



**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
HASIL VARIASI JENIS UKURAN DAN WADAH FERMENTASI
DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh

EKO LUTFI MAHARDIKA

NIM. 101710101054

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

2015



**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
HASIL VARIASI JENIS DAN UKURAN WADAH FERMENTASI
DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
INDONESIA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan pendidikan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh

EKO LUTFI MAHARDHIKA

NIM 101710101054

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, sebuah Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI) ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya Ibu Misti dan Bapak Pagi Hari serta adikku Alm.Andhika Joeharmanto ;
2. Dosen Pembimbing Utama Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc dan Dosen Pembimbing Anggota Noor Ariefandie Febrianto, MSc. yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan pengalaman dengan penuh kesabaran;
3. Guru-guruku sejak TK hingga Perguruan Tinggi;
4. Almamaterku tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;

MOTTO

*Berikan semua orang telinga anda,
Tapi berikan sedikit orang suara anda.*

(Shakespeare)

Pressure can be useful.

(Paul Budnitz)

Hindari kerumunan. Bangun pemikiran anda sendiri.

Jadilah pemain catur, bukan pionnya.

(Ralph Charell)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eko Lutfi Mahardika

NIM : 101710101054

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Karakteristik Fisiko Kimia Biji Kakao (theobroma cacao l.) Hasil Variasi Jeni dan Ukuran Wadah Fermentasi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kebenaran isi laporan ini sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 19 Agustus 2015

Yang menyatakan,

Eko Lutfi Mahardika
NIM 101710101054

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
HASIL VARIASI JENIS DAN UKURAN WADAH FERMENTASI
DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
INDONESIA**

Oleh

Eko Lutfi Mahardika
NIM 101710101054

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Noor Ariefandie Febrianto, MSc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Karakteristik Fisiko Kimia Biji Kakao (theobroma cacao l.) Hasil Variasi Jenis dan Ukuran Wadah Fermentasi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

hari : Rabu
tanggal : 19 Agustus 2015
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji
Ketua

Anggota I

Ir. Yhulia Praptiningsih S., M.S
NIP 195306261980022001

Andrew Setiawan Rusdianto S.TP., M.Si.
NIP 198204222005011002

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.
NIP 196912121998021001

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Variasi Jeni dan Ukuran Wadah Fermentasi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia; Eko Lutfi Mahardika; 101710101054; 2015; 62 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia terutama sebagai penyedia lapangan pekerjaan dan sumber devisa Negara. Produksi biji kakao Indonesia secara signifikan terus meningkat dimana pada tahun 2012 jumlah produksi kakao mencapai 740.513 ton dengan luas area 1.774.463 ha. Akan tetapi kualitas biji kakao yang diekspor oleh Indonesia dikenal sangat rendah berada di grade 3. Hal ini disebabkan oleh pengelolaan produk kakao yang masih tradisional 85% biji kakao produksi nasional belum difermentasi sehingga kualitas kakao Indonesia menjadi rendah. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap hasil fermentasi adalah sarana atau wadah yang digunakan selama proses fermentasi. Ada beberapa wadah yang diterapkan atau dipakai sebagai sarana fermentasi petani Indonesia yakni kotak kayu besar, kotak kayu kecil. Sedangkan di beberapa Industri lebih dalam pemakaian alat atau sarana yang berbahan stainless steel. Akan tetapi, belum ada kajian mengenai penggunaan variasi wadah fermentasi kotak terhadap karakteristik fisik dan kimia biji kakao yang dihasilkan.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) tahap. Tahap pertama yaitu fermentasi biji kakao dengan menggunakan dengan variasi wadah kotak (*Best Practice, Shallow Box, Mini Box, dan Stainless Steel Box*). Selama proses fermentasi berlangsung dilakukan pengukuran suhu fermentasi dan pH serta IF biji kakao basah. Tahap kedua adalah karakterisasi fisik dan kimia biji kakao kering hasil fermentasi yang meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit, uji belah (*cut test*), kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan variasi wadah kotak memberikan pengaruh terhadap suhu selama fermentasi serta pH dan indeks fermentasi biji kakao basah, dan indeks fermentasi biji kakao kering, namun tidak berpengaruh terhadap jumlah biji per 100 gram, hasil uji belah, kadar kulit, kadar air dan kadar lemak biji keringnya. Mutu fisik dan kimia biji kakao kering yang dihasilkan pada perlakuan *Shallow Box* (SB) mendekati mutu biji kakao kering pada perlakuan *Best Practice* (BP). Perlakuan SB memberikan kisaran suhu fermentasi antara 4,6-4,7 °C, dengan pH permukaan biji antara 4,0-4,8 dan pH keping biji antara 4,8-4,9. Biji kakao kering hasil perlakuan SB mempunyai karakteristik fisik meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit dan jumlah biji coklat berturut-turut sebesar 98 biji, 16 %, dan 85,6 %. Karakteristik kimia biji kakao kering yang meliputi kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi berturut-turut adalah 7,36 %, 59,92 % dan 1,263.

SUMMARY

Physico Chemical Characteristics Of Cocoa Beans (*Theobroma Cacao L.*) Fermented Under Different Container Type And Size At Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute; Eko Lutfi Mahardika; 101710101054; 2015; 62 pages; Department of Agricultural Product; Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

Cocoa is one of the plantation commodity that plays an important role in the economy of Indonesia, especially as a provider of employment and source of State income. Indonesian cocoa production is significantly increasing where in 2012 the amount of cocoa production reached 740 513 tonnes and an area of 1,774,463 ha. But the quality of cocoa beans exported by Indonesia are known to be very low in grade 3. This is caused by the management of cocoa products are still traditional 85% of national production of cocoa beans not fermented so that the quality of Indonesian cocoa is low. One of the factors that influence the fermentation is a means or containers used during the fermentation process. There are several containers that are applied or used as a means of fermentation Indonesian farmers the large wooden boxes, small wooden box. While some in the industry over the use of the means made from stainlees steel. However, no studies regarding the use of variations in the fermentation container box to the physical and chemical characteristics of cocoa beans produced.

This research was conducted in two (2) phases. First step is the fermentation of cocoa beans by using the variation of the container box (Best Practice, Shallow Box, Mini Box, and Stainlees Steel Box). During the fermentation process takes place measurement fermentation temperature and pH as well as the IF wet cocoa beans. The second stage is physical and chemical characterization of dried fermented cocoa beans which includes the number of beans per 100 grams, the level of the skin, split test (test cut), moisture content, fat content and the index of fermentation.

The results showed that use variations of the container box to give effect to the temperature during fermentation, and the pH and the index of fermentation of cocoa beans wet, and the index of fermented dry cocoa beans, but does not affect the number of seeds per 100 grams, the test results apart, levels of skin, moisture content and fat content of the dry beans. Physical and chemical quality dried cocoa beans produced in the treatment Shallow Box (SB) approach the quality of dry beans in treatment Best Practice (BP). SB treatments provide fermentation temperature range of between 4.6 to 4.7 0C, with a pH level between 4.0 to 4.8 and ph seed seed pieces between 4.8 to 4.9. Dry beans SB treatment results have physical characteristics include the number of seeds per 100 grams, the levels of skin and the amount of cocoa beans in a row by 98 seeds, 16% and 85.6%. Chemical characteristics of dry cocoa beans that include water content, fat content and successive fermentation index was 7.36%, 59.92% and 1.263.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Karakteristik Fisiko Kimia Biji Kakao (theobroma cacao l.) Hasil Variasi Jenis dan Ukuran Wadah Fermentasi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*” ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Yuli Witono S.TP.,M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Noor Ariefandie Febrianto, MSc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia dengan sabar memberikan arahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
4. Ibu Ir. Yhulia Praptiningsih S M.S., selaku penguji utama dan Bapak Andrew Setiawan Rusdianto S.TP., M.Si., selaku penguji anggota yang telah memberikan saran dan evaluasi untuk perbaikan skripsi ini;
5. Ibu Dr. Ir. Sih Yuwanti, MP, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu dan perhatian dalam bentuk nasihat serta teguran selama kegiatan bimbingan akademik;
6. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah meluangkan waktu dan membantu penyelesaian skripsi ini;
7. Ayahanda Pagi Hari, Ibunda Misti, serta adikku Alm.Andhika Joeharmanto yang telah banyak memberikan segenap curahan kasih sayang, do’a dan cinta yang tak terkira selama ini, tak ada yang mampu melukiskan ungkapan rasa terimakasihku untuk kalian;
8. Tim seperjuangan Exti Wantika dan Yuke Rasadi terimakasih telah memotivasi dan membantuku dalam mencapai kelulusan;

9. Keluarga besar THP “Mantab Jaya” seperjuangan angkatan 2010 dengan segala “keistimewaannya” atas perjalanan kita selama di FTP;
10. Keluarga besar SAHARA yang telah memberikan do’a, semangat, dan motivasi serta pengalaman berharga sebagai keluarga baru dan berorganisasi;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu diperlukan segala bentuk kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Jember, 19 Agustus 2015

Penulis

Eko Lutfi Mahardika

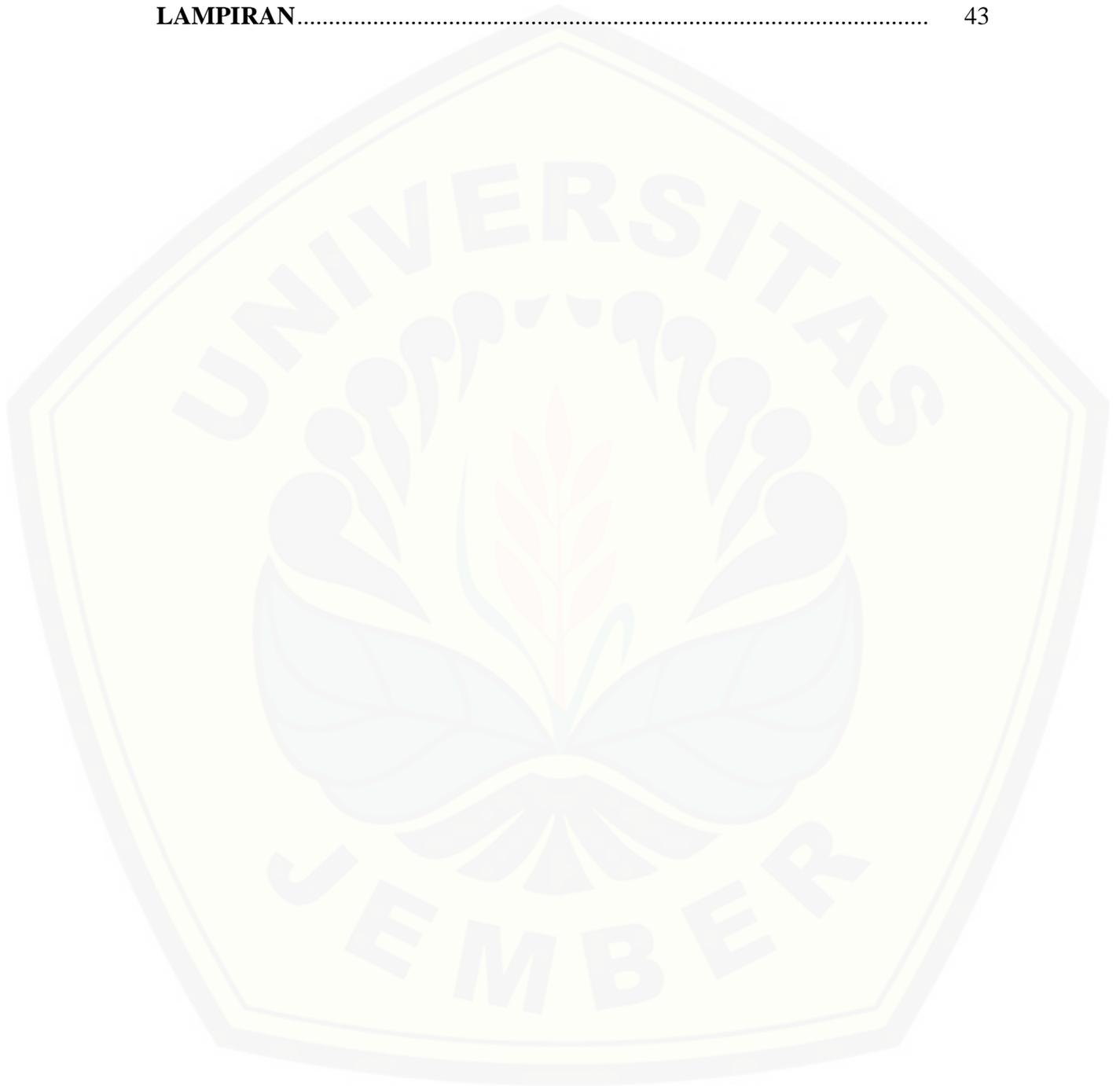
101710101054

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Buah Kakao	5
2.2 Fermentasi Kakao	8
2.3 Karakteristik Biji Kakao Kering	11
2.4 Wadah Fermentasi	13
2.5 Mutu Biji Kakao	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	19
3.1.1 Bahan	19
3.1.2 Alat	19

3.3 Metodologi Penelitian	20
3.3.1 Rancangan Penelitian	20
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	21
3.3.2.1 Penelitian Tahap Pertama	21
3.3.2.2 Penelitian Tahap Kedua	23
3.3.3 Analisis Data	23
3.4 Parameter Pengamatan	23
3.5 Prosedur Analisis	23
3.5.1 Karakteristik Fermentasi Kakao	23
3.5.1.1 Suhu fermentasi Kakao	23
3.5.1.2 Tingkat Keasaman (pH) Biji Kakao Basah	24
3.5.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah	24
3.5.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering	24
3.5.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering	24
3.5.2.2 Kadar Kulit	25
3.5.2.3 Uji Belah (<i>Cut Test</i>)	25
3.5.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering	26
3.5.3.1 Indeks Fermentasi	26
3.5.3.2 Kadar Air	26
3.5.3.3 Kadar Lemak	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Fermentasi Kakao	29
4.1.1 Suhu Fermetasi	29
4.1.2 Tingkat Keasaman (pH)	32
4.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah	35
4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering	37
4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering	37
4.2.2 Kadar Kulit	38
4.2.3 Uji Belah (<i>Cut Test</i>)	40
4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering	41
4.3.1 Indeks Fermentasi	41
4.3.2 Kadar Air	44

4.3.3 Kadar Lemak	45
BAB 5. PENUTUP	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	43



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian fermentasi biji kakao.....	24
Gambar 4.1 Grafik perubahan suhu fermentasi biji kakao	30
Gambar 4.2 Grafik perubahan pH permukaan biji kakao selama fermentasi..	32
Gambar 4.3 Grafik perubahan pH keping biji kakao selama fermentasi.....	33
Gambar 4.4 Grafik perubahan IF biji kakao selama fermentasi	35
Gambar 4.5 Nilai rata-rata jumlah biji per 100 gram	36
Gambar 4.6 Nilai rata-rata kadar kulit biji kakao	38
Gambar 4.7 Nilai rata-rata uji belah biji kakao	39
Gambar 4.8 Nilai rata-rata IF biji kakao kering	41
Gambar 4.9 Nilai rata-rata kadar air biji kakao kering.....	43
Gambar 4.10 Nilai rata-rata kadar lemak biji kakao kering	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia <i>pulp</i> biji kakao.....	8
Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kakao yang difermentasi	11
Tabel 2.3 Syarat mutu umum biji kakao.....	16
Tabel 2.4 Syarat mutu khusus biji kakao.....	17
Tabel 4.1 Analisis sidik ragam jumlah biji per 100 gram	38
Tabel 4.2 Analisis sidik ragam kadar kulit biji kakao	39
Tabel 4.3 Analisis sidik ragam IF biji kakao kering.....	43
Tabel 4.4 Analisis sidik ragam kadar air biji kakao kering	44
Tabel 4.5 Analisis sidik ragam kadar lemak biji kakao kering	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Karakteristik fermentasi kakao.....	53
Lampiran A.1 Suhu fermentasi kakao	53
Lampiran A.2 Tingkat keasaman (pH) biji kakao basah	54
Lampiran A.3 IF biji kakao basah	55
Lampiran B. Karakteristik fisik biji kakao kering	57
Lampiran B.1 Jumlah biji per 100 gram.....	57
Lampiran B.2 Kadar kulit biji kakao kering.....	58
Lampiran B.3 Uji belah (<i>Cut test</i>).....	59
Lampiran C. Karakteristik kimia biji kakao kering	59
Lampiran C.1 IF biji kakao kering	59
Lampiran C.2 Kadar air biji kakao kering.....	61
Lampiran C.3 Kadar lemak biji kakao kering	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia terutama sebagai penyedia lapangan pekerjaan dan sumber devisa negara. Indonesia menjadi negara pemasok biji kakao terbesar setelah Pantai Gading (38,3%) dan Ghana (20,2%) dengan persentase 13,6% (BPS, 2011). Komoditas kakao diusahakan secara komersial dan mempunyai nilai ekonomis tinggi dan memegang peranan penting dalam meningkatkan pendapatan negara dari sektor perkebunan.

