



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO HASIL
FERMENTASI DALAM WADAH KARUNG PLASTIK
DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
INDONESIA**

SKRIPSI

oleh

**Exti Insaf Karinawantika
NIM 101710101093**

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



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO HASIL
FERMENTASI DALAM WADAH KARUNG PLASTIK
DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
INDONESIA**

SKRIPSI

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

oleh
Exti Insaf Karinawantika
NIM 101710101093

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tuaku tersayang (Ayahanda Moch. Suheb dan Ibunda Winarsih) atas segala ketulusan cinta dan curahan kasih sayang, dukungan, pengorbanan dan doanya selama ini.
2. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Noor Ariefandie Febrianto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan, bimbingannya, dan arahan dengan penuh kesabaran serta motivasi dan pelajaran hidup.
3. ibu Ariza Budi Tunjungsari, Ibu Fitratin, mas Panji Waluyo, Pak Joko, ibu Ninik, atas bimbingan, bantuan dengan penuh kesabaran selama pengerjaan skripsi ini.
4. Almamater yang kubanggakan, TK Al Amien Jember, SDN Jember Lor 2, SMPN 1 Jember, SMAN 2 Jember, dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
5. Guru-guru SD, SMP, SMA dan semua Dosen di FTP UNEJ
6. Sahabat-sahabatku Almh Hamidatun Wafiroh, Yuke, Lutfi, Ernawati, Rizka, Tri Yuli, Arsyta, Sayi, Fani, dan semuanya teman-teman FTP-THP 2010 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah umat yang ada pada suatu kaum (kecuali) bila mereka sendiri merubahnya. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tidak ada yang dapat menolaknya; dan sekali kali tidak ada perlindungan bagi mereka selain Dia.”

(Ar Ra'd QS 13 : 11)

Perasaan yang tulus tidak akan mati meski jaman telah berganti

(Dr. Hasim Abduh Hasim)

I've failed over and over and over again in my life, and that is why I succeed”

(Michael Jordan)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Exti Insaf Karinawantika

NIM : 101710101093

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Fermetasi dalam Wadah Karung Plastik di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 5 Oktober 2015

Yang menyatakan,

Exti Insaf K.

NIM. 101710101093

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO HASIL
FERMENTASI DALAM WADAH KARUNG PLASTIK DI PUSAT
PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA**

Oleh

Exti Insaf Karinawantika

NIM 101710101093

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc
NIP. 196411091989021002

Noor Ariefandie F., M.Sc
NIK. 111000567

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “**Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Fermentasi dalam Wadah Karung Plastik di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia**” karya Exti Insaf Karinawantika, NIM 101710101093, telah di Universitas Jember dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Rabu, 8 Juli 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Jayus
NIP 19680516 199203 1 004

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.
NIP 19650708 199403 2 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember,

Dr. Yuli Witono, S.TP, MP.
NIP 19691212 199802 1 001

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Fermentasi dalam Wadah Karung Plastik di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia; Exti Insaf Karinawantika; 101710101093; 2015; 57 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kakao merupakan komoditas perkebunan Indonesia terbesar ke-3 setelah karet dan kelapa sawit. Sebagian besar perkebunan kakao Indonesia dikelola oleh rakyat (94,61 %), dan sisanya sebesar 2,86 % dikelola oleh perkebunan besar negara, dan sebesar 2,53 % dikelola oleh perkebunan besar swasta. Kualitas biji kakao Indonesia yang diekspor dikenal sangat rendah berada di *grade* 3. Hal ini dikarenakan sebagian besar produksi biji kakao (80 %) dihasilkan dari perkebunan rakyat yang belum melakukan proses pasca panen dengan baik dan benar sehingga mengakibatkan biji kakao bermutu rendah dan memiliki cita rasa coklat yang kurang kuat.

Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu biji kakao yaitu dengan memperbaiki proses pasca panen biji kakao terutama proses fermentasi. Karung plastik (*woven bag*) memiliki keunggulan yaitu dapat menampung biji kakao basah dalam jumlah tertentu, memiliki lubang aerasi bagi *pulp*, dapat menyimpan panas, fleksibel, murah serta tahan untuk digunakan beberapa kali proses fermentasi. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui perubahan karakteristik fisik dan kimia biji kakao selama fermentasi dan biji kakao kering yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan menggunakan wadah karung plastik dengan perlakuan pengadukan dan tanpa pengadukan dengan perlakuan fermentasi dalam kotak kayu sebagai kontrol.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama yaitu fermentasi biji kakao dengan menggunakan karung plastik dengan variasi perlakuan tanpa pengadukan dan pengadukan tiap 24 jam yang dibandingkan dengan fermentasi dalam kotak kayu. 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, kadar biji cacat, kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karung plastik sebagai wadah fermentasi menghasilkan biji kakao dengan karakteristik fisik dan kimia yang lebih baik dibandingkan biji kakao tanpa fermentasi, dan mendekati karakteristik fisik dan kimia biji kakao hasil fermentasi menggunakan wadah kotak kayu. Perlakuan pengadukan pada fermentasi menggunakan wadah karung plastik mampu meningkatkan suhu fermentasi dengan suhu maksimal mencapai 38°C dengan nilai pH permukaan biji 4,6 dan pH keping biji 4,7, serta menurunkan kadar biji cacat slaty dengan nilai indeks fermentasi biji kakao kering 1,080. Perlakuan pengadukan menghasilkan biji kakao dengan jumlah biji per 100 gram, kadar air dan kadar lemak biji kering yang tidak berbeda dengan perlakuan tanpa pengadukan.

