
27	130	0.123	0.018
28	135	0.118	0.013
29	140	0.135	0.030
30	145	0.168	0.063

**Sampel :6 (P.Suparlan-Ponorogo)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.104	0
2	5	0.133	0.029
3	10	0.097	-0.007
4	15	0.116	0.012
5	20	0.143	0.039
6	25	0.168	0.064
7	30	0.174	0.070
8	35	0.248	0.144
9	40	0.426	0.322
10	45	0.698	0.594
11	50	1.028	0.924
12	55	1.509	1.405
13	60	1.800	1.696
14	65	2.167	2.063
15	70	2.381	2.277
16	75	2.427	2.323
17	80	2.473	2.369
18	85	2.473	2.369

**Sampel :8 (P.Saiman-Ponorogo)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.188	0
2	5	0.198	0.010
3	10	0.189	0.001
4	15	1.920	1.732
5	20	2.245	2.057
6	25	2.494	2.306
7	30	2.494	2.306

**Sampel :3 (Palopo-Sulsel)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.102	0
2	5	0.098	-0.004
3	10	0.095	-0.007
4	15	0.089	-0.013
5	20	0.103	0.001
6	25	0.113	0.011
7	30	0.124	0.022
8	35	0.182	0.080
9	40	0.244	0.142
10	45	0.332	0.230
11	50	0.459	0.357
12	55	0.609	0.507
13	60	0.765	0.663
14	65	1.092	0.990
15	70	1.487	1.385
16	75	1.826	1.724
17	80	2.051	1.949
18	85	2.161	2.059
19	90	2.223	2.121
20	95	2.291	2.189

**Sampel :9 (Kec. Mangkutana-Sulsel)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.078	0
2	5	0.097	0.019
3	10	0.087	0.009
4	15	0.176	0.098
5	20	0.343	0.265
6	25	0.420	0.342
7	30	0.658	0.580
8	35	1.878	1.800
9	40	2.215	2.137
10	45	2.428	2.350
11	50	2.486	2.408
12	55	2.486	2.408

**Sampel :7 (TSH 858)**

No	Menit ke-	A	Delta A
1	0	0.851	0
2	5	1.886	1.035
3	10	2.150	1.299
4	15	2.266	1.415
5	20	2.424	1.573
6	25	2.484	1.633
7	30	2.498	1.647

### A.7 Hasil Pengamatan Asam Lemak Bebas Penyusun Triasilgliserol

Sampel	% Asam Miristat	% Asam Palmitat	% Asam Palmitoleat	% Asam Stearat	% Asam Oleat	% Asam Linoleat	% Asam Linolenat
<b>Bali :</b>							
Gusti Ketut	0.0408	1.4862	0.1691	2.8169	0.0824	2.6200	89.7004
Ketut Niar	0.0306	1.5076	0.1798	3.0327	0.0408	2.4952	89.8675
Komang S	0.0537	2.5488	0.2867	2.8583	0.0372	2.3653	88.6256
P. Abdi	0.0346	2.5496	0.2290	3.5420	0.0244	4.0934	85.8172
Ray S	0.0171	-	0.1719	1.39591	-	1.7487	92.8167
Ibu Candra	0.0262	4.8585	0.1981	3.9513	0.0252	4.1838	83.1469
Bu Men S	-	-	0.0890	2.0479	-	1.5029	95.0533
Mbak Lisa	0.0128	-	0.1023	2.0468	0.0143	2.0669	93.7818
Ketut M	-	-	0.1364	1.8786	0.0144	1.6993	94.3733
<b>Jawa Timur</b>							
P. Slamet	-	-	0.0841	1.9345	0.017	1.8352	93.5133
P. Sudarto	0.0424	5.9463	0.5112	5.8214	0.0247	3.8042	79.0175
P. Nurkosin	0.0604	-	0.6692	6.0586	0.0227	4.7743	82.1202
Desa Suruh	-	-	0.1181	3.3944	0.0281	2.8643	89.9852
P. Suparlan	-	8.9568	0.0708	2.7600	0.0289	3.4155	82.4957
P. Saiman	-	-	0.0369	2.2336	0.0114	1.2627	93.0849
A	-	-	0.0271	2.7797	0.0415	2.9009	91.2240
B	-	-	0.0400	2.3348	0.0320	2.4094	93.1342
C	-	-	0.0309	1.7971	-	1.1608	95.0873
D	-	-	0.0206	1.4397	-	1.4208	95.5943
E	-	-	0.0372	1.6576	0.0252	1.9661	94.7026
F	-	-	0.0484	2.1481	0.0308	1.5424	94.1771
G	-	-	0.0268	1.5476	0.0149	1.4129	95.4997
H	-	-	0.0168	0.8570	-	0.8756	97.4717
I	-	-	-	0.7709	-	0.6108	97.6351
J	-	-	0.0418	2.3452	0.0256	2.4389	93.4578
K	-	-	0.0237	1.9185	-	1.8583	95.4435
L	-	-	0.0365	3.4105	0.0182	3.2893	91.6990
<b>Sulawesi</b>							
<b>Selatan :</b>							
TSH	-	-	0.0297	1.8890	0.0245	2.5929	93.7245
Palopo	-	-	0.0282	1.3369	0.0172	1.2218	96.1629
Kec. Mangkutana	-	-	0.0312	1.5799	0.0222	1.9507	94.8225