Produksi biji kakao Indonesia secara signifikan terus meningkat dimana pada tahun 2012 jumlah produksi kakao mencapai 740.513 ton dengan luas area 1.774.463 ha. Kondisi ini merupakan suatu peluang yang baik bagi Indonesia karena sebenarnya Indonesia berpotensi untuk menjadi produsen utama kakao dunia. Akan tetapi kualitas biji kakao yang diekspor oleh Indonesia dikenal sangat rendah berada di grade 3. Hal ini disebabkan oleh pengelolaan produk kakao yang masih tradisional 85% biji kakao produksi nasional tanpa fermentasi sehingga kualitas kakao Indonesia menjadi rendah (BPS, 2011). Kualitas biji kakao yang rendah berada pada grade 3. Sebagian besar biji kakao tersebut dihasilkan dari perkebunan rakyat. Perkebunan rakyat belum atau tidak menerapkan proses teknologi fermentasi yang tepat sehingga mutu biji kakao yang dihasilkan rendah yakni berada pada grade 3 dan termasuk biji tanpa fermentasi (Wahyudi dkk, 2006).

Rendahnya mutu biji kakao antara lain ditentukan oleh biji kakao yang tidak terfermentasi, tidak cukup kering, ukuran biji tidak seragam, cita rasa sangat beragam dan ketidakkonsistenan lainnya. Persyaratan mutu yang diatur pemerintah meliputi karakteristik biji kakao, kadar air, bobot biji, kadar kulit dan kadar lemak. Persyaratan yang diinginkan ini sebenarnya dapat diperoleh dengan penerapan teknologi fermentasi yang tepat. Teknologi fermentasi kakao yang tepat akan menghasilkan cita rasa yang lebih baik (Sulistiyowati dan Yusianto, 1998).

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap proses fermentasi biji kakao, antara lain lama fermentasi, keseragaman terhadap kecepatan pengadukan/pembalikan, aerasi, iklim, kemasakan buah, wadah dan kuantitas fermentasi. Fermentasi untuk biji kakao jenis lindak membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 5 hari, sedangkan biji kakao mulia lebih pendek berkisar 3 hari. Fermentasi yang terlalu lama meningkatkan kadar biji kakao berjamur dan berkecambah, sedangkan fermentasi yang singkat menghasilkan kadar biji slaty (biji tidak terfermentasi) tinggi (Retno dan Sinung, 2012).

Selain lama fermentasi, wadah fermentasi juga menentukan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Wadah fermentasi yang baik terbuat dari kayu dengan kuantitas minimal 40 kg. Kurangnya kuantitas biji kakao fermentasi menyebabkan suhu fermentasi tidak tercapai sehingga bukan biji yang dihasilkan, tetapi biji yang berjamur (Retno dan Sinung, 2012).

Proses fermentasi biji kakao berlangsung dengan bermacam-macam cara, misalnya ditumpuk diatas alas tertentu, dimasukkan ke dalam keranjang, dimasukkan ke dalam peti atau bak dan diletakkan di atas rak. Pada perusahaan perkebunan umumnya fermentasi kakao dilakukan di dalam peti fermentasi yang disusun beberapa baris sesuai dengan waktu proses fermentasi dan frekuensi pengadukan (Nasution, 1985).

Sarana fermentasi biji kakao yang ideal adalah dengan menggunakan kotak dari kayu yang diberi lubang-lubang. Kotak fermentasi dengan skala kecil berkapasitas 40 kg biji kakao, sedangkan kotak fermentasi dengan skala besar berkapasitas 700 kg biji kakao basah. Jika kotak fermentasi sulit diperoleh maka dapat digantikan dengan keranjang bambu atau dengan memakai daun pisang. Berat biji kakao yang difermentasi minimal 40 kg. Hal ini berhubungan dengan kemampuan untuk menghasilkan panas yang cukup sehingga proses fermentasi biji dapat berjalan dengan baik (PPKI, 2008).

Fungsi alat (sarana fermentasi) adalah sarana untuk menghasilkan senyawa calon pembentuk rasa dan aroma khas cokelat di dalam biji kakao, keunggulan perawatan mudah dan murah, hasil fermentasi baik, suhu fermentasi tercapai,

lapisan lendir terurai dan terlepas dari permukaan biji secara alami, terjadi perubahan nilai pH biji karena pembentukan senyawa-senyawa asam.

Beberapa wadah yang diterapkan atau dipakai sebagai sarana fermentasi petani Indonesia yakni kotak kayu besar, kotak kayu kecil. Sedangkan di beberapa Industri lebih dalam pemakaian alat atau sarana yang berbahan *stainlees steel*. Hal ini dikarenakan bahan *stainlees steel* mudah didapatkan, daya pemakaian dalam jangka lama dan mudah dibersihkan. Sehingga kotak *stainlees steel* menjadi sarana uji coba untuk di aplikasikan dalam fermentasi kakao dalam Industri. Ketiga jenis dan ukuran wadah tersebut menghasilkan biji kakao hasil fermentasi dengan mutu yang beragam. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini tentang variasi beberapa wadah fermentasi untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia biji kakao fermentasi yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Besarnya produksi biji kakao di Indonesia belum diimbangi oleh mutu biji yang baik. Beberapa petani kakao di Indonesia belum melakukan teknologi fermentasi yang tepat. Hal tersebut mengakibatkan mutu biji hasil fermentasi yang beragam dan cenderung rendah. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan karakterisasi mutu secara fisika dan kimia terhadap biji kakao hasil fermentasi dengan variasi wadah yang digunakan.

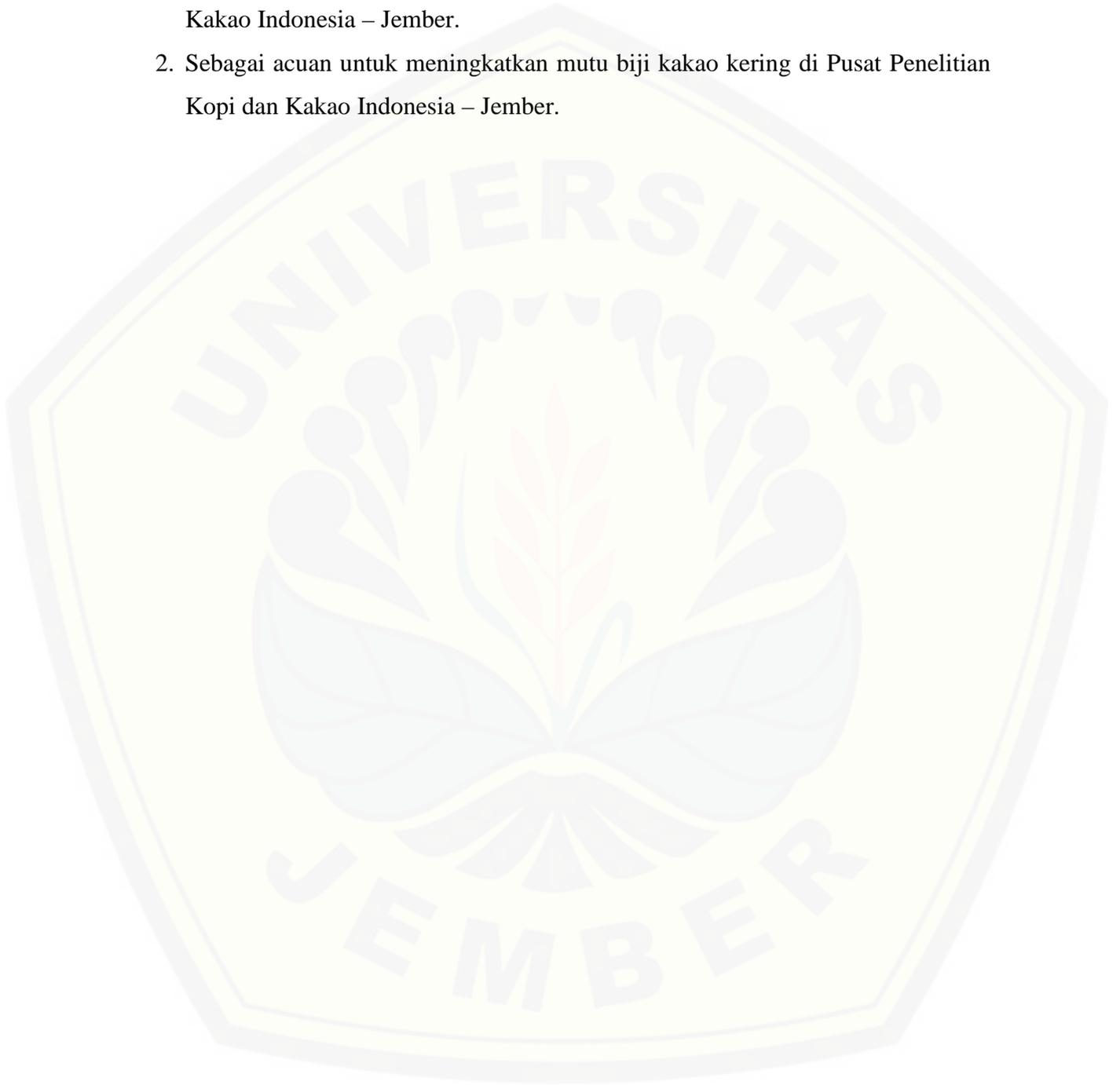
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia biji kakao (*Theobroma cacao L.*) hasil fermentasi dalam berbagai variasi wadah (kotak kayu besar, kotak kayu kecil, dan kotak *stainlees steel*) di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Dan mengetahui grade mutu terbaik dari beberapa perlakuan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Memberikan sumber informasi mengenai karakteristik fisiko kimia biji kakao (*Theobroma cacao L.*) hasil fermentasi dalam berbagai variasi wadah (kotak kayu besar, kotak kayu kecil, dan stainless steel) di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia – Jember.
2. Sebagai acuan untuk meningkatkan mutu biji kakao kering di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia – Jember.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Kakao (*Theobroma cacao*, L.)

Kakao (*Theobroma cacao*, L.) merupakan satu-satunya spesies diantara 22 jenis dalam genus *Theobroma* yang diusahakan secara komersial. Tanaman ini diperkirakan berasal dari lembah Amazon di Benua Amerika yang mempunyai iklim tropis. Colombus dalam pengembaraan dan petualangannya di benua menemukan dan membawanya ke Spanyol. Kemudian kakao dibawa oleh orang Spanyol ke Indonesia sekitar tahun 1560 melalui Filipina ke daerah Minahasa, Sulawesi Utara (Poedjiwidodo, 1996).

Sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Anak divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Bangsa	: <i>Malvales</i>
Famili	: <i>Sterculiaceae</i>
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> , L.

(Poedjiwidodo, 1996).

Jenis (varietas) tanaman kakao menurut Rudianto (2007) adalah sebagai berikut:

1) *Criollo*

Criollo termasuk kakao yang bermutu tinggi atau kakao mulia. Jenis ini pertumbuhannya kurang kuat dan produksinya relatif rendah, tunas-tunas muda umumnya berbulu, masa berbuah lambat, agak peka terhadap serangan hama dan penyakit, kulit buah tipis dan mudah diiris, terdapat sepuluh alur yang letaknya berselang-seling, di mana lima alur dangkal, ujung buah umumnya berbentuk tumpul sedikit bengkok dan tidak memiliki bootle neck. Tiap buah berisi tiga puluh sampai empat puluh biji, yang bentuknya agak bulat sampai bulat, endospermnya berwarna putih. Proses fermentasinya lebih cepat dan rasa

tidakterlalu pahit. Warna buah muda umumnya merah dan bila sudah masak menjadi orange.

2) *Forastero*

Forastero pada umumnya termasuk kakao bermutu rendah atau disebut kakao lindak/ kakao curah/*bulk cacao*. Tipe forastero memiliki pertumbuhan tanaman yang kuat dan produksinya lebih tinggi, masa berbuah lebih awal dan pada umumnya diperbanyak dengan semaian hibrida. Biji kakao jenis ini relatif tahan terhadap serangan hama dan penyakit, kulit buah agak keras tetapi permukaannya halus, mempunyai alur-alur kulit buah agak dalam, memiliki endosperma berwarna ungu tua dan berbentuk gepeng. Proses fermentasinya lebih lama dibandingkan Criollo. Rasa biji lebih pahit, kulit berwarna hijau terutama yang berasal dari Amazona dan merah yang berasal dari daerah lain.

3) *Trinitario*

Trinitario merupakan hasil persilangan antara Criollo dan forastero. Hasil persilangan ini terdapat jenis-jenis baru yang mutunya baik, buah dan bijinya besar. Sebagai klon adalah Djati Runggo. Walaupun ciri-ciri bijinya seperti Criollo namun merupakan hasil persilangan. Jenis Trinitario dapat dibedakan menjadi empat golongan, yaitu:

- a. *Angoleta*, dengan ciri-ciri kulit luar sangat kasar, buah besar beralur dalam, biji bulat, bermutu superior. kotiledon berwarna ungu.
- b. *Cundeamor*, dengan ciri-ciri bentuk buah seperti Angoleta, kulit buah kasar, dan alur tidak dalam, bijinya gepeng dan mutu superior. Kotiledon ungu gelap.
- c. *Amelonado*, memiliki ciri-ciri bentuk buah bulat telur, kulit sedikit halus, ada yang memiliki bottle neck ada pula yang tidak dan alur-alurnya jelas. Bijinya gepeng, kotiledon berwarna ungu.
- d. *Calaba cillo*, dengan ciri-ciri buahnya pendek dan bulat, kulit sangat halus dan licin, tanpa bottle neck sedangkan alur-alur buahnya dangkal. Biji gepeng dan rasanya pahit. Kotiledon berwarna ungu.

Jenis criollo merupakan jenis kakao yang dapat menghasilkan biji cokelat yang mutunya sangat baik, buahnya berwarna merah dan hijau, kulit buahnya tipis berbintil-bintil kasar dan lunak, biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih pada waktu basah. Sedangkan jenisforasterodapat menghasilkan biji kakao yang mutunya sedang atau *bulk cacao*, buahnya berwarna hijau, kulitnya tebal, biji buahnya tipis dan gepeng dan kotiledonnya berwarna ungu pada waktu basah (Sunanto, 1992).

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika masak berwarna kuning. Sementara itu, buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga (oranye). Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Buah akan masak setelah berumur 6 bulan dan akan berukuran 10-30 cm, tergantung kultivarnya (PPKKI, 2004).

Pada dasarnya buah kakao terdiri atas 4 bagian yakni : kulit, plasenta, pulpa, dan biji. Buah kakao masak berisi 30-40 biji yang diselubungi oleh pulpa dan plasenta. Pulpa merupakan jaringan halus yang berlendir yang membungkus biji kakao, keadaan zat yang menyusun pulpa terdiri dari 80-90% air dan 8-14% gula sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi (Bintoro, 1977).

Buah kakao dipetik atau dipanen setelah masak optimal.14 hari setelah terjadinya penyerbukan bunga akan terbentuk buah. Buah yang terbentuk tersebut kemudian mengalami perkembangan selama pemasakan yaitu setelah 143 hari buah mencapai perkembangan fisik yang maksimal artinya setelah waktu tersebut buah sudah tidak bertambah besar maupun bertambah panjang. Buah kakao yang masak berisi sekitar 30-40 biji yang terbungkus oleh lapisan lendir (pulpa) (Haryadi dan Supriyanto, 1991).Komposisi pulp kakao disajikan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia *Pulp* Biji Kakao

Komponen	Kandungan Rata-rata (%)
Air	80-90
Albuminoid, Astringents dsb	0,5-0,7
Glukosa	8-13
Sukrosa	0,4-1,0
Pati	-
Asam non-volatil	0,2-0,4
Besi oksida	0,03
Garam-garam	0,4-0,45

(Haryadi dan Supriyanto, 2001)

2.2 Fermentasi Kakao

Rohan (1963), Wahyudi (1988), dan Clapperton (1994) melaporkan bahwa fermentasi bertujuan untuk membentuk cita rasa khas coklat dan mengurangi rasa pahit serta sepat yang ada di dalam biji kakao. Tujuan lainnya adalah untuk melepaskan pulpa. Selama fermentasi biji beserta pulpanya mengalami penurunan berat sampai 25%. Perubahan-perubahan biji selama fermentasi meliputi peragian gula menjadi alcohol dan fermentasi asam cuka dan menaiknya suhu. Di samping itu, aromapun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan (Lukito, dkk., 2004).