SUMMARY

Physical and Chemical Characteristics of Cocoa Bean Fermented Using Plastic Bag Container at Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute; Exti Insaf Karinawantika; 101710101093; 2015; 57 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

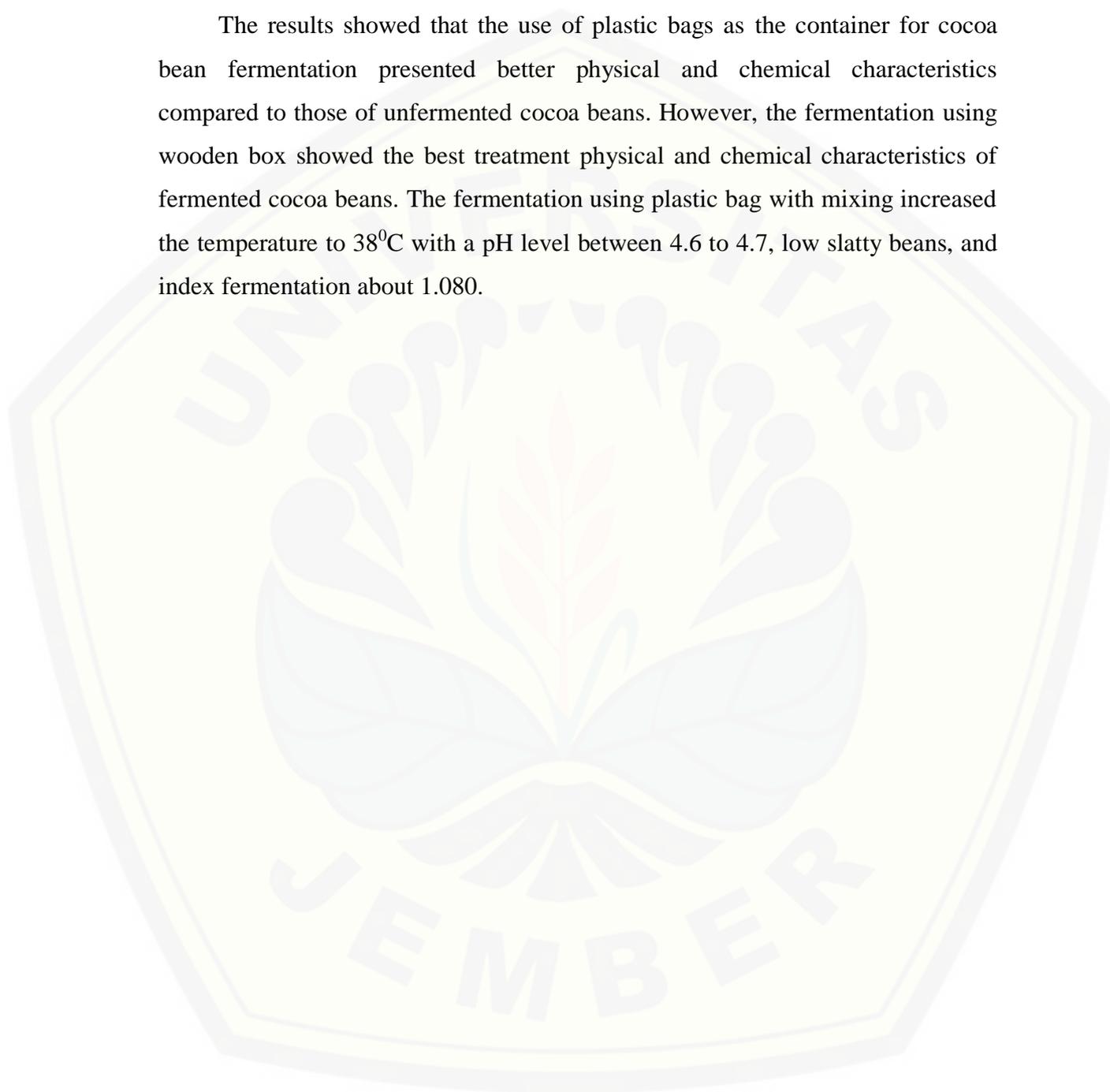
Cocoa is third largest commodity of Indonesia after rubber and palm oil. Most of Indonesian cocoa plantations is managed by the Indonesian smallholders (94.61%), and the rest of 2.86% is managed by big state plantation, and about 2.53% managed by large private estates. The quality of Indonesian cocoa beans exported are low in grade 3. This is because most of the production of cocoa beans (80%) resulted from smallholder with post-harvest process that has not been properly resulting cocoa beans that have low quality and the taste of chocolate is less strong.

One effort to improve the quality of cocoa beans is to improve the post-harvest process, especially fermentation of cocoa beans. Plastic bag (woven bag) has the advantage that it can accommodate the wet cocoa beans in a certain amount, have aeration holes for pulp, can store heat, flexible, inexpensive and resistant to be used several times of fermentation process. Based on this, it is necessary to note changes in physical and chemical characteristics of dry beans produced from the fermentation process using a plastic bag by treatment with mixing, without mixing, which will be compared with treatment of fermentation in wooden box as a control.

This research was conducted in two steps. The first step was the fermentation of cocoa beans with a variety of treatments including with and without mixing every 24 hours using a plastic bag compared to wooden box. During the fermentation process temperature, pH, and fermentation index of wet cocoa beans were measured. The second step was the characterization physical

and chemical properties of dried fermented cocoa beans includes the number of seeds per 100 grams, shell content, defect value, moisture content, fat content and the index of fermentation.

The results showed that the use of plastic bags as the container for cocoa bean fermentation presented better physical and chemical characteristics compared to those of unfermented cocoa beans. However, the fermentation using wooden box showed the best treatment physical and chemical characteristics of fermented cocoa beans. The fermentation using plastic bag with mixing increased the temperature to 38⁰C with a pH level between 4.6 to 4.7, low slatty beans, and index fermentation about 1.080.