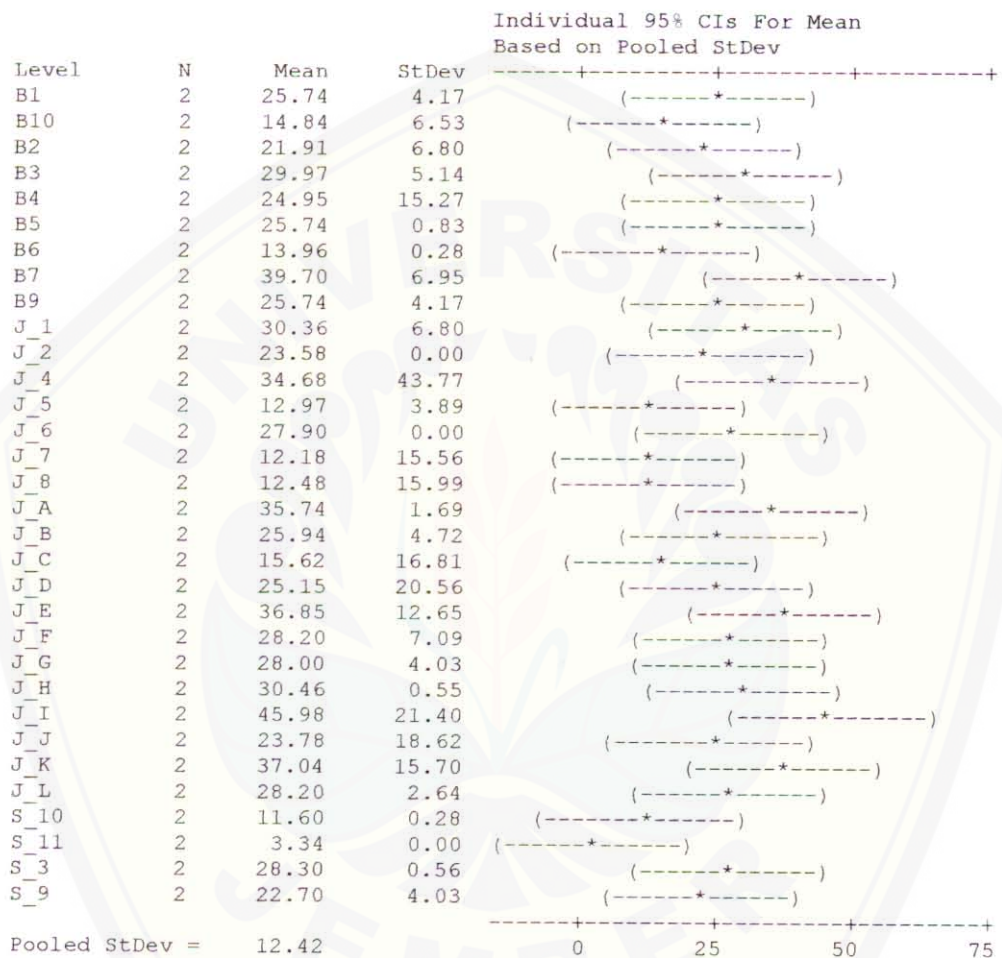


**LAMPIRAN B. DATA STATISTIK,**

**B. 1 One-way ANOVA: Kekerasan versus Asal Sample**

Analysis of Variance for Kekerasan

Source	DF	SS	MS	F	P
Sample	31	5461	176	1.14	<b>0.356</b>
Error	32	4939	154		
Total	63	10401			



**B. 2 One-way ANOVA: Titik Cair versus Asal Sample**

Analysis of Variance for Titik Cair

Source	DF	SS	MS	F	P
Sample	31	4884.99	157.58	53.79	0.000
Error	64	187.50	2.93		
Total	95	5072.49			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
B1	3	39.000	2.646	(-*)
B10	3	40.000	1.732	(*-)
B2	3	43.333	2.887	(-*)
B3	3	37.667	1.893	(*-)
B4	3	40.167	0.289	(*-)
B5	3	41.333	0.577	(*-)
B6	3	46.333	1.528	(-*)
B7	3	43.167	0.577	(-*)
B9	3	39.000	0.866	(-*)
J_1	3	39.333	2.309	(-*)
J_2	3	35.333	0.289	(*-)
J_4	3	40.667	1.155	(-*)
J_5	3	37.000	1.732	(-*)
J_6	3	38.333	0.577	(-*)
J_7	3	41.333	0.577	(*-)
J_8	3	40.667	1.528	(-*)
J_A	3	42.667	2.309	(-*)
J_B	3	40.000	0.000	(*-)
J_C	3	37.333	1.155	(-*)
J_D	3	39.333	0.577	(-*)
J_E	3	41.833	0.764	(-*)
J_F	3	38.000	2.000	(-*)
J_G	3	38.500	3.041	(-*)
J_H	3	34.833	0.289	(-*)
J_I	3	44.167	3.819	(-*)
J_J	3	40.667	2.887	(-*)
J_K	3	37.667	2.021	(-*)
J_L	3	37.333	0.577	(-*)
S_10	3	74.000	1.000	(-*)
S_11	3	58.667	1.528	(-*)
S_3	3	44.333	1.528	(-*)
S_9	3	43.667	1.155	(-*)

Pooled StDev = 1.712

36      48      60      72

**B. 3 One-way ANOVA: IOD versus Sample\_2\_1**

Analysis of Variance for Bilangan IOD

Source	DF	SS	MS	F	P
Sample	30	18.6462	0.6215	39.88	0.000
Error	62	0.9662	0.0156		
Total	92	19.6125			