Fermentasi biji kakao pada dasarnya mempunyai 2 tujuan, yaitu untuk menghancurkan lapisan berlendir yang menyelimuti keping biji (pulpa), dan mengusahakan kondisi untuk terjadinya reaksi dalam keping biji selama proses fermentasi. Pulpa yang hancur oleh kegiatan mikroorganisme yang berasal dari lingkungan akan lepas dari keping biji hingga keping biji kakao menjadi bersih dan cepat kering setelah dilakukan pencucian. Reaksi kimia dan biokimia dalam keping biji dimaksudkan untuk pembentukan prekursor flavor dan warna (Haryadi dan Supriyanto, 1991).

Selama fermentasi, didalam biji kakao akan terjadi penguraian senyawa polifenol, protein, dan gula oleh adanya enzim yang akan menghasilkan senyawa

calon aroma, perbaikan citarasa, dan perubahan warna. Selama fermentasi derajat keasaman (pH) mula-mula menurun sampai hari ketiga, stabil pada hari kelima dan meningkat dengan cepat atau meningkat sedikit demi sedikit sejak hari ketiga hingga hari kelima. Kadar polifenol mengalami penurunan, karena terjadinya difusi senyawa polifenol keluar dari keping biji. Komponen pembentuk polifenol adalah antosianin, epikatekin, dan katekin. Selama fermentasi antosianin dihidrolisa oleh enzim menjadi gula dan sianidin. Total asam mula-mula rendah, kemudian meningkat sampai hari kedua dan mengalami penurunan lagi. Gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) mula-mula rendah dan cenderung meningkat sampai akhir fermentasi (Atmawijaya, 1993).

Perubahan biokimia selama fermentasi terjadi akibat aktivitas mikroorganisme. Pertumbuhan *yeast*, bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat di dalam pulpa berperan dalam perubahan biokimiawi selama fermentasi kakao (Ardhana dan Fleet, 1983). Pada 24 jam pertama enzim akan menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Mikroba akan tumbuh pada gula tersebut dan suhu akan naik menjadi 40-50°C dan terjadilah perubahan warna pada biji kakao. Pulpa mengandung air dengan gula 10-15%. Kandungan gula yang tinggi dalam pulpa akan memacu pertumbuhan khamir yang mengubah gula menjadi alkohol dalam suasana anaerob. Selain menghasilkan alkohol juga menghidrolisis pektin yang menutupi biji (Thompson dkk, 2001). Khamir akan mati oleh alkohol yang dihasilkan dan juga oleh suhu yang makin tinggi. Bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Streptococcus* akan tumbuh. Adanya oksigen dan pH rendah menjadikan bakteri asam asetat tumbuh (*Acetobacter* dan *gluconobacter*). Setelah 5 hari masa fermentasi dapat mengandung mikrobial 100 juta per gramnya. Biji kemudian dikeringkan. selama pengeringan dapat tumbuh jamur *Geotrichum* yang akan mengoksidasi asam asetat menjadi asam suksinat. Jika fermentasi dilanjutkan terus akan muncul bau yang tidak diharapkan karena pertumbuhan *Bacillus* dan kapang (*Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Mucor*) yang menghidrolisis lipid dalam biji dan menghasilkan asam lemak rantai pendek (Wahyudi, 2008).

Fermentasi kakao yang telah selesai biasanya ditandai atau dapat diketahui, antara lain : pulpa mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji berwarna

coklat, dan bau asam cuka sangat jelas. Biji-biji kakao yang belum cukup mengalami fermentasi warna pulpanya putih, kulit biji belum berwarna coklat dan baunya masih berbau alkohol. Fermentasi berfungsi memberi warna dan aroma yang lebih bagus jika dibandingkan kakao yang tanpa fermentasi (Bahri, 2002).

Biji kakao yang tidak difermentasi warnanya lebih pucat bila dibandingkan dengan biji yang difermentasi. Adapun yang tidak mengalami fermentasi warnanya keunguan, sedangkan yang mengalami fermentasi sempurna warnanya coklat bukan ungu. Fermentasi akan mempermudah pengeringan dan menghancurkan lapisan pulpa yang melekat pada biji. Pada proses fermentasi lembaga didalam biji kakao juga akan mati (Nuraeni, 1995). Komposisi kimia biji kakao yang difermentasi disajikan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Biji Kakao yang Difermentasi

Komponen	Persen (%)
Kulit biji	9,63
Kecambah	0,77
Keping biji	
Lemak	54,7
Air	2,1
Abu	2,7
Nitrogen	
Total N	2,2
Protein N	1,3
Theobromine	1,4
Kafein	0,07
Karbohidrat	
Glukosa	0,1
Pati	6,1
Pektin	4,1
Serat	2,1
Selulosa	1,9
Pentosa	1,2
Gum	1,8
Tanin	6,2
Asam organik	
Asetat	0,1
Oksalat	0,3
Sitrat	0,7

Sumber: Minifie, (1999).

Indeks fermentasi merupakan tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Hasil pengukuran kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah (cut test), karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentukannya. Senyawa hasil fermentasi adalah tanin kompleks berwarna coklat yang memberikan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm (Gourieva dan Tserevitinov dalam Yusianto, 1992).

2.3 Karakteristik Biji Kakao Kering

Karakteristik biji kakao kering merupakan hal yang paling penting dalam menentukan mutu biji kakao. Mutu inilah yang akan menentukan harga biji kakao di pasaran. Semakin baik karakteristik bijinya, maka harganya pun akan semakin mahal. Menurut Wahyudi, dkk (2008), adapun karakteristik biji kakao kering yang baik harus memiliki beberapa persyaratan yang meliputi ukuran dan keseragaman biji, kadar kulit biji, kadar lemak, kadar air dan derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji.

1. Ukuran dan keseragaman biji

Ukuran biji kakao pada umumnya dinyatakan dalam jumlah biji per 100 g. Konsumen pada umumnya menginginkan ukuran biji rata-rata antara 1,0 -1,2 g yang ekuivalen dengan 85-100 g/100 biji. Ukuran biji dapat diklasifikasikan menjadi beberapa ukuran seperti maksimal 85 biji/100 g, kurang dari 100 biji/100 g, 100-110 biji/ 100 g, 110-120 biji / 100 g dan lebih dari 120 biji/ 100 g (BSN, 2008). Dengan mengklasifikasikan ukuran biji kakao, maka akan didapat keseragaman biji dengan berbagai mutu.

2. Kadar kulit biji

Kadar kulit merupakan limbah bagi konsumen, sehingga konsumen menginginkan kadar kulit yang paling minim, akan tetapi cukup kuat untuk melindungi biji dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, serangan hama maupun jamur. Kadar kulit terendah yaitu sekitar 11% dianggap sebagai standart yang cukup baik untuk kadar kulit karena semakin tinggi kadar kulit biji,

maka semakin sedikit rendemen yang dapat dikonsumsi sehingga membuat harga biji kakao menjadi lebih rendah (BSN, 2008).

Kadar kulit ditentukan oleh jenis tanaman dan cara pengolahan. Biji kakao yang tidak difermentasi memiliki kadar kulit yang lebih tinggi karena adanya *pulpa* yang menempel pada kulit ari. Fermentasi yang lebih dari 3 hari menyebabkan kadar kulit menurun. Sedangkan biji kakao yang dicuci, kadar kulitnya berkurang menjadi 8-10%, akan tetapi menjadi lebih rapuh sehingga kurang toleran terhadap serangan jamur dan serangga (BSN, 2008).

3. Kadar lemak

Kadar lemak pada umumnya dinyatakan dalam persen dari berat kering keping biji. Lemak merupakan komponen termahal dari biji kakao dan rata-rata kandungan lemak pada biji kakao berkisar antara 55-58%. Kandungan lemak pada biji kakao ditentukan oleh jenis tanaman dan faktor musim dimana buah kakao yang berkembang pada musim hujan akan menghasilkan biji kakao yang berkadar lemak tinggi. Menurut Yusianto dkk., (1997) serta Sulistyowati & Soenaryo (1988), kadar lemak bijikakao tanpa fermentasi lebih rendah 0,07-5,69% daripada yang difermentasi tergantung pada waktu fermentasinya. Fermentasi dapat menurunkan kadar bahan bukan lemak biji, sehingga secara relative kadar lemak meningkat.

4. Kadar air

Selain lemak kakao, kadar air juga menentukan mutu biji kakao karena berkaitan dengan daya simpan biji kakao. Biji kakao yang memiliki kadar air tinggi akan mudah diserang oleh serangga dan jamur. Standar kadar air pada biji kakao tidak boleh melebihi 7,5% (BSN, 2008), karena jika kadar air lebih dari standar maka yang turun bukan hanya hasil rendemennya saja, melainkan juga beresiko terserang bakteri dan jamur. Namun apabila kadar air kurang dari 5%, maka kulit biji akan mudah pecah atau rapuh dan biji harus dipisahkan karena mengandung kadar biji pecah yang tinggi.

5. Derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji

Biji kakao yang dapat memberi cita rasa khas coklat adalah biji kakao yang difermentasi. Pembentukan calon cita rasa selama fermentasi terbentuk

seiring dengan terjadinya degradasi warna ungu pada keping biji. Derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tingkatan sebagai berikut:

- a. Fermentasi berlebihan, ditandai dengan warna keping biji coklat gelap dan berbau tidak enak
- b. Terfermentasi sempurna, ditandai dengan keping biji berwarna coklat dominan, bertekstur agak remah atau mudah dipecah, cita rasa pahit dan sepat tidak dominan
- c. Biji tidak terfermentasi (*slaty*), ditandai dengan keping biji berwarna keabu-abuan, bertekstur pejal, memiliki rasa sangat pahit pahit serta bercita rasa coklat.
- d. Biji kakao kurang terfermentasi, ditandai dengan keping biji berwarna ungu, bertekstur pejal, didominasi oleh rasa pahit dan sepat, serta sedikit cita rasa cokelat (Mulato, 1997)

Biji yang berwarna sebagian ungu dan sebagian coklat tidak dianggap merusak cita rasa apabila jumlahnya tidak lebih dari 20%, dan masih dapat diterima apabila jumlahnya antara 30-40%, namun apabila jumlahnya melebihi 50% akan menimbulkan rasa pahit. Penentuan derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji dilakukan dengan membelah biji kakao (uji belah/*cut test*) dengan arah melintang sehingga permukaan biji yang terbelah dapat dilihat dengan jelas (Misnawi, 2005)

2.4 Wadah Fermentasi

Fermentasi biji kakao sesungguhnya dapat dilakukan dengan mudah. Metode fermentasi yang dapat dilakukan oleh petani kakao adalah fermentasi tumpukan (*heap fermentation*), dan fermentasi dalam kotak atau peti kayu (*box fermentation*). Perbedaan dari kedua metode tersebut hanya pada wadah atau tempat yang digunakan (Mulato, 1997). Duncan *et al.* (1989) & Sri-Mulato dkk. (1997) melaporkan bahwa fermentasi dengan peti dangkal (*shallow box*), Ketebalan 40 cm, dapat meningkatkan aerasi. Proses fermentasi akan berjalan dengan baik jika tersedia cukup oksigen, dan akan muncul panas yang merupakan

hasil oksidasi senyawa gula di dalam pulpa. Ketersediaan oksigen yang cukup selama proses fermentasi akan berdampak biji kakao pasca fermentasi yang dihasilkan cenderung tidak asam. Selain itu, frekuensi pembalikan biji yang terlalu sering, yaitu setiap hari pada metode fermentasi menggunakan peti dalam (*deep box*) dapat diubah menjadi hanya satu kali setelah 48 jam proses fermentasi untuk menekan tingkat kelelahan kerja, dan kehilangan panas. Waktu fermentasi untuk biji kakao lindak dengan kondisi lingkungan di Indonesia adalah 5 hari.



(a)



(b)

Keterangan : (a) peti fermentasi skala individu (kapasitas 40 kg/batch), dan (b) peti fermentasi skala kelompok (kapasitas 650 kg/batch)

Gambar 2.1. Sarana fermentasi yang baik

Sumber : Wahyudi, (2008)

Fermentasi dapat dilakukan di dalam kotak atau peti yang dibuat dari kayu (**Gambar 2.1**). Beberapa aspek penting yang harus diperhatikan untuk kesempurnaan proses fermentasi adalah berat biji yang akan difermentasi, pengadukan (pembalikan), lama fermentasi dan rancangan kotak fermentasi. Untuk penetrasi oksigen yang maksimal, peti fermentasi sebaiknya dibuat dari papan kayu yang diberi lubang-lubang. Untuk skala kecil (40 kg biji kakao basah) diperlukan ukuran peti dengan lebar dan panjang masing-masing 40 cm dan tinggi 50 cm. Sedang untuk skala menengah dan besar, peti fermentasi mempunyai kisaran dimensi peti lebar 100 - 120 cm, panjang 150 - 165 cm dan tinggi 50 cm. Biji kakao dimasukkan ke dalam peti pertama (tingkat atas) sampai ketinggian 40 cm kemudian permukaannya ditutup dengan lembaran karung goni atau daun

pisang. Proses fermentasi dibiarkan selama 48 jam (2 hari), setelah itu biji kakao dibalik dengan cara dipindahkan ke peti kedua sambil diaduk (Wahyudi, 2008).

Kotak fermentasi banyak digunakan oleh perkebunan-perkebunan besar dengan kapasitas besar, yaitu sekitar 1000kg/kotak dengan kedalaman kotak kurang dari 42 cm. Lama fermentasi biji kakao lindak pada perkebunan besar adalah antara 5-7 hari, biasanya pembalikan dilakukan 2 hari sekali. Biji kering yang dihasilkan dari kotak memiliki derajat fermentasi yang baik, tetapi tingkat keasamannya tinggi cenderung kurang disukai pabrikan coklat.

Petani perkebunan juga menggunakan kotak fermentasi dengan kapasitas yang lebih kecil, tetapi hasilnya menyerupai kotak berkapasitas besar. Akan tetapi, karena kapasitasnya yang kecil, kayu yang digunakan harus cukup tebal (>2,5 cm). Tujuannya adalah untuk mengisolasi panas yang dihasilkan dari masa kakao hingga suhu 45°C selama paling tidak 24 jam dapat tercapai. Walaupun hasil dari kotak berkapasitas 20 dan 30 kg sebagian akan bewarna cokelat gelap, tetapi derajat fermentasinya cukup baik dan memenuhi standar perdagangan biji kakao Indonesia (Wahyudi dkk, 2006).

Proses fermentasi dapat berlangsung optimal apabila kebersihan dinding peti fermentasi dijaga untuk menghindari kontaminasi mikroba atau bahan-bahan kimia yang menyebabkan kegagalan proses fermentasi, seperti minyak, pestisida dan bahan kimia lainnya. Kontaminasi kotoran bahan organik alami, serpihan bangkai atau kotoran binatang ke dalam tumpukan biji menyebabkan pembiakan ulat atau belatung. Untuk itu selama fermentasi, bagian atas kotak harus ditutup dengan karung goni atau daun pisang untuk mencegah kontaminasi lalat dan kehilangan panas dari permukaan tumpukan biji. Peti fermentasi sebaiknya dicuci secara berkala, selain untuk mencegah kontaminasi tersebut, juga untuk menjaga agar lubang-lubang di dinding peti tidak tersumbat (Haryadi, dan Supriyanto, 1991).

2.5 Mutu Biji Kakao

Menurut Prawirosentono (2002), mutu produk adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan

konsumen dengan memuaskan sesuai nilai uang yang di keluarkan. Mutu biji kakao merupakan aspek paling penting dalam produksi kakao, apabila biji kakao bermutu rendah, maka tidak hanya harganya yang akan turun, melainkan juga produk olahannya akan berkualitas jelek. Oleh karena itu, semua pihak yang berkaitan dengan pengolahan kakao berperan penting dalam mengendalikan dan meningkatkan mutu biji kakao. Salah satu cara untuk menangani hal tersebut dapat dilakukan dengan menjalankan setiap proses pengolahan sesuai dengan SOP (*Standard Operating Procedure*) kemudian melakukan pengawasan.

Biji kakao yang akan diperdagangkan, terutama diekspor harus memenuhi Standar Mutu Indonesia. Persyaratan mutu yang diatur pemerintah meliputi karakteristik fisik, pencemaran dan organoleptik. Karakteristik fisik merupakan faktor utama yang pertama kali dilihat karena berpengaruh terhadap hasil yang akan diterima oleh konsumen serta mudah diukur dengan cepat. Dengan demikian, pengawasan mutu berdasarkan sifat-sifat fisik biji kakao lebih mudah untuk dilakukan daripada berdasarkan sifat organoleptik ataupun lainnya (Wahyudi dkk., 2008).