PRAKATA

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Fermentasi dalam Wadah Karung Plastik di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada:

1. Dr. Yuli Witono, S.TP, MP, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian;
2. Ir. Giyarto, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah dengan sabar memberikan nasehat, bimbingan dan arahan demi terselesainya skripsi ini;
4. Noor Ariefandie F., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah sabar memberikan bimbingan, nasehat, dan koreksi untuk selama penelitian berlangsung hingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Ibu Ariza Budi T., Ibu Fitratin, Ibu Ninik, Bapak Joko, Mas Panji Waluyo, Bapak Kholik, Ibu Dwi dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungannya terhadap penyelesaian penelitian ini;
6. Segenap Dosen Fakultas Teknologi Pertanian yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis;

7. Keluargaku yang selalu menyiramiku dengan kasih dan sayangnya melalui doa, nasihat, dan dorongan semangat dalam pelaksanaan penelitian hingga skripsi ini selesai;
8. Rekan sepenelitianku, Eko Lutfi dan Yuke Rasadi, yang selama ini berjuang bersama, terimakasih atas sepenggal kisah perjuangan menuju kesuksesan;
9. Teman-teman teknologi hasil pertanian angkatan 2010 yang selama ini telah banyak memberikan aku pelajaran hidup selama masa kuliah;
10. Semua pihak yang membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan karya ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan alam dan teknologi di bidang pangan.

Jember, 5 Oktober 2015

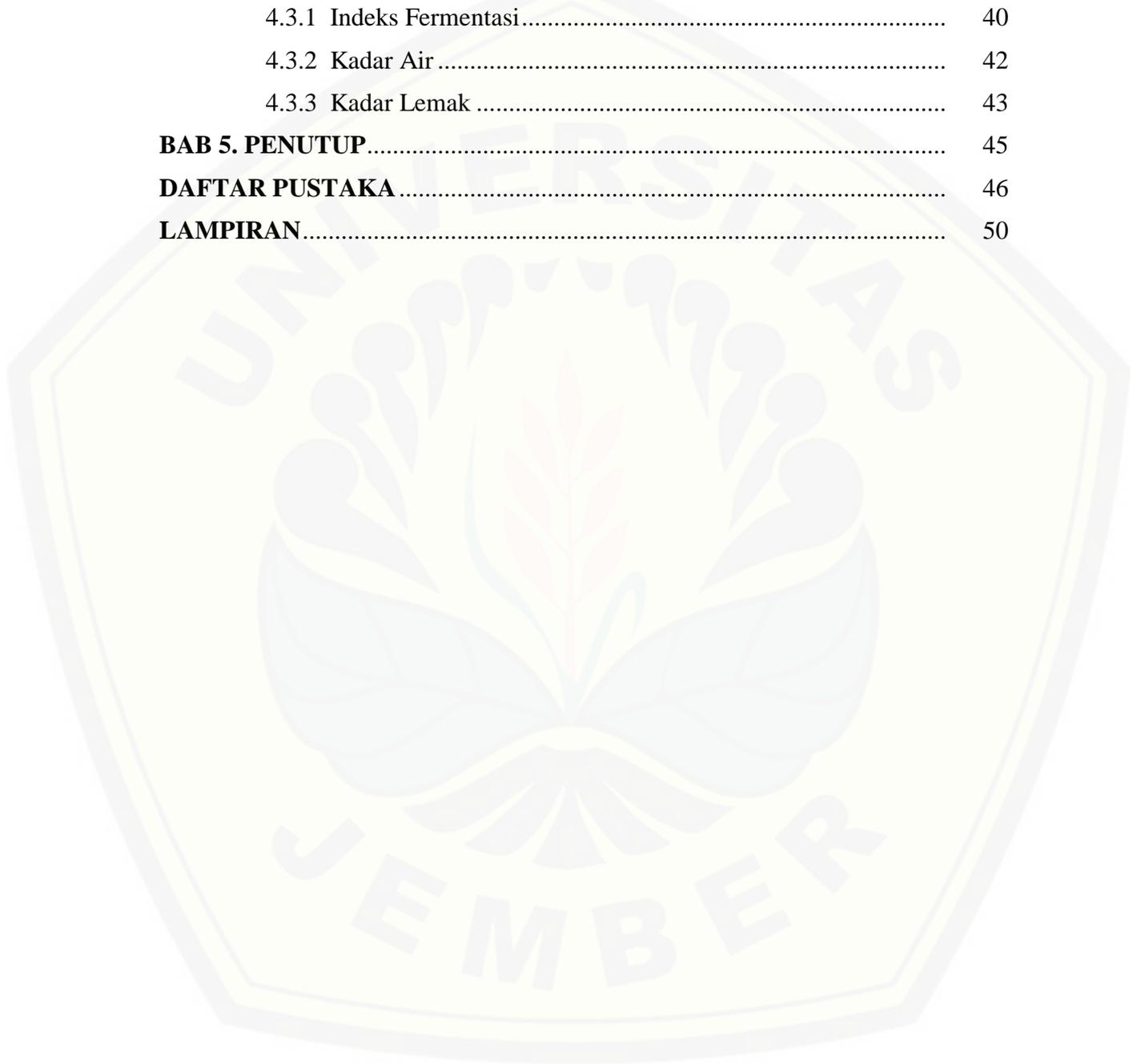
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1	Lata
r Belakang	1
1.2	Rum
usan Masalah	3
1.3	Tuju
an.....	3
1.4	Manf
aat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Buah Kakao.....	5
2.2 Proses Pengolahan Kakao.....	7
2.3 Fermentasi Kakao.....	10
2.4 Karakteristik Biji Kakao Kering	15
2.5 Mutu Biji Kakao	18

2.6 Wadah Fermentasi	20
BAB 3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	22
3.1.1 Bahan	22
3.1.2 Alat	22
3.3 Rancangan Penelitian	23
3.3.1 Rancangan Percobaan	23
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.3.1.1 Penelitian Tahap Pertama.....	23
3.3.1.2 Penelitian Tahap Kedua	24
3.3.3 Analisis Data	24
3.4 Parameter Pengamatan.....	24
3.5 Prosedur Analisis	24
3.5.1 Karakteristik Fermentasi Kakao	24
3.5.2.1 Suhu fermentasi Kakao	24
3.5.2.2 Tingkat Keasaman (pH) Biji Kakao Basah	26
3.5.2.2 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah	26
3.5.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering.....	26
3.5.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering.....	26
3.5.2.2 Kadar Kulit.....	27
3.5.2.3 Kadar Biji Cacat	27
3.5.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering.....	28
3.5.3.1 Indeks Fermentasi	28
3.5.3.2 Kadar Air.....	28
3.5.3.3 Kadar Lemak.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Karakteristik Fermentasi Kakao	31
4.1.1 Suhu Fermetasi	31
4.1.2 Tingkat Keasaman (pH) Biji Kakao Basah	32
4.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah.....	35
4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering.....	36

4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering	36
4.2.2 Kadar Kulit	38
4.2.3 Kadar Biji Cacat	39
4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering.....	40
4.3.1 Indeks Fermentasi.....	40
4.3.2 Kadar Air	42
4.3.3 Kadar Lemak	43
BAB 5. PENUTUP.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia <i>pulp</i> biji kakao.....	6
Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kakao basah.....	6
Tabel 2.3 Komposisi kimia biji kakao kering.....	11
Tabel 2.4 Syarat mutu umum biji kakao.....	19
Tabel 2.5 Syarat mutu khusus biji kakao.....	19
Tabel 4.1 Analisis sidik ragam jumlah biji per 100 gram.....	36
Tabel 4.2 Analisis sidik ragam kadar kulit biji kakao	38
Tabel 4.3 Analisis sidik ragam IF biji kakao kering.....	41
Tabel 4.4 Analisis sidik ragam kadar air biji kakao kering	43
Tabel 4.5 Analisis sidik ragam kadar lemak biji kakao kering.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian fermentasi biji kakao.....	25
Gambar 4.1 Grafik perubahan suhu tumpukan 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 basah selama fermentasi.....	34
Gambar 4.5 Nilai rata-rata jumlah biji per 100 gram	36
Gambar 4.6 Nilai rata-rata kadar kulit biji kakao	37
Gambar 4.7 Nilai rata-rata kadar biji kakao cacat	39
Gambar 4.8 Nilai rata-rata IF biji kakao kering	40
Gambar 4.9 Nilai rata-rata kadar air biji kakao kering	41
Gambar 4.10 Nilai rata-rata kadar lemak biji kakao kering	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Karakteristik fermentasi kakao	49
Lampiran A.1 Suhu fermentasi kakao	49
Lampiran A.2 Tingkat keasaman (pH) biji kakao basah	50
Lampiran A.3 IF biji kakao basah	52
Lampiran B. Karakteristik fisik biji kakao kering	53
Lampiran B.1 Jumlah biji per 100 gram.....	53
Lampiran B.2 Kadar kulit biji kakao kering.....	54
Lampiran B.3 Kadar Biji Kakao Cacat	56
Lampiran C. Karakteristik kimia biji kakao kering	57
Lampiran C.1 IF biji kakao kering	57
Lampiran C.2 Kadar air biji kakao kering.....	58
Lampiran C.3 Kadar lemak biji kakao kering	59
Lampiran D. Dokumentasi kegiatan penelitian	60

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang diusahakan secara komersial dan memegang peranan yang cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan dan devisa Negara. Perkebunan kakao telah menyediakan lapangan kerja bagi sekitar 900 ribu kepala keluarga petani yang sebagian besar di kawasan timur Indonesia, serta memberikan sumbangan devisa terbesar ketiga sub sektor perkebunan setelah karet dan kelapa sawit (BPS, 2013).

Perkebunan kakao Indonesia, mengalami perkembangan pesat sejak awal tahun 1800-an dan pada tahun 2013, areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1.774.463 ha. Sebagian besar (94,61 %) perkebunan kakao dikelola oleh rakyat, 2,86 % perkebunan besar negara dan 2,53 % perkebunan besar swasta (Dirjenbun, 2013). Keberhasilan perluasan areal tersebut telah memberikan hasil nyata bagi peningkatan pangsa pasar kakao Indonesia di kancah perkakaoan dunia. Indonesia berhasil menempatkan diri sebagai negara produsen kakao terbesar ketiga dunia setelah Pantai Gading (36,4 %) dan Ghana (21,5 %) dengan persentase sebesar 10,8 % (ICCO, 2013).

Produksi kakao Indonesia 80 % dihasilkan dari perkebunan rakyat dengan lahan yang sempit, sementara 20 % lainnya dihasilkan oleh perkebunan besar swasta dan pemerintah dengan lahan yang luas (Karyadi, 2006). Besarnya produksi kakao di Indonesia tidak didukung oleh kualitas biji yang baik. Mutu kakao yang diekspor oleh Indonesia dikenal sangat rendah berada di *grade* 3. Dari total produksi yang dihasilkan dari perkebunan rakyat, diketahui bahwa masih banyak ditemukan biji kakao yang bermutu rendah, seperti jumlah biji *slaty* tinggi, berjamur, kadar air tinggi, dan tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu SNI 2323:2008. Hal ini dikarenakan masih banyak petani kakao yang belum melakukan proses pengolahan pasca panen dengan baik dan

benar sehingga mengakibatkan biji kakao dari perkebunan rakyat bermutu rendah dan memiliki cita rasa coklat yang kurang kuat (Amin, 2005).

Banyak industri coklat dari luar negeri yang ingin mengimpor biji kakao dari Indonesia, tetapi masyarakat Indonesia kurang dalam hal pengembangan pengolahan biji kakao untuk menjadi produk coklat yang siap dipasarkan. Mekanisme pengolahan kakao di tingkat petani masih belum berpegang pada mutu, sehingga indikator mutu seperti tingkat fermentasi dan kadar air terabaikan. Pengabaian indikator mutu tersebut menyebabkan harga kakao mutu baik dan mutu rendah tidak terlalu jauh beda bahkan sama. Tidak adanya *reward* dari pemerintah membuat para petani kurang memperhatikan kualitas hasil panen dari biji kakao tersebut. Selain itu, konsumen biji kakao Indonesia cenderung membeli biji kakao dengan harga murah, tanpa mempertimbangkan kualitasnya. Hal tersebut turut mempengaruhi sikap para petani kakao yang ada di Indonesia untuk tidak melakukan fermentasi pada biji kakaonya.