Persyaratan mutu biji kakao Indonesia terbagi dalam dua kelompok syarat mutu, yaitu syarat umum dan syarat khusus. Syarat umum merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk biji kakao yang akan diekspor, sedangkan syarat khusus merupakan persyaratan yang harus dipenuhi untuk klasifikasi jenis mutu biji kakao (Wahyudi dkk., 2008).

Persyaratan mutu biji kakao menurut SNI 2323:2008 ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3. Persyaratan mutu umum

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Serangga hidup	-	tidak ada
2.	Kadar air	% fraksi massa	maks. 7,5
3.	Biji berbau asap dan atau <i>hammy</i> dan atau berbau asing	-	tidak ada
4.	Kadar benda asing	-	tidak ada

Tabel 2.4. Standar Nasional Indonesia Biji Kakao (SNI 2323-2008)

No	Karakteristik	Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Jumlah biji/100 gr	AA/A/B/C	AA/A/B/C	AA/A/B/C
2	Kadar air, % (b/b) maks	7,5	7,5	>7,5
3	Berjamur, % (b/b) maks	2	4	4
4	Biji slaty, % (b/b) maks	3	8	20
5	Biji berserangga, % (b/b) maks	1	2	2
6	Kotoran, % (b/b) maks	1,5	2	3
7	Biji berkecambah, % (b/b) maks	2	3	3
8	Benda asing	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

Sumber : (SNI 2323-2008)

Mutu biji kakao dipengaruhi oleh jumlah biji yang bermutu jelek, dimana semakin banyak biji yang bermutu jelek maka mutu biji kakao akan semakin rendah. Adapun macam-macam biji yang bermutu jelek diantaranya:

- a. Biji pipih, biji yang tidak mengandung keping biji atau bijinya tidak dapat dibelah.
- b. Biji berjamur, biji kakao yang ditumbuhi jamur dibagian dalamnya dan apabila dibelah dapat terlihat dengan mata.
- c. Biji berserangga, biji kakao yang dibagian dalamnya terdapat serangga pada stadia atau terdapat bagian-bagian dari tubuh serangga, atau yang memperlihatkan kerusakan karena serangga yang dapat dilihat oleh mata.
- d. Biji berkecambah, biji kakao yang kulitnya telah pecah atau berlubang karena pertumbuhan lembaga.
- e. Biji pecah, biji kakao dengan bagian yang hilang berukuran setengah (1/2) atau kurang dari bagian biji kakao yang utuh.
- f. Pecahan biji, biji kakao yang berukuran kurang dari setengah (1/2) bagian biji kakao yang utuh.
- g. Pecahan kulit, bagian kulit biji kakao tanpa keping

- h. Biji dempet (*cluster*), biji kakao yang melekat (dempet) tiga atau lebih yang tidak dapat dipisahkan dengan satu tangan.
- i. Benda-benda asing, benda-benda lain yang bukan berasal dari tanaman kakao (SNI 2323:2008).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, yaitu aplikasi teknologi fermentasi biji kakao dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kebun Percobaan, Desa Nogosari, Kec. Rambipuji, Kab. Jember. Penelitian tahap kedua dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juli sampai Desember 2014.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya buah kakao jenis *lindak/bulk cocoa* yang diperoleh dari PTPN XII Kebun Kalikempit, Kalisepanjang, dan Kalitlepak-Banyuwangi. Klon yang digunakan campuran dari PA 161, TSH 858, ICS dan Scavina 6 tanpa dipisahkan. Penerimaan buah kakao dalam bentuk buah (*pod*) dan pemecahan buah dilakukan sesaat sebelum proses fermentasi. Bahan kimia analisis yang digunakan adalah methanol 90%, HCl pekat, aquades, petroleum benzen, kertas saring, dan benang wol.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan antara lain termometer, pH meter Trans Instrumen, neraca analitik Toledo XP 205 plus, soxhlet apparatus, oven, eksikator, Perkin Elmer Lambda 35 UV/Vis spectrophotometer, kuvet, beaker glass (ukuran 50ml, 100ml, dan 1000ml), tabung reaksi, gelas ukur, pipet ukur, pipet volume 50ml, penangas air, labu didih, kaca arloji, corong kaca, spatula, mortar dan penumbuk.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengolahan biji kakao basah yang difermentasi dengan menggunakan wadah kotak kayu besar, kotak kayu kecil, dan kotak stainless. Ada beberapa perlakuan yang diterapkan yaitu :

- a. *Shallow box* yaitu proses fermentasi dengan menggunakan kotak kayu besar dengan kapasitas 150 kg. Setelah dimasukkan kedalam kotak fermentasi pada bagian atas biji kakao ditutupi karung goni. Proses fermentasi berjalan selama 114 jam, selanjutnya dilakukan proses pembalihan setiap 48 jam fermentasi berjalan. Pengamatan pH, suhu dan pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam fermentasi, sampel yang diambil disimpan dalam freezer untuk persiapan analisis IF.
- b. *Mini box* yaitu proses fermentasi dengan menggunakan kotak kayu kecil dengan kapasitas 40 kg, Setelah dimasukkan kedalam kotak fermentasi pada bagian atas biji kakao ditutupi karung goni. Proses fermentasi berjalan selama 114 jam, selanjutnya dilakukan proses pembalihan setiap 48 jam fermentasi berjalan. Pengamatan pH, suhu dan pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam fermentasi, sampel yang diambil disimpan dalam freezer untuk persiapan analisis IF.
- c. *Stainless steel box* yaitu proses fermentasi dengan menggunakan kotak stainless steel dengan kapasitas 40 kg, Setelah dimasukkan kedalam kotak fermentasi pada bagian atas biji kakao ditutupi karung goni. Proses fermentasi berjalan selama 114 jam, selanjutnya dilakukan proses pembalihan setiap 48 jam fermentasi berjalan. Pengamatan pH, suhu dan pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam fermentasi, sampel yang diambil disimpan dalam freezer untuk persiapan analisis IF.

Selain itu ada 2 perlakuan standart yang dilakukan yakni sebagai acuan atau tolak ukur keberhasilan proses fermentasi :

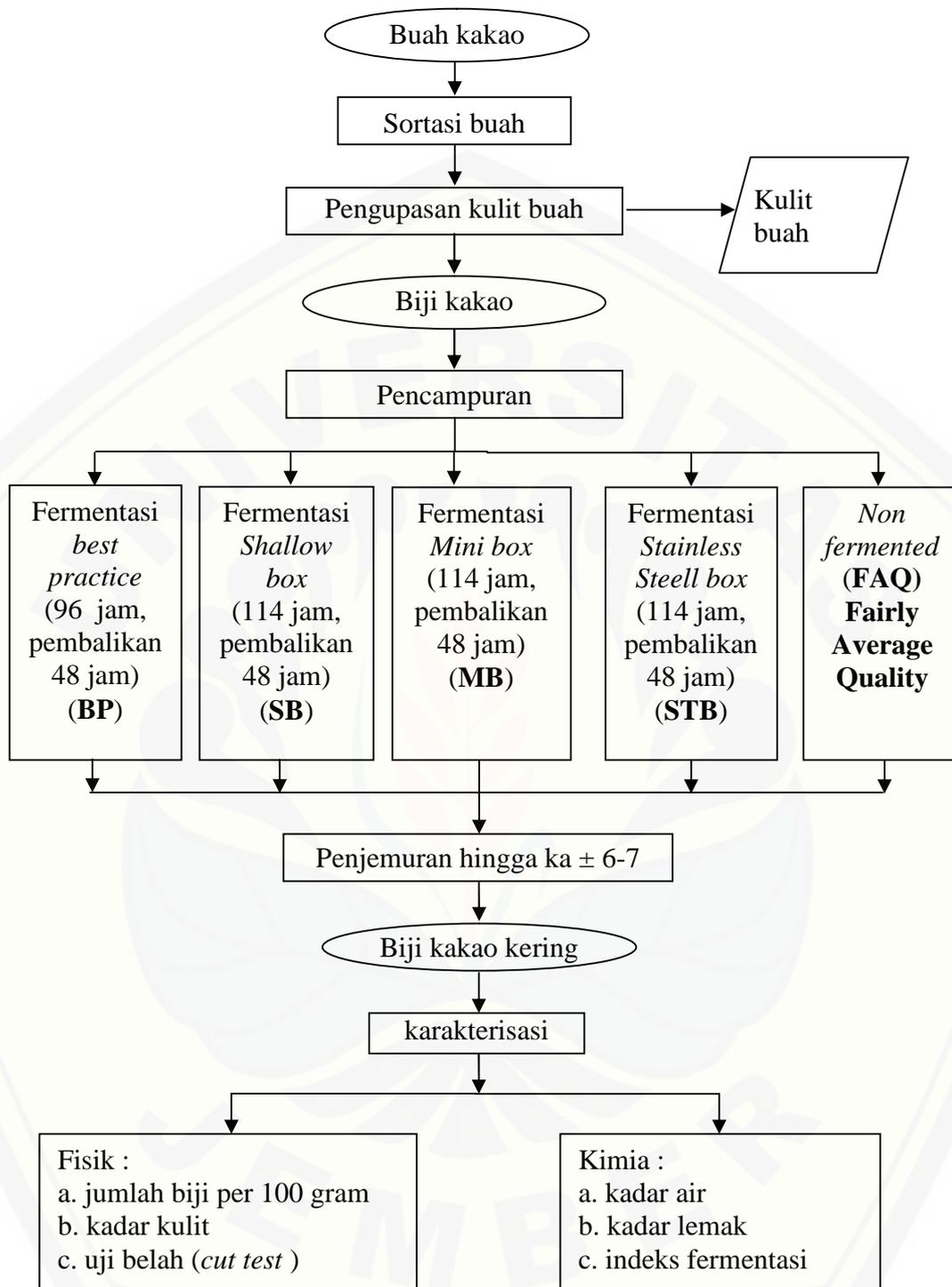
- a. *Best practice* yaitu proses fermentasi dengan menggunakan kotak kayu besar dengan kapasitas 150 kg. Sebelum dimasukkan kotak fermentasi, ada perlakuan *pulp removal* (pengurangan pulp). Setelah dimasukkan kedalam kotak fermentasi pada bagian atas biji kakao ditutupi karung goni. Proses fermentasi berjalan selama 96 jam, selanjutnya dilakukan proses pembalikan setiap 48 jam fermentasi berjalan. Pengamatan pH, suhu dan pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam fermentasi, sampel yang diambil disimpan dalam freezer untuk persiapan analisis IF.
- b. *FAQ (Fairly Average Quality)* yaitu biji kakao basah yang tidak difermentasi. Biji kakao basah diletakkan diruang terbuka diberi alas terpal.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu jenis wadah. Masing-masing perlakuan mengalami pengulangan sebanyak 3 kali.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

3.3.2.1 Penelitian Tahap Pertama

Pada penelitian tahap pertama dilakukan perlakuan fermentasi menggunakan sarana (wadah) yang berbeda pada biji kakao. Fermentasi dilakukan di kotak kayu besar (*shallow box*), kotak kayu kecil (*mini box*) dan kotak *stainlees steel (stainlees steel box)* dengan lama fermentasi 5 hari yakni 114 jam. Selain itu penelitian tahap I digunakan untuk mendapatkan data mengenai suhu dan pH serta nilai indeks fermentasi dari biji kakao yang difermentasi sebagai data penunjang. Selama proses fermentasi berlangsung dilakukan pengadukan yang bertujuan agar proses fermentasi berjalan merata pada semua biji dan juga agar proses fermentasi berjalan dengan optimal dengan aerasi yang cukup. Proses fermentasi biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Tahapan pengolahan biji kakao

3.3.2.2 Penelitian Tahap Kedua

Penelitian tahap kedua dilakukan untuk mengamati karakteristik fisik dan kimia biji kakao kering serta pengukuran indeks fermentasi biji kakao basah. Pengamatan karakteristik fisik biji kakao kering meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit dan uji belah. Karakteristik kimia biji kakao kering meliputi kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi.

3.3.3 Analisis Data

Pengolahan dan analisa data yang didapatkan menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan uji lanjut DNMRT (*Duncan New Multiple Range Test*) menggunakan ms.office excel 2007 serta penjelasan secara deskriptif yang digambarkan dengan histogram sebagai pembanding.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Suhu dan pH fermentasi;
- b. Karakteristik fisik biji kakao kering meliputi uji warna, bentuk, berat dan uji belah (*cut test score*);
- c. Karakteristik kimia meliputi kadar air, kadar lemak, dan indeks fermentasi.

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Karakteristik Fermentasi Kakao

3.5.1.1 Suhu Fermentasi Kakao

Pengukuran suhu fermentasi dilakukan dengan menggunakan termometer pada tumpukan biji kakao selama fermentasi (114 jam) pada 7 titik yang berbeda yaitu di bagian atas, 3 titik di bagian tengah, dan 3 titik di bagian bawah.

3.5.1.2 Tingkat Keasaman (pH) Biji Kakao Basah

Pengukuran pH luar/permukaan biji dilakukan dengan cara mengambil \pm 15 g biji basah dari tiap titik yang berbeda, dihomogenkan, kemudian dilarutkan dalam 15 ml aquades lalu diukur pH. Pengukuran pH dalam/keping biji dilakukan dengan cara mengambil \pm 5 g keping biji yang telah dihaluskan, kemudian dilarutkan dalam 10 ml aquades lalu diukur pH. Pengukuran pH dilakukan sebanyak 2 kali.

3.5.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah (Metode Gourieva dan Tserevitinov, 1979 dalam Misnawi, 2003)

Keping biji kakao yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 0,5 g kemudian diekstrak dengan campuran methanol dan HCl pekat dengan perbandingan 97 : 3 sebanyak 50 ml. Ekstrak biji kakao dihomogenkan selama 20 detik menggunakan homogenizer, setelah itu disimpan selama 20 jam pada suhu 8 °C. Ekstrak diukur absorbansinya menggunakan spektonik pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm. Nilai indeks fermentasi dihitung sebagai berikut:

$$\text{Indeks Fermentasi} = \frac{\text{abs } 460 \text{ nm}}{\text{abs } 530 \text{ nm}}$$

3.5.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

3.5.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering (SNI 2323:2008)

Contoh uji ditimbang sebanyak 100 g kemudian dihitung jumlah biji yang terdapat dalam 100 g tersebut. Hasil uji dinyatakan sesuai dengan jumlah biji yang dihitung dalam 100 g contoh uji sebagai berikut:

- AA : maksimum 85 biji per seratus gram;
- A : 86 – 100 biji per seratus gram;
- B : 101 – 110 biji per seratus gram;
- C : 111 – 120 biji per seratus gram;
- S : lebih dari 120 biji per seratus gram.

3.5.2.2 Kadar Kulit (SNI 2323:2008)

Pengujian ini dilakukan dengan cara pemisahan secara manual biji dan kulit kakao kemudian dilakukan penimbangan. Contoh uji dari biji kakao yang masih utuh kulitnya sebanyak ± 100 g (M_0), kemudian dipisahkan antara kulit dan keping biji tersebut ke dalam kaca arloji yang berlainan yang telah diketahui bobotnya (M_1). Timbang masing-masing kaca arloji/cawan yang berisi kulit biji kakao (M_2). Kadar kulit dinyatakan dalam persentase bobot per bobot dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar kulit} = \frac{(M_2 - M_1)}{M_0} \times 100\%$$

Keterangan :

M_0 adalah bobot contoh uji, dinyatakan dalam gram;

M_1 adalah bobot kaca arloji/cawan kosong, dinyatakan dalam gram;

M_2 adalah bobot kaca arloji/cawan dan kulit biji, dinyatakan dalam gram.

3.5.2.3 Uji Belah (*Cut Test*) (SNI 2323:2008)

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati perubahan warna secara visual dan subyektif. Sebanyak 300 biji kakao dibelah membujur tepat dibagian tengahnya menjadi dua dengan ukuran yang sama besar. Dari 300 belahan biji tersebut diamati satu per satu warna keping biji kakao berdasarkan klasifikasinya. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi menjadi 3 klas dimana warna *slaty* dimasukkan ke dalam klas biji *unfermented*, warna ungu dominan terhadap coklat ke dalam klas biji *underfermented*, dan coklat dominan masuk klas biji *fermented*. Persentase dari ketiga klasifikasi tersebut *slaty* (0-20%), ungu (20-60%), dan coklat (60-100%). Kemudian dihitung persentasenya dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ biji slaty} = \frac{\text{belahan biji slaty}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\%$$

$$\% \text{ biji ungu} = \frac{\text{belahan biji berwarna ungu}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\%$$

$$\% \text{ biji coklat} = \frac{\text{belahan biji berwarna coklat}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\%$$

$$\% \text{ biji berjamur} = \frac{\text{belahan biji berjamur}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\%$$

$$\% \text{ biji berkecambah} = \frac{\text{belahan biji berkecambah}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\%$$

3.5.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

3.5.3.1 Indeks Fermentasi (Metode Gourieva dan Tserevitinov, 1979 dalam Misnawi, 2003)

Keping biji kakao yang telah dihaluskan (bubuk kakao) sampai 40 mesh ditimbang sebanyak 0,5 g kemudian diekstrak dengan campuran methanol dan HCl pekat dengan perbandingan 97 : 3 sebanyak 50 ml. Ekstrak biji kakao dihomogenkan selama 20 detik menggunakan homogenizer, setelah itu disimpan selama 20 jam pada suhu 8 °C. Ekstrak diukur absorbansinya menggunakan spektonik pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm. Nilai indeks fermentasi dihitung sebagai berikut:

$$\text{Indeks Fermentasi} = \frac{\text{abs } 460 \text{ nm}}{\text{abs } 530 \text{ nm}}$$

3.5.3.2 Kadar air (Metode Oven) (SNI 2323:2008)

Contoh uji yang telah dipecahkan ditimbang sebanyak 10 g kedalam cawan tertutup yang terlebih dahulu telah ditetapkan bobotnya (M0). Cawan beserta isinya (M1) ditempatkan dalam oven pada suhu (103°C ± 2°C) (cawan dalam keadaan terbuka) selama 16 jam, dengan tidak sekali-kali membuka oven. Sesudah 16 jam, cawan ditutup menggunakan penutupnya dan dikeluarkan dengan segera untuk dimasukkan ke dalam eksikator. Kemudian ditimbang cawan bertutup beserta isinya (M2). Kadar air dinyatakan dalam persentase bobot seperti berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{M1-M2}{M1-M0} \times 100\%$$

3.5.3.3 Kadar Lemak (Metode Soxhlet) (SNI 2323:2008)

Pengukuran kadar lemak pada biji kakao kering menggunakan acuan SNI Biji kakao 2323:2008. Prinsip pengukuran kadar lemak biji kakao adalah ekstraksi

lemak biji kakao dengan menggunakan pelarut organik non polar (petroleum benzen $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $60\text{ }^{\circ}\text{C}$), yang sebelumnya dihidrolisis dengan larutan HCl.

Prosedur yang dilakukan dalam analisis kadar lemak adalah sebagai berikut :

a) Persiapan contoh yang akan diuji

Timbang 3 – 5 g ke dalam gelas piala 300 – 500 ml. Tambahkan 45 ml air suling mendidih dan 55 ml HCl ke dalam gelas piala. Kocok dan tutup gelas piala tersebut dengan kaca arloji dan didihkan perlahan-lahan selama 15 menit. Bilas kaca arloji dengan 100 ml air suling dan masukkan air pencucian tersebut ke dalam gelas piala, kemudian saring endapan melalui kertas saring yang bebas lemak. Bilas gelas piala tersebut 3 kali dengan air suling melalui kertas saring dan pencucian diteruskan sehingga bebas Cl (tidak memberikan endapan putih AgCl dengan penambahan 1 – 3 tetes AgNO_3). Pindahkan kertas saring beserta isinya ke dalam timbal ekstraksi atau selongsong kertas saring yang bebas lemak dan keringkan selama 6 – 18 jam pada suhu $100 - 101\text{ }^{\circ}\text{C}$.

b) Ekstraksi lemak

Keringkan selama 1 jam labu didih dan timbang hingga bobot konstan, kemudian sambungkan dengan alat ekstraksi soxhlet. Masukkan timbal ekstraksi atau selongsong kertas saring ke dalam soxhlet. Bilas beberapa kali gelas piala dan kaca arloji yang telah dikeringkan dengan 150 ml petroleum benzen dan tuangkan ke dalam labu. Selanjutnya refluks selama 4 jam dengan kecepatan ekstraksi kira-kira 3 tetes per detik. Setelah ekstraksi selesai, keluarkan timbal ekstraksi kemudian uapkan pelarut petroleum benzen dengan alat penguapan atau dengan memanaskan labu di atas penangas air. Keringkan labu beserta lemak didalam oven pada suhu $100 - 101\text{ }^{\circ}\text{C}$, dinginkan dan timbang. Sisa pelarut terakhir setelah pengeringan diuapkan dengan menghembuskan udara melalui labu didih. Ulangi pengeringan sampai perbedaan penimbangan berat lemak yang dilakukan berturut-turut kurang dari 0,05%. Hasil kadar lemak dinyatakan dalam persentase bobot per bobot dan dihitung dalam bobot kering dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{100(M2-M1)}{M0} \times \frac{100}{(100-KA)}$$

Keterangan :

M₀ adalah bobot contoh uji, dinyatakan dalam gram

M₁ adalah bobot labu didih dan batu didih, dinyatakan dalam gram

M₂ adalah bobot labu didih, batu didih dan lemak, dinyatakan dalam gram

K_a adalah kadar air contoh uji



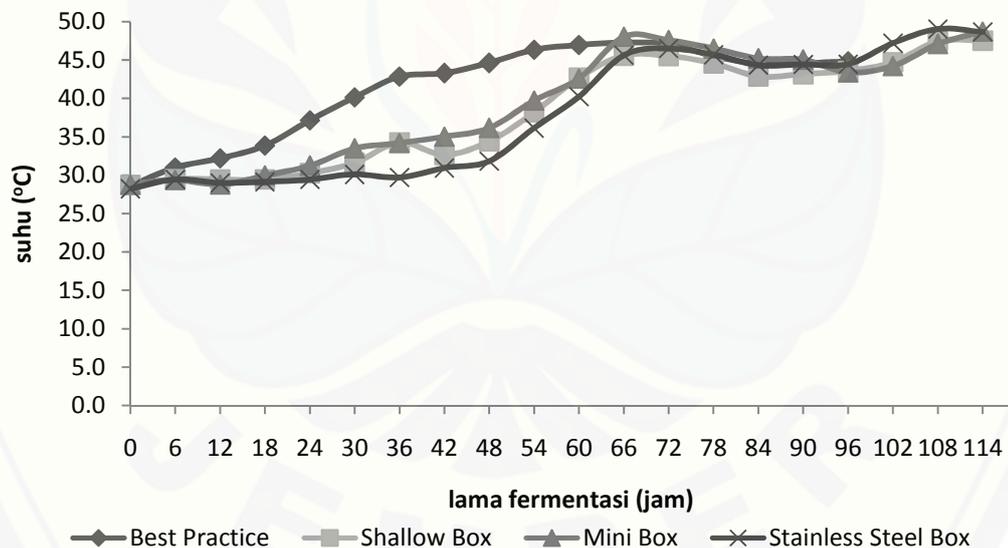
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Fermentasi Biji Kakao

Karakteristik fermentasi biji kakao meliputi suhu fermentasi, tingkat keasaman (pH), dan indeks fermentasi (IF) biji kakao basah.

4.1.1 Suhu Fermentasi

Fermentasi berlangsung secara alami oleh mikroba dengan bantuan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat berjalan dengan baik jika tersedia cukup oksigen dan akan muncul panas (perubahan suhu) yang merupakan hasil oksidasi senyawa gula di dalam pulpa (lendir) (Rohan, 1963). Perubahan suhu selama proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu diantaranya berat biji basah, pengadukan (pembalikan) dan aerasi. Grafik perubahan suhu fermentasi kakao dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Grafik Perubahan Suhu Fermentasi Biji Kakao

Setiap hari selama fermentasi, suhu tumpukan biji kakao mengalami peningkatan (**Gambar 4.1**). Peningkatan suhu yang signifikan terjadi pada perlakuan BP dibandingkan dengan perlakuan SB, MB, dan STB yang relatif

stabil. Suhu tertinggi pada proses fermentasi biji kakao BP terjadi pada jam ke-66 sebesar 47,3°C. Pada fermentasi dengan perlakuan SB tertinggi pada jam ke-114 sebesar 47°C. Pada fermentasi dengan perlakuan MB suhu tertinggi pada jam ke-114 sebesar 48,7°C. Sedangkan pada fermentasi dengan STL pada jam ke-114 sebesar 48,7°C.

Proses fermentasi pada semua perlakuan berjalan dengan baik atau dinilai berhasil karena telah atau pernah mencapai suhu 44°C (lihat gambar 4.1). Sulistyowati & Sunaryo (1988) melaporkan bahwa fermentasi dinilai berhasil apabila pernah mencapai suhu 44 °C paling tidak selama 6 jam. Perubahan suhu dalam tiap-tiap waktu tersebut karena adanya aktivitas metabolisme mikroorganisme dan jenis wadah. Selain itu juga disebabkan dari pengaruh berat biji basah, pengadukan (pembalikan) dan aerasi serta suhu lingkungan.

Gumbira (1978) dalam Atiqoh (2007) menyatakan bahwa peningkatan suhu fermentasi disebabkan oleh perubahan gula menjadi alkohol. Menurut Haryadi dan Supriyanto (1991), aktivitas khamir merubah gula menjadi alkohol merupakan reaksi yang bersifat isotermis, karena selama fermentasi dihasilkan panas dan menyebabkan suhu massa kakao yang diperam menjadi lebih tinggi.

Pada perlakuan *Stainleess Steell* (STL), suhu tertinggi dicapai pada jam ke-114 sebesar 48,7 °C. Bila dibandingkan dengan perlakuan BP, MB dan SB dengan wadah berbahan dasar kayu, kenaikan suhu yang dicapai perlakuan STL kurang maksimal atau relatif lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa wadah *Stainless Steel* kurang dapat mempertahankan panas sehingga kenaikan suhu berjalan lambat.

Pada perlakuan *Best Practice* (BP), kondisi aerobik dan kenaikan suhu sampai 45°C lebih cepat tercapai dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan adanya pengurangan pulpa (*pulp removal*) sebelum proses fermentasi. Lapisan lendir yang terlalu banyak atau tebal menyelimuti permukaan biji kakao diduga dapat menghambat penetrasi oksigen ke dalam tumpukan biji kakao (Yusianto dkk, 2001). Widyotomo dan Sri Mulato (2008) menyatakan bahwa pada tingkat pengurangan 40% lendir (pulpa), aktivitas reaksi dan suhu

fermentasi terlihat mulai konstan setelah proses fermentasi berlangsung 72 jam (3 hari) sehingga waktu fermentasi dapat dipersingkat menjadi 4 hari.

Pada semua perlakuan (BP, SB, MB dan STB) dilakukan pembalikan dan pengadukan setiap 48 jam. Hal ini bertujuan untuk pemerataan fermentasi terhadap biji kakao basah dan juga untuk peningkatan suhu fermentasi. Yusianto & Wahyudi (1991) melaporkan bahwa pengadukan berpengaruh nyata terhadap perubahan suhu fermentasi, dan suhu fermentasi akan meningkat menjadi 46 – 49°C beberapa jam setelah pengadukan. Semua perlakuan setelah dilakukan pembalikan dan pengadukan pada 48 jam proses fermentasi berjalan menunjukkan kenaikan suhu dan berlangsung stabil atau konstan (**Gambar 4.1**). Duncan *et al.* (1989) & Sri-Mulato dkk. (1997) melaporkan bahwa frekuensi pembalikan biji yang terlalu sering, yaitu setiap hari dapat diubah menjadi hanya satu kali setelah 48 jam proses fermentasi untuk menekan tingkat kelelahan kerja, dan kehilangan panas. Waktu fermentasi untuk biji kakao lindak dengan kondisi lingkungan di Indonesia adalah 5 hari.

Berat biji basah minimum (*critical mass*) merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi agar diperoleh suhu yang ideal untuk berlangsungnya proses fermentasi yang baik (Rohan, 1963). Jumlah biji minimum 40 kg biji kakao basah, lama fermentasi 5 hari (Wahyudi, 2003; Ditjen PPHP, 2006). Pada perlakuan BP dan SB berat biji basah sekitar 150 kg sedangkan pada perlakuan MB dan STB berat biji basah sekitar 40 kg. Sri-Mulato dkk. (2005) melaporkan bahwa berat biji kakao basah jenis lindak untuk proses fermentasi sebaiknya tidak kurang dari 40 kg dan ketebalan pemeraman 40 cm. Hal ini terkait dengan kemampuan untuk menghasilkan panas yang cukup agar proses fermentasi berjalan dengan baik. Jadi semakin banyak biji yang difermentasi, maka potensi produksi panas juga semakin besar.

Soenaryo dan Sitomorang (1978) menyatakan bahwa proses selanjutnya yang terjadi yaitu mengubah alkohol menjadi asam asetat yang dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam asetat, yang ditandai dengan peningkatan suhu yang cukup tinggi. Proses fermentasi dihentikan setelah dilakukan pengukuran pada hari kelima (114 jam) pada perlakuan SB, MB dan STB. Duncan *et al.* (1989) & Sri-

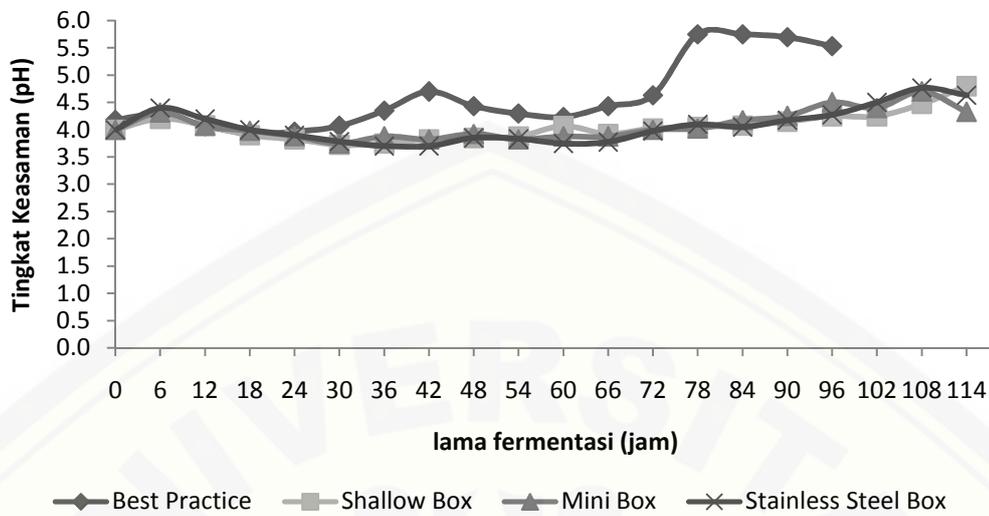
Mulato dkk. (1997) melaporkan bahwa waktu fermentasi untuk biji kakao lindak dengan kondisi lingkungan di Indonesia adalah 5 hari. Sedangkan pada perlakuan BP proses fermentasi dihentikan pada hari keempat (96 jam), hal ini dikarenakan pada perlakuan BP menunjukkan kenaikan suhu yang lebih cepat dan telah mengalami penurunan suhu setelah melewati 72 jam proses fermentasi. Sehingga pada perlakuan BP, proses fermentasi dihentikan lebih awal dibandingkan perlakuan yang lain agar tidak terjadi *over fermented*. Serta agar biji kakao tidak terkontaminasi oleh kapang. Aktivitas kapang terlihat pada biji kakao yang ditandai dengan tumbuhnya miselium pada bagian atas permukaannya.

Berdasarkan hasil pengukuran perubahan suhu pada semua perlakuan yaitu BP, SB, MB, dan STB, perlakuan BP menunjukkan hasil peningkatan suhu yang lebih baik dibandingkan perlakuan yang lain (**Gambar 4.1**). Selain itu perlakuan BP membutuhkan waktu fermentasi yang lebih singkat yakni 4 hari (96 jam) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan SB, MB dan STB tidak memberikan perubahan pH yang signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan pola grafik SB, MB dan STB yang hampir serupa.

4.1.2 Tingkat Keasaman (pH)

Perubahan-perubahan biji selama fermentasi meliputi peragian gula menjadi alkohol dan fermentasi asam cuka dan menaikinya suhu. Di samping itu, aromapun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan (Lukito, dkk., 2004). Selama fermentasi derajat keasaman (pH) mula-mula menurun sampai hari ketiga, stabil pada hari kelima dan meningkat dengan cepat atau meningkat sedikit demi sedikit sejak hari ketiga hingga hari kelima (Atmawijaya, 1993).