Fermentasi merupakan tahapan penting pengolahan biji kakao. Pada proses ini akan terjadi pembentukan cita rasa khas kakao, pengurangan rasa sepat dan asam, serta perbaikan kenampakan fisik biji (Susanto, 1994). Fermentasi juga dapat memberikan keuntungan antara lain, biji kakao dapat dikeringkan lebih cepat dan biji kering dapat disimpan lebih lama dengan resiko pertumbuhan jamur lebih kecil (Amin, 2005).

Peningkatan mutu pengolahan hulu biji kakao perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas biji kakao di Indonesia, salah satu caranya dengan melakukan fermentasi. Pada perkebunan besar swasta dan perkebunan besar negara, proses fermentasi menjadi hal mutlak yang harus dilakukan untuk mendapatkan produk pasca panen yang berkualitas. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan wadah kotak kayu yang diberi lubang-lubang aerasi. Di sisi lain, bagi kalangan petani yang sebagian besar mengusahakan tanaman kakao dalam jumlah yang terbatas, hampir seluruh hasil panen mereka diolah dengan cara langsung dijemur tanpa melalui proses fermentasi. Hal ini disebabkan kurangnya sosialisasi mengenai pentingnya fermentasi kepada para petani dan pedagang

lokal, sehingga kalangan pedagang lokal memberikan harga yang sama antara biji difermentasi dengan biji tidak difermentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Penanganan hulu biji kakao yang terjadi di kalangan petani yaitu biji kakao hasil pemanenan langsung dikeringkan di bawah sinar matahari dan apabila cuaca tidak mendukung, biji disimpan dalam karung plastik untuk dikeringkan kembali pada waktu penjemuran berikutnya. Perilaku petani yang demikian, tanpa disadari telah terjadi proses fermentasi dalam tumpukan biji, tetapi tidak sempurna. Penggunaan karung sebagai bahan pengemas sudah lama dilakukan untuk berbagai produk pertanian karena sifatnya yang praktis, memiliki pori-pori untuk aerasi, dan mudah dalam penanganan serta pengangkutan (Imdad, 1999). Dengan demikian karung plastik dapat digunakan sebagai wadah fermentasi karena dapat menampung biji kakao basah dalam jumlah tertentu, memiliki lubang aerasi bagi *pulp*, dapat menyimpan panas, fleksibel, murah serta tahan untuk digunakan beberapa kali proses fermentasi. Selain itu, karung plastik cukup praktis dan mudah dalam melakukan pengadukan serta pengangkutan. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui perubahan karakteristik fisik dan kimia biji kakao selama fermentasi dan biji kakao kering yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan menggunakan wadah karung plastik dengan perlakuan pengadukan dan tanpa pengadukan dengan perlakuan fermentasi dalam kotak kayu sebagai kontrol.

1.3 Tujuan

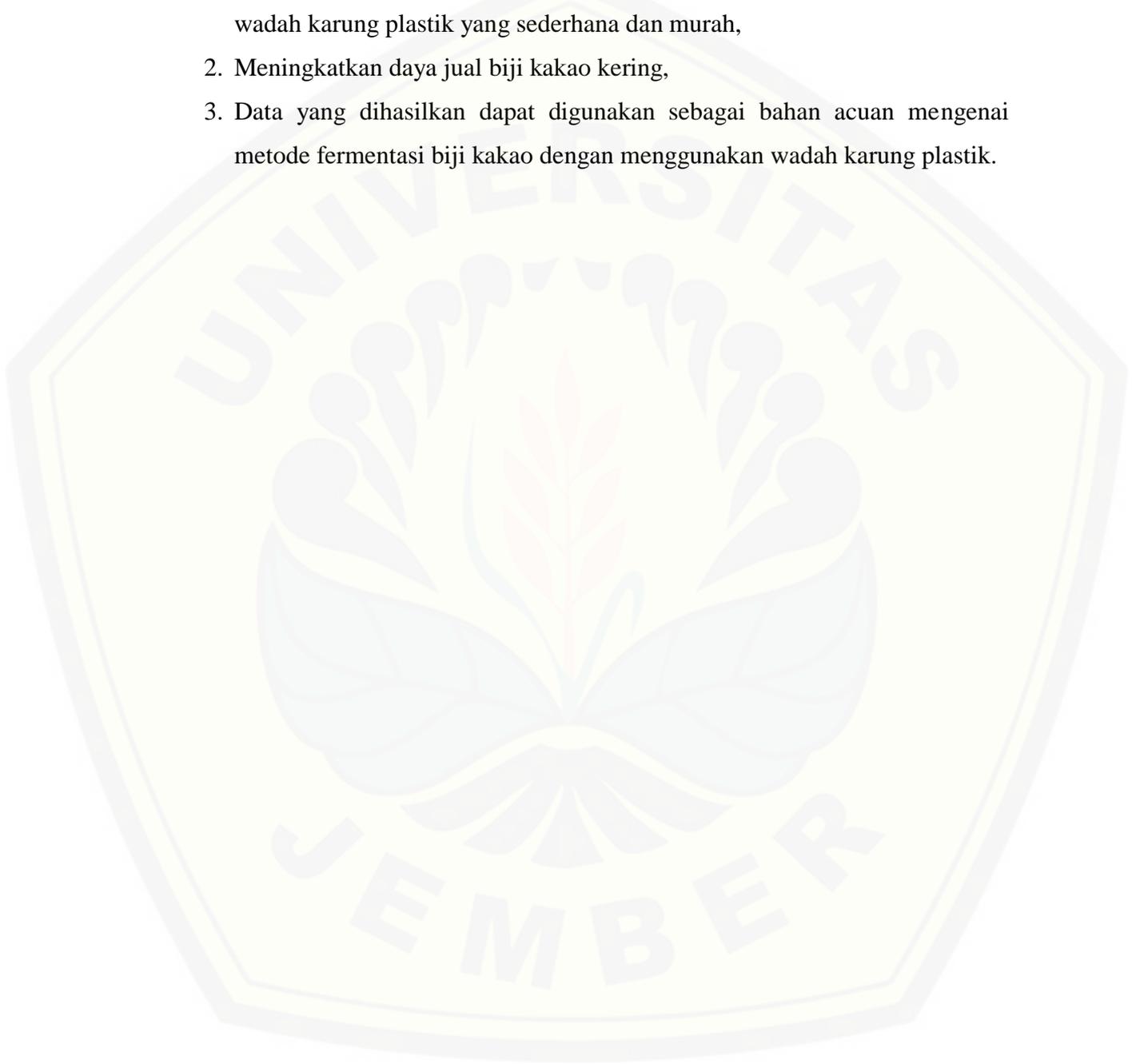
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. mengetahui pengaruh proses fermentasi pada wadah kotak kayu dan karung plastik terhadap karakteristik fisik dan kimia biji kakao kering yang dihasilkan,
2. mengetahui pengaruh variasi pengadukan dan tanpa pengadukan pada fermentasi dalam wadah karung plastik terhadap karakteristik fisik dan kimia biji kakao yang dihasilkan,