Analisis pH biji kakao dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman yang terbentuk karena proses fermentasi. Pengukuran pH biji kakao selama fermentasi dilakukan dengan menggunakan *portabel pH meter*. Perubahan pH permukaan biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Grafik Perubahan pH Permukaan Biji Selama Fermentasi

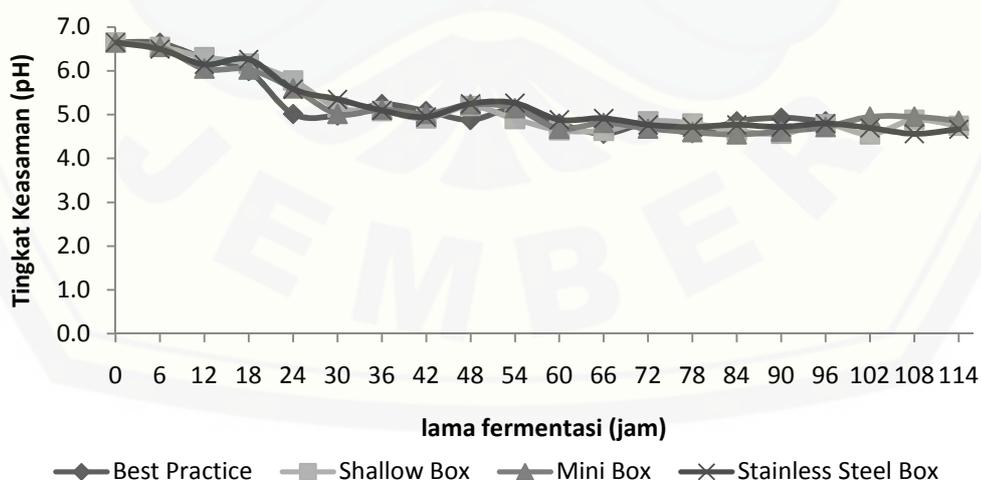
Pada perlakuan *Best Practice* (BP), pH permukaan biji mengalami peningkatan hingga mencapai 5,8 sedangkan pada perlakuan SB, MB dan STB berturut-turut mencapai 4,8, 4,7 dan 4,8. Pada semua perlakuan yaitu BP, SB, MB dan STB derajat atau tingkat keasaman selama proses fermentasi mula-mula menurun sampai hari ketiga (72 jam) (**Gambar 4.2**). Mikroba memanfaatkan senyawa gula yang ada di dalam pulpa sebagai media tumbuh sehingga lapisan pulpa terurai menjadi cairan yang encer dan keluar lewat lubang – lubang di dasar dan dinding peti fermentasi (Rohan, 1963). Oksigen yang semula terhalang lapisan pulpa dapat masuk ke dalam tumpukan biji. Kondisi aerob (kaya oksigen) ini dimanfaatkan oleh bakteri aseto-bakteri untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat dengan mengeluarkan bau khas yang menyengat dan bersifat asam. Hal ini yang mengakibatkan pH permukaan biji menjadi menurun pada semua perlakuan.

Kenaikan pH biji kakao pada semua perlakuan terlihat setelah proses fermentasi berjalan tiga hari (72 jam) (**Gambar 4.2**). Hal ini dikarenakan adanya oksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O . Oksidasi asam akan mengurangi asam sehingga nilai pH akan naik. Selain itu, penurunan kandungan asam dikarenakan asam asetat pada akhir fermentasi berpenetrasi ke dalam biji kakao sehingga

kondisi asam berpindah pada bagian dalam biji kakao sehingga jumlah asam pada permukaan biji kakao berkurang. Keadaan ini menyebabkan terjadinya difusi asam dan hidrolisis protein di dalam kotiledon setelah biji mati (Ardhana dan Fleet, 2003).

Pada perlakuan dalam wadah *Shallow box* (SB), *Mini Box* (MB) dan *Stainless Steel Box* (STB) menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut tidak memberikan perubahan nilai pH pada permukaan biji kakao yang signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan pola grafik KPP dan KP yang hampir serupa. Sedangkan pada perlakuan *Best Practice* (BP) menunjukkan pola grafik yang berbeda dan memberikan nilai kenaikan nilai pH yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan wadah yang lain (lihat gambar 4.2). Hal ini dikarenakan pada perlakuan BP dilakukan pengurangan pulpa (*pulp removal*) sehingga jumlah berkurang dan mengurangi tingkat keasaman biji. Lapisan lendir yang terlalu banyak atau tebal menyelimuti permukaan biji kakao diduga dapat menghambat penetrasi oksigen ke dalam tumpukan biji kakao (Yusianto dkk., 2001). Sehingga dengan pengurangan pulpa (*pulp removal*) dapat mempercepat penetrasi oksigen dan oksidasi. Hal ini dapat mempercepat kenaikan nilai pH serta mengurangi pulpa yang berpenetrasi kedalam biji.

Perubahan tingkat keasaman selama fermentasi juga terjadi pada keping biji kakao. Perubahan pH keping biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



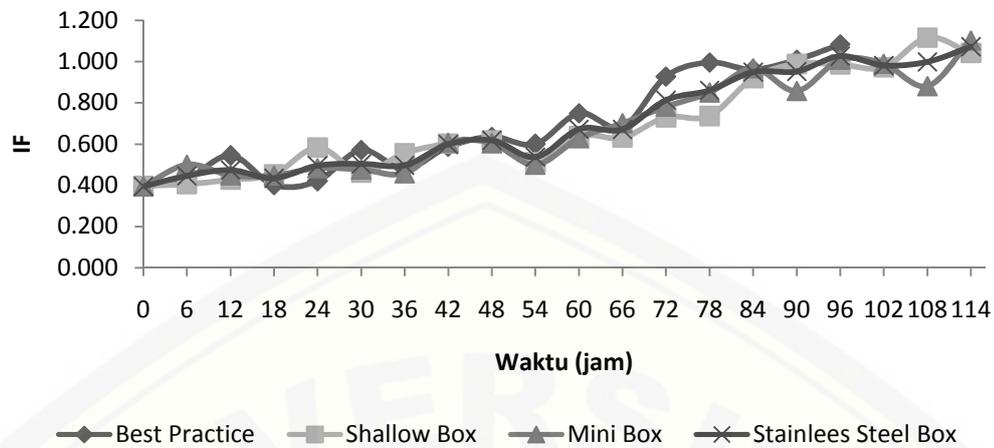
Gambar 4.3 Grafik Perubahan pH Keping Biji Kakao Selama Fermentasi

Nilai pH keping biji kakao pada semua perlakuan mengalami penurunan dari jam ke-0 sampai jam ke-114, dimana pH keping biji kakao dengan perlakuan PB adalah 4,9, dan pada perlakuan SB, MB serta STB berturut-turut adalah 4,8 ; 4,9 ; dan 4,7. Penurunan pH disebabkan asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme selama fermentasi berpenetrasi ke dalam biji kakao sehingga menyebabkan biji menjadi asam yang ditunjukkan dengan penurunan nilai pH. Penurunan pH dapat disebabkan oleh peran bakteri asam yang mendominasi pada hari ke-3 fermentasi. Menurut Haryadi dan Supriyanto (2001) setelah fermentasi berjalan 3 hari, bakteri mendominasi populasi mikroba yang ada dan jumlahnya melampaui 80% dari seluruh mikroflora.

4.1.3 Indeks Fermentasi (IF) Biji Kakao Basah

Keberhasilan fermentasi yang diukur berdasarkan pembentukan senyawa warna coklat dinyatakan dalam indeks fermentasi. Indeks fermentasi merupakan tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Hasil pengukuran secara kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah, karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya. Senyawa hasil fermentasi adalah tanin kompleks berwarna coklat dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, sedangkan senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm (Gourieva & Tserevitinov, 1979 dalam Yusianto *et al*, 1995).

Nilai indeks fermentasi kurang dari 1 menunjukkan bahwa warna ungu dari antosianin lebih dominan dibandingkan dengan warna coklat dari tanin kompleks pada keping biji. Sedangkan nilai indeks fermentasi sama dengan 1 atau bahkan lebih sedikit diatas 1 menunjukkan warna coklat dari tanin kompleks yang lebih dominan dan menunjukkan fermentasi sempurna telah tercapai (Atmana, S.A, 2002). Nilai indeks fermentasi biji kakao basah dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4. Grafik Perubahan Indeks Fermentasi Biji Kakao Selama Fermentasi

Pada **gambar 4.4** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan IF biji kakao basah selama fermentasi pada semua perlakuan. Fermentasi dengan perlakuan *best practice* (BP) lebih cepat mengalami fermentasi sempurna dibandingkan dengan perlakuan *shallow box* (SB), *mini box* (MB) dan *stainless steell box* (STB). Indeks fermentasi BP telah dicapai sama dengan 1 (satu) pada fermentasi hari ke 4 (empat), hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi fermentasi sempurna (Sulaiman, 1988). Sedangkan pada perlakuan SB, MB dan STB fermentasi sempurna tercapai pada hari ke 5 (lima).

Pada perlakuan BP lebih cepat tercapai fermentasi sempurna disebabkan cepatnya terjadi kematian pada biji akibat tercapainya suhu optimum melalui bantuan mikroba yang memecah etanol membentuk asam organik dengan reaksi eksotermis sehingga waktu fermentasi optimum lebih cepat tercapai. Keberhasilan fermentasi diukur berdasarkan pembentukan warna coklat yang dinyatakan dalam indeks fermentasi. Indeks fermentasi tersebut berhubungan dengan waktu fermentasi dan polifenol, dimana semakin lama waktu fermentasi maka indeks fermentasinya semakin besar (Atmana, S.A, 2002).

Pengukuran indeks fermentasi didasarkan pada kadar flavonoid yang memberikan warna coklat dengan kandungan antosianin yang memberikan warna ungu. Selama proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan senyawa kimia

dalam pulpa dan kotiledon (Atmana, S.A, 2002). Perubahan – perubahan senyawa yang terjadi yakni hidrofisis polifenol menjadi antosianin, hidrofisis protein menjadi asam amino dan polipeptida lain, beserta perubahan gula menjadi alkohol, yang lebih lanjut alkohol tersebut akan dipecah menjadi asam-asam organik, selain itu akan terjadi flavonoid kompleks yang mengakibatkan warna coklat pada biji.

4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

Karakteristik fisik biji kakao kering hasil fermentasi meliputi jumlah biji kakao kering, kadar kulit, dan uji belah (*cut test*).

4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering

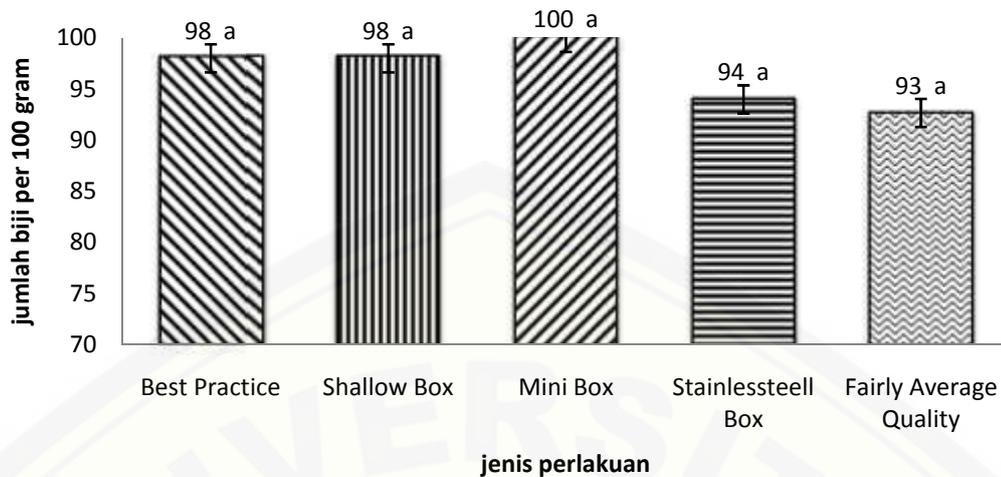
Berdasarkan sidik ragam **Tabel 4.1**, perlakuan variasi wadah pada proses fermentasi berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah biji kakao kering per 100 g. Hasil pengukuran berat biji dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dan hasil analisa sidik ragam disajikan pada **Tabel 4.1**.

Jumlah biji pada semua perlakuan menunjukkan ketidakseragaman biji (**Gambar 4.5**). Jumlah biji per 100 g berkaitan dengan kadar air yang terkandung dalam biji. Semakin banyak jumlah biji per 100 g biji, menunjukkan kadar air dalam biji semakin kecil. Selain kadar air juga dipengaruhi oleh tekstur atau kekompakan biji, tekstur biji yang berongga akan mempengaruhi berat biji. Semakin berongga tekstur biji maka jumlah biji per 100 g akan semakin banyak dan sebaliknya bila biji semakin kompak atau pejal (*massive*) maka akan memiliki jumlah biji yang sedikit.

Tabel 4.1 Analisa Sidik Ragam Jumlah Biji Per 100 Gram

sumber keragaman (sk)	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
perlakuan	4	113,0667	28,26667	1,58209 ^{ns}	3,48
Galat	10	178,6667	17,86667		
Jumlah	14	291,7333			

Keterangan : = 0,05; ns= berbeda tidak nyata



Gambar 4.5 Nilai Rata-Rata Jumlah Biji Per 100 Gram

Hasil analisa sidik ragam **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa perlakuan variasi wadah fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah biji kakao per 100 gramnya. Warna dan tesktur di dalam biji kakao yang semula ungu dan pejal (*massive*) berangsur berubah menjadi lebih coklat dan berongga sebagai fungsi waktu fermentasi (Wood & Lass, 1985; CAOBISCO, 1998). Tekstur biji kakao menjadi berongga terjadi karena perombakan senyawa-senyawa selama proses fermentasi berlangsung. Beberapa senyawa tersebut antara lain protein, sukrosa, fenol dan senyawa-senyawa lain dimana perombakan tersebut dilakukan oleh enzim-enzim yang ada pada biji kakao. Seperti yang telah diuraikan oleh Misnawi dkk. (2002), dimana enzim protease berfungsi dalam memecah protein menjadi peptida, aminopeptidase berperan dalam memecah peptida menjadi asam amino, invertase memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

4.2.2 Kadar Kulit

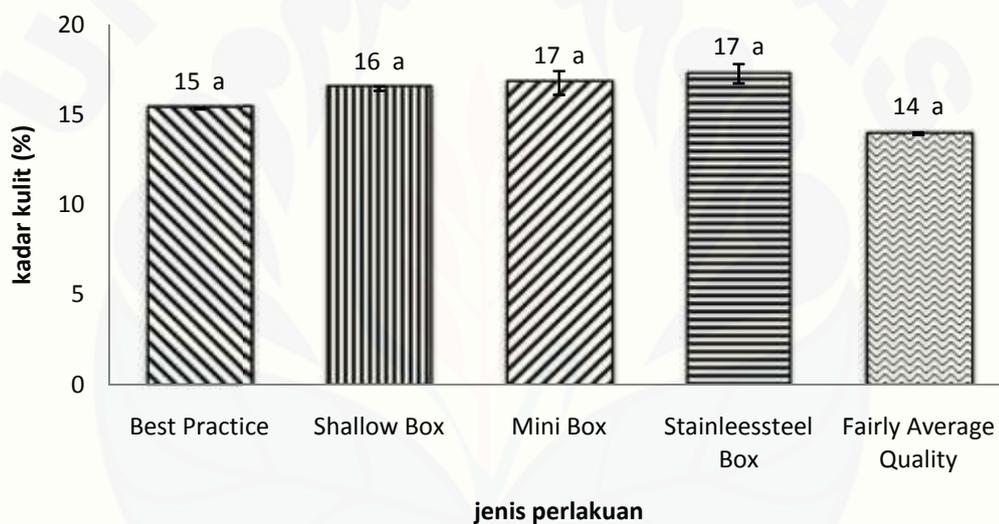
Berdasarkan sidik ragam **Tabel 4.3**, fermentasi kakao dengan perlakuan variasi wadah berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap kadar kulit biji kakao yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan variasi wadah pada fermentasi kakao tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kulit biji kakao. Presentase kadar kulit biji kakao berkisar antara 13-15% dari berat keringnya.

Besarnya rata-rata kadar kulit biji kakao hasil fermentasi kakao dengan berbagai perlakuan variasi wadah ditunjukkan pada **Gambar 4.6**.

Tabel 4.2. Analisa Sidik Ragam Kadar Kulit Biji Kakao

Sumber keragaman (sk)	Db	JK	KT	F Hitung	F table 5%
Perlakuan	4	113,0667	28,26667	1,58209 ^{ns}	3,48
Galat	10	178,6667	17,86667		
Jumlah	14	291,7333			

Keterangan : $\alpha = 0,05$; ns= berbeda nyata



Gambar 4.6 Nilai Rata-Rata Kadar Kulit Biji Kakao

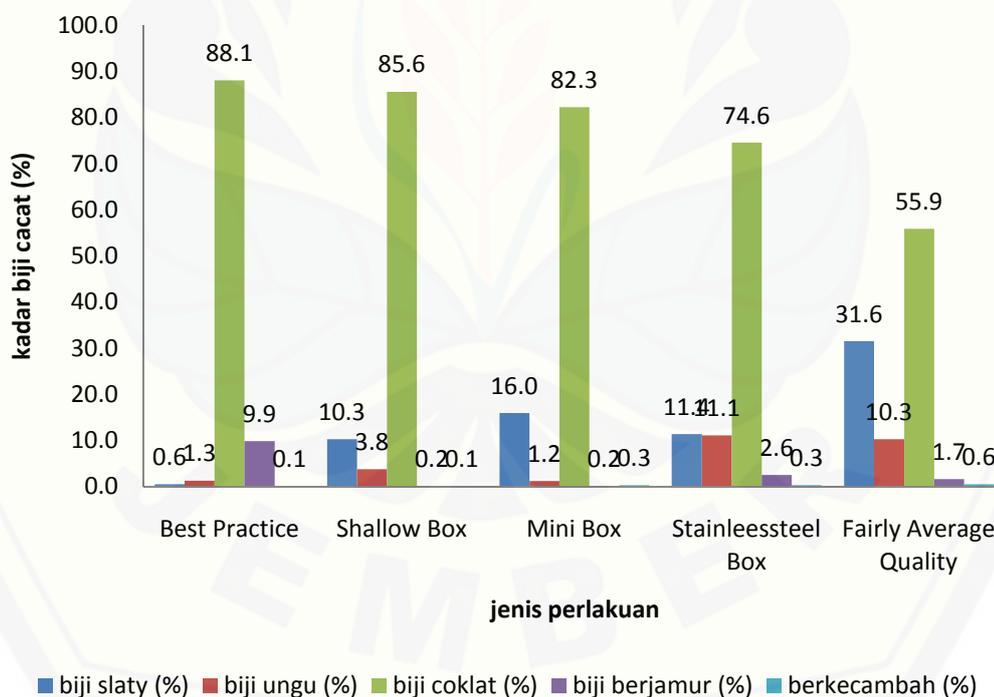
Kadar kulit tertinggi didapat pada *stainless steel box* (STB) sebesar 15% dan terendah diperoleh pada perlakuan (FAQ) sebesar 14%. Proses fermentasi menyebabkan komponen pada keping biji yang berupa cairan keluar akibat eksudasi (proses yang menyebabkan keluarnya cairan yang mengandung sejumlah komponen terlarut dari suatu bahan) dan sebagian menempel pada kulit, sehingga meningkatkan kadar kulit biji. Kadar kulit yang tinggi dikarenakan adanya *pulp* yang menempel pada kulit ari (Wahyudi dkk.,2006). Kadar kulit biji kakao hasil

fermentasi STB lebih besar diduga karena cairan yang keluar dari komponen keping biji lebih banyak dan menempel pada kulit, sehingga kadar kulit tinggi.

4.2.3 Uji Belah (Cut Test Score)

Berdasarkan SNI 2323 : 2008 biji tidak terfermentasi dibagi menjadi dua yaitu *slaty* dan ungu. Biji *slaty* atau biji tidak terfermentasi adalah biji yang separuh atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna keabu-abuan seperti sabak atau biru keabu-abuan bertekstur padat dan pejal. Biji ungu adalah biji yang separuh atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna ungu. Namun sebutan untuk kedua biji ini sama, *slaty*. Biji coklat atau biji fermentasi adalah biji yang memperlihatkan $\frac{3}{4}$ atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna coklat, berongga dan beraroma khas kakao. Hasil pengamatan uji belah disajikan pada

Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Nilai Rata-Rata Uji Belah Biji Kakao

Perubahan warna biji menjadi coklat yg menunjukkan terjadinya proses fermentasi. Jumlah biji coklat tertinggi pada perlakuan *Best Practice* sebesar 88,1%, sedangkan terendah pada perlakuan FAQ sebesar 55,9%. Jumlah biji slaty terendah pada perlakuan *Best Practice* sebesar 0,6%. Biji “slaty” (warna ungu agak keabuan-abuan) umumnya dihasilkan dari proses fermentasi yang terlalu singkat (kurang dari 3 hari) atau tidak terjadi fermentasi sempurna.

Biji rapuh dan berbau kurang sedap atau kadang berjamur adalah produk dari proses fermentasi yang terlalu lama (lebih dari 5 hari). Biji kakao berjamur atau hitam tidak memiliki citarasa coklat yang baik, dan disertai cacat citarasa *musty, mouldy* atau *earthy* (Yusianto dkk., 1995). Pada semua perlakuan juga terdapat biji berjamur, dimana pada perlakuan *Best Practice* ditemukan jumlah biji berjamur paling banyak sebesar 9,9%. Biji berjamur disebabkan oleh kapang yang menyerang permukaan biji lalu berpenetrasi ke dalam biji tersebut. Hal ini dikarenakan aktivitas air (*water activity*) pada biji kakao mulai berkurang. Jumlah biji kakao berkapang paling tinggi pada perlakuan PB.

Menurut Haryadi dan Supriyanto (2001), kapang yang tumbuh selama proses fermentasi sulit dihindari karena kondisi lingkungan sekitar yang terbuka dapat menjadi sumber kontaminan spora kapang. Kapang yang tumbuh pada permukaan tidak akan menimbulkan kerugian. Namun apabila kapang berpenetrasi ke dalam biji maka akan merusak warna dan flavor biji kakao. Proses fermentasi harus dihentikan ketika kapang mulai tumbuh diatas permukaan biji, hal ini dilakukan untuk menghentikan kontaminasi kapang dalam biji kakao.

4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

Karakteristik fisik biji kakao kering hasil fermentasi meliputi jumlah indeks fermentasi biji kakao kering, kadar air, dan kadar lemak.

4.3.1 Indeks Fermentasi

Keberhasilan fermentasi yang diukur berdasarkan pembentukan aroma coklat dinyatakan dalam indeks fermentasi. Indeks fermentasi merupakan tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Hasil pengukuran secara kimiawi ini lebih

objektif dibandingkan dengan hasil uji belah, karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya. Senyawa hasil fermentasi adalah tanin kompleks berwarna coklat dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, sedangkan senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm (Gourieva & Tserevitinov, 1979 dalam Yusianto *et al*, 1995).

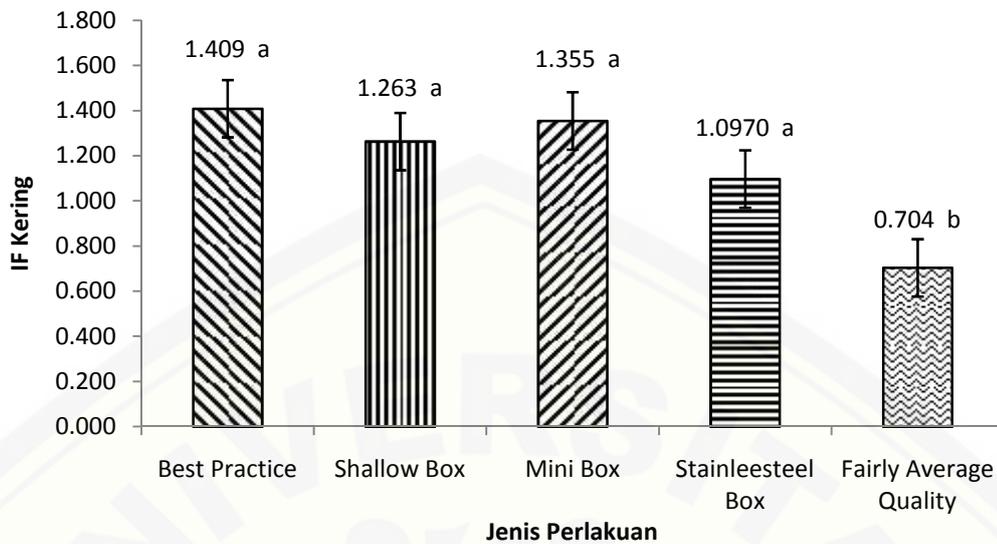
Nilai indeks fermentasi kurang dari 1 menunjukkan bahwa warna ungu dari antosianin lebih dominan dibandingkan dengan warna coklat dari tanin kompleks pada keping biji. Sedangkan nilai indeks fermentasi sama dengan 1 atau bahkan lebih sedikit di atas 1 menunjukkan warna coklat dari tanin kompleks yang lebih dominan dan menunjukkan fermentasi sempurna telah tercapai (Atmana, S.A, 2002).

Berdasarkan sidik ragam **Tabel 4.3**, fermentasi kakao dengan perlakuan variasi wadah berpengaruh berbeda nyata terhadap indeks fermentasi biji kakao yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan variasi wadah pada fermentasi kakao secara signifikan berpengaruh terhadap nilai indeks fermentasi biji kakao. Nilai indeks fermentasi sama dengan 1 atau bahkan lebih sedikit di atas 1 menunjukkan fermentasi sempurna telah tercapai. Besarnya rata-rata nilai indeks fermentasi biji kakao hasil fermentasi kakao dengan berbagai perlakuan variasi wadah ditunjukkan pada **Gambar 4.8**.

Tabel 4.3 Analisis Sidik Ragam IF Biji Kakao Kering

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
perlakuan	4	0,967345	0,241836	5,51098923 ^s	3,48
galat	10	0,438825	0,043883		
Jumlah	14	1,40617			

Keterangan : = 0,05; s= berbeda nyata



Gambar 4.8 Nilai Rata-Rata Nilai IF Biji Kakao Kering

Pada **gambar 4.8** menunjukkan pada perlakuan BP, SB, MB dan STB telah mengalami fermentasi sempurna dibandingkan dengan perlakuan FAQ yang tidak mengalami fermentasi sempurna. Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks fermentasi BP, SB, MB, dan STB yang telah dicapai sama dengan 1 (satu) atau lebih daripada 1 (satu). Fermentasi sempurna tercapai disebabkan terjadi kematian pada biji akibat tercapainya suhu optimum melalui bantuan mikroba yang memecah etanol membentuk asam organik dengan reaksi eksotermis sehingga waktu fermentasi optimum lebih cepat tercapai. Keberhasilan fermentasi diukur berdasarkan pembentukan komponen warna coklat yang dinyatakan dalam indeks fermentasi. Indeks fermentasi tersebut berhubungan dengan waktu fermentasi dan polifenol, dimana semakin lama waktu fermentasi maka indeks fermentasinya semakin besar (Atmana, S.A, 2002).

Indeks fermentasi biji kakao yang tidak terfermentasi sempurna berada dibawah angka satu seperti yang terjadi pada perlakuan FAQ (lihat gambar 4.8). Pengukuran indeks fermentasi didasarkan pada kadar flavonoid yang memberikan warna coklat dengan kandungan antosianin yang memberikan warna ungu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Atmana, S.A. (2002), bahwa selama proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan senyawa kimia dalam pulpa dan

kotiledon. Perubahan – perubahan senyawa yang terjadi yakni hidrofisis polifenol menjadi antosianin, hidrofisis protein menjadi asam amino dan polipeptida lain, beserta perubahan gula menjadi alkohol, yang lebih lanjut alkohol tersebut akan dipecah menjadi asam-asam organik, selain itu akan terjadi flavonoid kompleks yang mengakibatkan warna coklat pada biji.

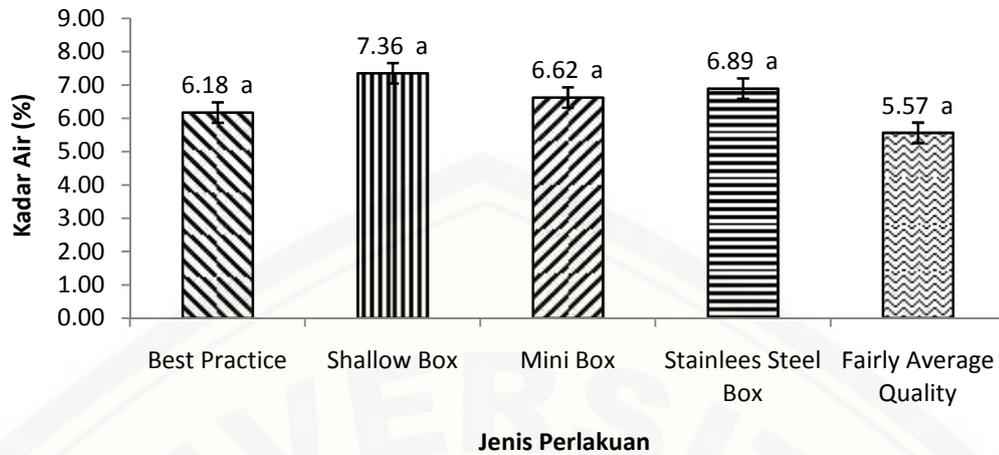
4.3.2 Kadar Air

Penentuan kadar air biji kakao merupakan salah satu tolok ukur proses pengeringan agar diperoleh mutu hasil yang baik. Berdasarkan SNI 2323 : 2008 kadar air untuk biji kakao kering adalah 6 - 7,5%. Berdasarkan sidik ragam **Tabel 4.4**, fermentasi kakao dengan perlakuan variasi wadah berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap kadar air biji kakao yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan variasi wadah pada fermentasi kakao tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kulit biji kakao. Persentase kadar air biji kakao yakni 6 - 7,5% dari berat keringnya. Besarnya rata-rata kadar air biji kakao hasil fermentasi kakao dengan berbagai perlakuan variasi wadah ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.

Tabel 4.4 Analisis Sidik Ragam Kadar Air Biji Kakao Kering

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
perlakuan	4	21,04716	5,26179	2,103022 ^{ns}	3,48
galat	10	25,02013	2,5020133		
jumlah	14	46,06729			

Keterangan : = 0,05; ns = berbeda tidak nyata



Gambar 4.9 Nilai Rata-Rata Kadar Air Biji Kakao Kering

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa kadar air tertinggi pada perlakuan SB sebesar 7,35%, dan terendah pada FAQ sebesar 5,56%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki kadar air sesuai dengan standar mutu biji kakao menurut SNI. Proses fermentasi menyebabkan biji mengalami eksudasi sehingga terbentuk rongga didalam biji yang akan memudahkan penguapan air pada saat proses pengeringan.

Dari analisa sidik ragam menunjukkan perbedaan perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar airnya. Kadar air tidak hanya dipengaruhi oleh proses fermentasi tetapi juga proses pengeringan. Pengeringan yang baik dan maksimal akan menghasilkan biji kering dengan kadar air kurang dari 7,5%. Pengeringan yang berlebihan dapat menghasilkan biji kakao dengan kadar air jauh di bawah 7%, hal ini dapat menyebabkan biji kakao yang dihasilkan akan kehilangan berat. Sebaliknya jika terlalu singkat, maka biji kakao belum mencapai kadar air keseimbangan (7 %) dan menjadi rentan terhadap serangan jamur.

4.3.3 Kadar Lemak

Perhitungan kadar lemak biji kakao dinyatakan dalam *dry basis*. Berdasarkan sidik ragam **Tabel 4.8**, fermentasi kakao dengan perlakuan variasi wadah berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap kadar lemak biji kakao kering.

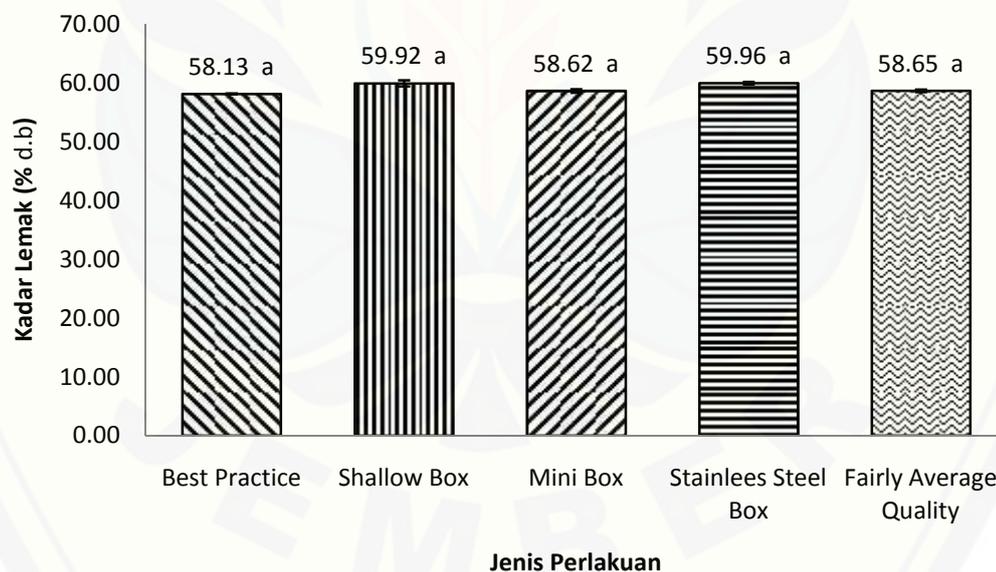
Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan variasi wadah pada fermentasi kakao tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kulit biji kakao. Presentase kadar lemak biji kakao yakni 55% dari berat keringnya. Besarnya rata-rata kadar lemak biji kakao hasil fermentasi kakao dengan berbagai perlakuan variasi wadah ditunjukkan pada **Gambar 4.10**.