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Memberikan alternatif metode fermentasi biji kakao dengan menggunakan wadah karung plastik yang sederhana dan murah,
2. Meningkatkan daya jual biji kakao kering,
3. Data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan acuan mengenai metode fermentasi biji kakao dengan menggunakan wadah karung plastik.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

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

Tanaman kakao (*Theobroma cacao*, L) atau lebih dikenal dengan nama kakao, berasal dari hutan di Amerika Serikat. Tanaman kakao merupakan tanaman penghasil biji kakao yang utamanya dipergunakan sebagai dasar industri makanan coklat. Kakao merupakan satu-satunya spesies diantara 22 jenis dalam genus *Theobroma* yang diusahakan secara komersial. Menurut 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.

Tanaman kakao berdasarkan warna bijinya dibedakan atas 2 (dua) tipe, yaitu biji yang berwarna putih masuk dalam grup *Criollo*, sedangkan biji yang berwarna ungu masuk dalam grup *Forastero*. Walaupun jenis tanaman (varietas) kakao cukup banyak, tetapi jenis yang sering ditanam untuk produksi coklat menurut Sunanto (1994) ada 3 (tiga) yaitu *Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*. Jenis *Criollo*, merupakan jenis tanaman kakao yang menghasilkan biji kakao bermutu tinggi dan dikenal sebagai kakao mulia, atau *edel cocoa*. Jenis *Trinitario*, merupakan hasil persilangan antara *Criollo* dan *Forastero* yang menghasilkan biji dengan mutu yang beragam. Jenis *Forastero*, merupakan jenis tanaman kakao yang menghasilkan biji kakao yang tergolong bermutu sedang sampai rendah yang dikenal kakao lindak/kakao curah/*bulk cacao*.

Jenis *Forastero* ini memiliki pertumbuhan tanaman yang kuat dan produksinya lebih tinggi, masa berbuah lebih awal dan pada umumnya diperbanyak dengan semai Hibrida. Biji kakao jenis ini relatif tahan terhadap

serangan hama dan penyakit, kulit buah agak keras tetapi memiliki permukaan yang halus, mempunyai alur-alur kulit buah yang agak dalam, memiliki kotiledon berwarna ungu dan berbentuk gepeng. Walaupun jenis ini menghasilkan mutu yang sedang, tetapi produksinya paling tinggi dibandingkan dengan jenis kakao lainnya (Wahyudi *et al.*, 2008).

Struktur buah kakao secara garis besar terdiri atas 4 bagian yaitu kulit buah, plasenta, *pulp*, dan biji. Buah kakao masak berisi 30 – 40 biji yang masing-masing diselubungi oleh *pulp* dan terikat pada plasenta. Biji kakao terdiri atas 2 bagian yaitu kulit biji dan keping biji (Nielsen, 2006).

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). Buah akan masak setelah berumur 6 bulan dan akan berukuran 10-30 cm, tergantung kultivarnya (Puslitkoka, 2004).

Permukaan biji kakao diselimuti oleh *pulp* yang berwarna putih. Menurut Nielsen (2006), *pulp* biji kakao terdiri atas sebagian besar air dan sebagian kecil gula, yang merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Komposisi kimia *pulp* biji kakao disajikan dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Komposisi kimia *pulp* biji kakao

Komponen	Persentase (%)
Air	80,0-90,0
Glukosa	8,0 – 13,0
Sukrosa	0,4 – 1,0
Pati	Sedikit
Asam non volatile	0,2 – 0,4
Garam-garam	0,4 – 0,45
Besi oksida	0,03
Albuminoid, bahan yang kelat	0,5-0,7

Sumber : Minifie, 1980

Biji kakao terdiri atas dua bagian utama, yaitu kulit biji (10-14%) dan keping biji atau kotiledon (86-90%). Komposisi kimia biji kakao basah disajikan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kakao basah

Komponen	Persentase (%)	
	Kulit biji	Keping biji
Air	3,80	2,10
Lemak	3,43	54,10
Abu	8,10	2,70
Total N	2,60	2,20
Protein	2,10	1,30
Teobromin	1,30	1,40
Kafein	0,10	0,70
Glukosa	0,10	0,10
Sukrosa	8,10	0,00
Pati	-	6,10
Pektin	8,00	4,10
Serat kasar	18,60	2,10
Selulosa	13,6	1,9
Pentosan	7,0	1,2
Mucilage dan gums	9,1	1,8
Cocoa purple/brown	2,0	4,2
Asam asetat	0,1	0,1
Asam sitrat	0,7	-
Asam oksalat	0,3	0,3

Sumber : Minifie, 1980

2.2 Proses Pengolahan Kakao

Pengolahan kakao terdiri dari pengolahan primer (hulu) dan pengolahan sekunder (hilir). Pengolahan primer bertujuan untuk menghasilkan produk cokelat biji kering, sedangkan pengolahan sekunder merupakan pengolahan cokelat menjadi produk setengah jadi hingga menjadi produk olahan cokelat. Secara garis besar pengolahan primer kakao meliputi : sortasi buah, pemecahan buah, fermentasi, pencucian (tidak wajib), pengeringan, sortasi dan grading, serta penyimpanan.

1. Sortasi Buah

Menurut Mulato *et al.* (2004), buah yang telah dipanen kemudian dikumpulkan dan disortasi yang bertujuan untuk memisahkan buah kakao yang sehat dengan buah kakao yang rusak, misalnya buah busuk, terkena penyakit, dimakan binatang maupun buah yang terkupas dan tercampur kotoran, agar terhindar dari kerusakan buah secara keseluruhan.

2. Pemecahan buah

Pemecahan buah kakao dilakukan untuk mendapatkan biji kakao basah. Setelah buah dipecah, kemudian biji dikeluarkan dan dipisahkan dengan plasentanya. Pemecahan buah dapat dilakukan dengan menggunakan pisau, arit atau pemukul kayu. Pada proses pengupasan biji kakao perlu diperhatikan bahwa biji jangan sampai tercampur tanah, terluka atau terpotong oleh alat pemecah, dan harus terhindar dari kontaminasi alat pengupas yang terbuat dari besi karena dapat menimbulkan warna hitam pada biji. Biji yang terluka akan menambah jumlah biji cacat dan mudah terinfeksi oleh jamur pada saat fermentasi (Susanto, 1994).

3. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses yang paling berperan dalam pengolahan biji kakao, karena pada tahapan ini akan terbentuk cita rasa, pengurangan rasa pahit dan sepat, serta perbaikan kenampakan fisik biji kakao. Di industri, pengolahan biji kakao dilakukan dalam kotak fermentasi selama 4 hari dengan pembalikan setiap satu hari sekali. Fermentasi memiliki beberapa tujuan, yaitu untuk melepaskan pulp yang menyelimuti biji sehingga mempercepat dan mempermudah proses pengeringan, serta untuk mematikan biji agar reaksi kimia dan biokimia dalam keping biji dapat berlangsung sehingga dihasilkan warna biji cokelat kemerahan dan terbentuk prekursor-prekursor pembentuk citarasa khas cokelat, seperti asam amino hidrofobik, peptida hidrofilik, dan gula pereduksi serta untuk mengurangi rasa pahit dan sepat yang ada didalam biji kakao (Wahyudi *et al.*, 2008).

Suhu fermentasi setiap harinya mengalami peningkatan dimana pada hari pertama berkisar pada suhu 25-35 °C selama 16 jam, hari kedua 35-45 °C selama 24 jam, hari ketiga 45-50 °C selama 24 jam dan hari keempat 45-55 °C selama 22 jam. Suhu tinggi pada saat fermentasi disebabkan oleh reaksi eksotermis yang terjadi pada saat perubahan gula *pulp* menjadi etanol oleh aktivitas *yeast*, akibatnya *pulp* meleleh. Tetesan air dan oksigen akan mengalir ke dalam tumpukan biji. Aerasi ini menyebabkan kenaikan suhu

yang tajam dan mengakibatkan kematian biji. Pada saat biji mati maka akan dimulailah reaksi kimiawi di dalam kotiledon. Reaksi ini berperan dalam pembentukan flavor biji kakao. Terdapat dua fase penting selama fermentasi kakao, yaitu pertama, aktivitas *yeast* yang mengubah gula *pulp* menjadi alkohol selama fermentasi anaerobik di awal fermentasi dan kedua, aktivitas bakteri asam asetat mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat dan selanjutnya menjadi CO₂ dan H₂O (Passos *et al.*, 1984).

4. Pencucian

Proses pencucian ini tidak mutlak untuk dilakukan oleh semua industri. Tujuan dari proses pencucian selain untuk menghentikan proses fermentasi, juga untuk mengurangi *pulp* yang masih menempel pada biji sehingga dapat mempercepat proses pengeringan dan meningkatkan persentase biji bulat. Proses pencucian yang salah dapat menyebabkan penurunan jumlah rendemen dan meningkatkan jumlah biji pecah. Sehingga dalam hal ini disarankan agar melakukan pencucian setengah bersih dengan menggunakan air yang mengalir (Soenaryo dan Situmorang, 1978).

5. Pengeringan

Tujuan pengeringan adalah menurunkan kandungan air biji basah dari sekitar $\pm 60\%$ menjadi $\pm 7,5\%$. Pengeringan biji kakao ada 3 cara, yaitu dengan penjemuran pada sinar matahari, memakai alat pengeringan dan kombinasi keduanya. Pada proses pengeringan terjadi sedikit fermentasi lanjutan, selain itu terjadi pula perubahan-perubahan kimia untuk menyempurnakan pembentukan aroma dan warna yang baik (Passos *et al.*, 1984).

Suhu pengeringan sebaiknya antara 55-66 °C dan waktu yang dibutuhkan bila memakai mesin pengering antara 20-25 jam, sedang bila dijemur waktu yang dibutuhkan ± 7 hari apabila cuaca baik, tetapi apabila banyak hujan penjemuran ± 4 minggu. Bila biji kurang kering pada kandungan air diatas 8% biji mudah ditumbuhi jamur (Siregar, 1964).

6. Sortasi dan grading

Biji kakao kering hasil pengolahan biasanya beragam, karena itu dilakukan sortasi dan grading sesuai dengan persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Sortasi biji kakao kering dimaksudkan untuk memisahkan biji kakao yang baik dengan yang cacat, dan memisahkan biji dari kotoran atau benda asing lainnya seperti batu, kulit dan daun-daunan. Grading dilakukan dengan cara memisahkan biji berdasarkan kelas/ukurannya sesuai dengan SNI Biji Kakao No. 2323:2008, dimana biji kakao terbagi dalam 5 (lima) kelas yaitu:

- i. Mutu AA : jumlah biji maksimum 85 per 100 gram
- ii. Mutu A : jumlah biji 86 – 100 per 100 gram
- iii. Mutu B : jumlah biji 101 – 110 per 100 gram
- iv. Mutu C : jumlah biji 11 – 120 per 100 gram
- v. Mutu S : lebih besar dari 120 biji per 100 gram

Proses grading yang dilakukan juga bertujuan untuk memberikan nilai lebih untuk kelas yang lebih baik (Utami dan Rustijarno, 2012).