Tabel 4.5 Analisis Sidik Ragam Kadar Lemak Biji Kakao

Sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	4	1,420173	0,355043	0,475649 ^{ns}	3,48
Galat	10	7,4644	0,74644		
Jumlah	14	8,884573			

Keterangan : = 0,05; ns = berbeda tidak nyata

Gambar 4.10. Nilai Rata-Rata Kadar Lemak Biji Kakao Kering



Kadar lemak tertinggi pada perlakuan STB sebesar 59,96 (%db) dan terendah pada perlakuan BP sebesar 58,13 (%db) (**Gambar 4.10**). Dari hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar lemak. Kadar lemak pada

dasarnya dipengaruhi oleh kondisi kadar air. Pada saat kadar air tinggi, komponen kadar lemak dan asam lemak bebas rendah. Tetapi pada kadar air rendah, komponen kadar lemaknya tinggi. Biji kakao mengandung lemak yang cukup tinggi (55%db), lemaknya mempunyai sifat yang unik yaitu membeku pada suhu kamar, akan tetapi mencair pada suhu tubuh.

Menurut Yusianto dkk., (1997) serta Sulistyowati & Soenaryo (1988), kadar lemak biji kakao tanpa fermentasi lebih rendah 0,07 - 5,69 (%db) daripada yang difermentasi tergantung pada waktu fermentasinya. Fermentasi dapat menurunkan kadar bahan bukan lemak biji, sehingga secara relatif kadar lemak meningkat. Selama fermentasi terjadi pengurangan komponen bukan lemak pada keping biji kakao. Sebagian komponen tersebut larut dalam air dan terurai menjadi komponen-komponen lain yang lebih kecil dan terdifusi ke luar keping biji, sehingga kadar lemak relatif pada keping biji meningkat (Knapp, 1937 dalam Atmawijaya 1993).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik fisik biji kakao hasil fermentasi dengan perlakuan *Best Practice*, *Shallow Box*, *Mini Box*, *Stainless Steel Box* dan *Fairly Average Quality* berdasarkan jumlah biji dan kadar kulit tidak memberikan pengaruh nyata, namun berpengaruh terhadap jumlah biji terfermentasi yang dihasilkan. Karakteristik kimia biji kakao hasil fermentasi dengan perlakuan dari beberapa perlakuan memberikan pengaruh tidak nyata pada kadar air dan kadar lemak, namun berpengaruh nyata pada indeks fermentasi biji keringnya.
2. Perlakuan dengan menggunakan *Shallow Box* memperoleh hasil mutu terbaik yakni berada pada grade 1 sesuai SNI 2323 : 2008 tentang standar mutu biji kakao. Perlakuan *Shallow Box* memberikan kisaran suhu fermentasi antara 4,6-4,7 °C, dengan pH permukaan biji antara 4,0-4,8 dan pH keping biji antara 4,8-4,9. Biji kakao kering hasil perlakuan SB mempunyai karakteristik fisik meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit dan jumlah biji coklat berturut-turut sebesar 98 biji, 16 %, dan 85,6 %. Karakteristik kimia biji kakao kering yang meliputi kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi berturut-turut adalah 7,36 %, 59,92 % dan 1,263.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan pengukuran kandungan polifenol dan kadar asam lemak bebas dari biji kakao kering hasil fermentasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmawijaya. 1993. *Pengkajian terhadap Beberapa Parameter Biji Kakao Selama Waktu Fermentasi pada Proses Fermentasi Biji Kakao (Theobroma cocoa L.)*.Bogor: Skripsi Fakultas Teknik Pertanian Universitas Djuanda.
- Ardhana dan Fleet. 2003. *The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia*. Inter. J. of Food Microbiol. 86: 87-99.
- Atmana, S.A. 2002. *Proses Enzimatis Pada Fermentasi Untuk Perbaikan Mutu Kakao*. Iptek Pemacu Pembangunan Bangsa. BPP Teknologi
- Badan Pusat Statistik. 2011. *Statistik Indonesia 2011*. Jakarta: BPS.
- Bintoro, M.H., 1977. *Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat*. IPB-Press, Bogor.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., and Wooton, M. 1987. *Ilmu Pangan*.Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- BSN. 2008. *SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Jakarta
- Guehi, T. S., Zahouli, I. B., Ban-Koffi, L., Fae, M. A., & Nemlin, G. J. 2010. Performance of different drying methods and their effects on themchemical quality attributes of raw cocoa material. *International Journa lof Food Science and Technology*, 45(1), 1564–1571.
- Hall, C.W. 1980. *Drying and Storage of Agricultural Crops*. AVI Wesport, Connecticut.p.121-125.
- Haryadi dan Supriyanto. 1991. *Bahan Ajaran Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- ICCO. 2012. *Annual Report 2013/14*. London : International Cocoa Organization (ICCO).
- Jinap, S., Siti-Mordingah, H., and Norsiasi, M.G. 1994. Formation of methyl pyrazine during cocoa beans fermentation.*Pertanika*, 17, 27—32.

- Lukito A.M, dkk. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, PT Agromedia Pustaka.
- Maryam, R. 2006. *Pengendalian Terpadu Kontaminasi Mikotoksin*. *Wartazoa* 16 (1): 21 –30.
- Minifie, B.W. 1999. *Chocolate, Cocoa and Confectionary: Science and Technology*. USA: The AVI Publishing, Connecticut.
- Misnawi. 2005. *Peranan Pengolahan Terhadap Pembentukan Citarasa Coklat*. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 21(3),136-144.
- Mulato, S., Widyotomo, Misnawi, Suharyanto, E., (Edisi 02). 2005. *Pengolahan Primer dan Sekunder*. Jawa Barat: Pusat penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Nuraeni, L. 1995. *Coklat Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran*. Jakarta: PenebarSwadaya.
- Poedjiwidodo, M. S. 1996. *Sambung Samping Kakao*. JawaTengah: Trubus Agriwidya.
- Prawirosentono, S. 2002. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta:Bumi Aksara.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jember: Agromedia Pustaka.
- Rahmadi, A., dan Fleet, G.H. 2008. The Occurrence of Mycotogenic Fungi in Cocoa Beans From Indonesia and Queensland, Australia. Semarang: Proceeding of International Seminar on Food Science, University of Soegiyapranata.
- Retno, U. Dan Sinung, R. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Yogyakarta : BPTP Yogyakarta.
- Rohan, A. T. 1963. *The Processing of Cocoa*. *FAO of United Nation*, Itali.
- Siregar, T., Riyadi, S., Nuraeni, L. 1989. *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Cokelat*. Jakarta:Penebar Swadaya.
- SNI 2323-2008. 2008. *Standar Nasional Indonesia Biji Kakao*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.

- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulistiyowati dan Soenaryo. 1988. *Pengaruh lama fermentasi dan perendaman terhadap mutu lemak kakao*. *Pelita Perkebunan*, 4, 73–80.
- Sulistiyowati dan Yusianto. 1998. *Teknik Pra Pengolahan Biji Kakao Segar Secara Mekanis untuk Mempersingkat Waktu Fermentasi dan Menurunkan Kemasan Biji*. *Pelita Perkebunan, Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao*, Volume 14, Nomor 1, April 1998.
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat, Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanto, T. dan Saneto, B. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: Bina Ilmu.
- Wahyudi, T., Pangabean, T.R., dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gamedia Pustaka Utama.
- Wood, G.A.R. 1985. *From Harvest to Store*, in G.A.R. Wood & R.A. Loss (ed.). *Cocoa*. London: Logman.
- Yusianto dan Wahyudi, T. 1991. *Pengolahan kakao mulia dengan metode Sime Cadbury, pengaruh lama penyimpanan buah, lama fermentasi, dan sifat fisiko kimia biji*. *Pelita Perkebunan*, 7, 48–56.
- Yusianto, Winarno dan Wahyudi, T. 1997. *Mutu dan Pola Cita Rasa Biji Beberapa Klon Kakao Lindak*. *Pelita Perkebunan*, 13, 171-187.

Lampiran A. Karakteristik fermentasi kakao

Lampiran A.1 Suhu fermentasi kakao

Jam ke	RERATA			
	BP	SB	MB	STB
0	28.6	28.7	28.8	28.2
6	31.0	29.5	29.4	29.5
12	32.2	29.4	28.8	29.0
18	33.9	29.5	29.9	29.1
24	37.1	30.3	31.2	29.5
30	40.1	31.6	33.5	30.1
36	42.9	34.3	34.2	29.7
42	43.3	32.6	35.0	32.3
48	44.6	34.4	36.1	32.8
54	46.3	38.2	39.7	36.1
60	47.0	42.7	42.6	40.2
66	47.3	45.6	47.0	45.6
72	47.1	45.5	47.6	46.5
78	45.5	44.6	46.5	45.7
84	44.5	42.9	45.2	44.3
90	44.6	43.2	45.0	44.4
96	44.9	43.6	43.4	44.5
102		44.7	44.2	47.2
108		46.8	47.1	48.4
114		47.0	48.7	48.7

Lampiran A.2 tingkat keasaman (pH) biji kakao basah

1) Tingkat keasaman (pH) permukaan biji kakao basah

Jam ke	PB	SB	MB	SLB
0	4.18	4.1	4.1	4.1
6	4.28	4.3	4.3	4.3
12	4.07	4.1	4.1	4.2
18	3.93	4.0	4.0	4.0
24	3.97	3.9	3.9	3.8
30	4.07	3.9	4.0	3.8
36	4.35	3.9	4.2	3.9
42	4.90	4.0	4.6	4.0
48	4.43	4.2	4.4	4.3
54	4.30	4.0	4.1	3.8
60	4.23	4.1	4.1	3.7
66	4.43	4.1	4.3	4.1
72	4.63	4.3	4.2	4.4
78	6.23	4.4	5.1	4.5
84	6.23	4.4	5.2	4.5
90	6.07	5.0	4.6	5.1
96	5.47	4.8	4.7	4.7
102		4.5	5.5	4.8
108		5.5	5.7	4.8
114		5.1	5.4	4.6

2) Tingkat keasaman (pH) keping biji basah

Jam ke	RERATA			
	PB	SB	MB	SLB
0	6.7	6.7	6.7	6.7
6	6.6	6.6	6.6	6.5
12	6.3	6.3	6.1	6.2
18	6.0	6.2	6.0	6.3
24	5.0	5.8	5.6	5.6
30	5.0	5.2	5.0	5.4
36	5.2	5.1	5.1	5.1
42	5.1	4.9	5.0	5.0
48	4.9	5.2	5.2	5.3
54	5.1	4.9	5.2	5.3
60	4.8	4.7	4.7	4.9
66	4.6	4.6	4.8	4.9
72	4.8	4.9	4.7	4.8
78	4.6	4.8	4.6	4.7
84	4.9	4.6	4.6	4.8
90	4.9	4.6	4.6	4.7
96	4.9	4.8	4.7	4.8
102		4.6	5.0	4.7
108		4.9	5.0	4.6
114		4.8	4.9	4.7

Lampiran A.3 IF biji kakao basah.

Jam ke	RERATA			
	PB	SB	MB	SLB
0	0.392	0.398	0.394	0.395
6	0.431	0.405	0.499	0.445
12	0.544	0.427	0.448	0.473
18	0.401	0.453	0.447	0.434
24	0.420	0.583	0.483	0.495
30	0.571	0.462	0.477	0.503
36	0.478	0.555	0.458	0.497
42	0.586	0.601	0.607	0.598
48	0.635	0.617	0.603	0.618
54	0.600	0.512	0.499	0.537
60	0.749	0.639	0.628	0.672
66	0.680	0.631	0.701	0.671
72	0.927	0.729	0.781	0.813
78	0.995	0.736	0.849	0.860
84	0.960	0.919	0.967	0.949
90	1.009	0.988	0.857	0.951
96	1.083	0.986	1.009	1.026
102		0.972	0.989	0.980
108		1.116	0.881	0.998
114		1.041	1.102	1.072

Lampiran B. Karakteristik fisik biji kakao kering

Lampiran B.1 Jumlah biji per 100 gram

1) Data hasil 57 jumlah biji per 100 gram

perlakuan	ulangan1	ulangan2	ulangan3	rerata	stdev
PB	97	93	104	98	5.57
SB	100	98	96	98	2.00
MB	103	98	99	100	2.65
SLB	100	93	89	94	5.57
FAQ	95	88	95	93	4.04

2) Hasil analisis sidik ragam dengan menggunakan ms.excel 2007

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel
					5%
perlakuan	4	113.0667	28.26667	1.58209	3.48
galat	10	178.6667	17.86667		
jumlah	14	291.7333			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Lampiran B.2 Kadar kulit biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar kulit biji kakao

perlakuan	ulangan1	ulangan2	ulangan3	rerata	stdev
PB	15.32	13.92	15.37	15.35	0.04
SB	17.08	16.36	16.54	16.45	0.13
MB	16.3	17.23	15.88	16.77	0.66
SLB	16.9	17.66	12.08	17.28	0.54
FAQ	14.00	13.90	12.79	13.95	0.07

2) Hasil analisis anova dengan menggunakan ms.excel 2007

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel
					5%
perlakuan	4	19.21622	4.804054	2.202947	3.48
galat	10	21.8074	2.18074		
jumlah	14	41.02361			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Lampiran B.3 Uji belah (*cut test*)

jenis cacat	Best Practice	Shallow Box	Mini Box	Stainlesssteel Box	Fairly Average Quality
biji slaty (%)	0.6	10.3	16.0	11.4	31.6
biji ungu (%)	1.3	3.8	1.2	11.1	10.3
biji coklat (%)	88.1	85.6	82.3	74.6	55.9
biji berjamur (%)	9.9	0.2	0.2	2.6	1.7
berkecambah (%)	0.1	0.1	0.3	0.3	0.6

Keterangan : jumlah biji yang dibelah 300 biji

Lampiran C. Karakteristik kimia biji kakao kering

Lampiran C.1 IF biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran IF biji kakao kering

perlakuan	ulangan1	ulangan2	ulangan3	rerata	stdev
FAQ	0.500	0.538	1.072	0.704	0.320
shallow box	1.2100	1.1400	1.4390	1.263	0.156
mini box	1.1700	1.2700	1.6236	1.3545	0.238
mini steel box	1.1100	1.1200	1.0610	1.0970	0.032
Best Practice	1.210	1.436	1.580	1.409	0.187

2) Hasil analisis anova dengan menggunakan ms.excel 2007

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel
					5%
perlakuan	4	0.967345	0.241836	5.51098923	3.48
galat	10	0.438825	0.043883		
jumlah	14	1.40617			

IF kering

Uji DNMRT

	PB	MB	SB	SLB	TF
	1.409	1.355	1.263	1.097	0.704
		2	3	4	5
		3.151	3.293	3.376	3.43
range		0.295	0.308	0.316	0.321
PB	1.409	0.054	0.146	0.312	0.705
MB	1.355		0.092	0.258	0.651
SB	1.263			0.166	0.559
SLB	1.097				0.393
TF	0.704				
notasi	a	a	a	a	b

Lampiran C.2 Kadar air biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar air biji kakao kering

	Best Practice	Shallow Box	Mini Box	Stainlees Steel Box	Fairly Average Quality
rerata	6.18	7.36	6.63	6.89	5.57
stdev	0.28	0.04	0.22	0.28	0.08

2) Hasil analisis kadar air dengan menggunakan ms.excel 2007

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel
					5%
perlakuan	4	21.04716	5.26179	2.103022	3.48
galat	10	25.02013	2.5020133		
jumlah	14	46.06729			

Lampiran C.3 Kadar lemak biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar lemak biji kakao kering

perlakuan	Best Practice	Shallow Box	Mini Box	Stainlees Steel Box	Fairly Average Quality
rerata	58.13	59.92	58.62	59.96	58.65
stdev	0.064	0.523	0.283	0.191	0.198

2) Hasil analisis kadar lemak biji kakao kering

sumber keragaman (sk)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel
					5%
perlakuan	4	1.420173	0.355043	0.475649	3.48
galat	10	7.4644	0.74644		
jumlah	14	8.884573			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%