7. Penyimpanan

Biji kakao kering yang telah melewati tahap sortasi selanjutnya dimasukkan ke dalam karung goni. Karung goni yang digunakan harus kering, bebas noda, kuat dan tidak berlubang/bocor. Pengemasan ini dilakukan untuk mempermudah proses pengangkutan dan pengelompokan biji berdasar kelas mutunya (Utami dan Rustijarno, 2012).

Dalam proses penyimpanan, dilakukan proses fumigasi yang bertujuan untuk mengatasi infestasi dan kontaminasi hama gudang pada penyimpanan biji kakao. Hal ini bertujuan agar biji kakao tetap memenuhi persyaratan-persyaratan yang berhubungan dengan jamur, serangga dan kotoran, bebas dari pencemaran bahan kimia dan residu pestisida (Utami dan Rustijarno, 2012).

2.3 Fermentasi Kakao

Proses yang paling berperan untuk menentukan kualitas biji kakao yaitu proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa kompleks

menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses fermentasi dapat berlangsung secara aerob dan anaerob, tergantung dari sifat mikroorganismenya (Fauziyah, 2002).

Fermentasi bertujuan untuk mematangkan biji sehingga perubahan-perubahan di dalam biji akan mudah terjadi, seperti misalnya warna keping biji, peningkatan aroma dan rasa, serta perbaikan konsistensi keping biji. Tujuan lainnya adalah untuk melepaskan *pulp*. Selama fermentasi biji beserta *pulp*-nya mengalami penurunan berat sampai 25% (Lopez and Dimick, 1995). Komposisi kimia biji kakao kering disajikan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Komposisi kimia biji kakao kering

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).

Fermentasi biji kakao terbagi dalam 2 macam proses, yaitu :

- 1) Fermentasi Eksternal

Menurut Misnawi (2003), fermentasi eksternal terjadi di luar kotiledon yang meliputi perombakan gula dalam *pulp* oleh mikroba. Suwasono (2005) menyatakan bahwa fermentasi eksternal bertujuan untuk melepaskan *pulp* dari keping biji dan melonggarkan kulit biji sehingga setelah proses pengeringan kulit biji akan mudah dipisahkan dari biji.

2) Fermentasi Intenal

Misnawi (2003) menyatakan bahwa fermentasi internal terjadi di dalam kotiledon yang meliputi semua perubahan biokimia yang dilakukan oleh enzim. Fermentasi internal bertujuan untuk mematikan biji sehingga perubahan yang dikehendaki dalam biji dapat terjadi, seperti warna dari keping biji, pembentukan aroma dan rasa serta perbaikan kenampakan fisik biji kakao (Lukito *et al.*, 2004).

Setelah kulit buah kakao dibuka maka biji kakao secara alami akan berinteraksi dengan mikroorganisme di lingkungan. Selama fermentasi berbagai jenis khamir, bakteri asam laktat (BAL), bakteri asam asetat (BAA) dan kemungkinan juga *Bacillus spp* akan aktif. Mikroorganisme akan memetabolisme gula yang terkandung dalam *pulp* menjadi etanol, dan sebagian etanol dioksidasi menjadi asam asetat. Etanol dan asam asetat akan berpenetrasi ke dalam biji kakao. Dengan adanya panas dari proses eksotermal akan mematikan biji dan memecah dinding sel biji (Thompson *et al.*, 2001 dalam Nielsen, 2006).

Proses fermentasi memerlukan panas untuk aktivitas enzim yang akan membentuk calon citarasa coklat maupun perubahan warna keping biji. Agar terbentuk panas yang cukup, jumlah biji kakao yang difermentasi harus mencukupi sehingga suhu fermentasi optimum sekitar 45⁰C dapat dicapai. Jumlah biji minimum untuk fermentasi yang baik adalah 100 kg (Effendi, 1990). Menurut Poedjiwidodo (1996), untuk fermentasi skala kecil (<100 kg) ketebalan biji antara 30 - 40 cm. Apabila ketebalan lebih dari 40 cm menyebabkan suhu bagian tengah terlalu tinggi, karena aerasi udara kurang sehingga kegiatan organisme terganggu.

Berikut gambaran komposisi mikroba yang berperan dalam fermentasi antara lain:

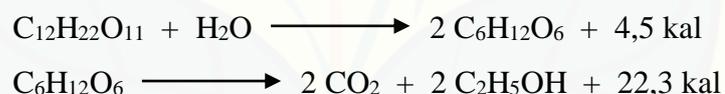
Hari-1 : aktivitas khamir dibawah kondisi anaerobik terjadi perubahan gula menjadi alkohol dan melonggarkan *pulp*.

Hari-2 : Bakteri asam laktat tumbuh pada kondisi anaerobik, agar bakteri asam asetat tumbuh dan mengubah alkohol menjadi asam asetat diperlukan aerasi. Biji kakao mati akibat panas dan asam asetat.

Hari-3 : Adanya kerjasama antara bakteri asam asetat, khamir *aerophilik* dan *Bacillus aerophilus* (Forsyth dan Rombouti dalam Rohan, 1963).

Manurung dan Soelistyowati dalam Fauziyah (2002) menyatakan bahwa *pulp* kakao segar mengandung kurang lebih 10% gula dan 2% asam sitrat. Pada permulaan proses fermentasi mikroba yang berperan aktif adalah khamir. Hal ini dikarenakan tumpukan biji mengandung kadar gula yang tinggi, pH dan oksigen rendah sehingga menjadi media yang cocok bagi pertumbuhannya.

Jenis khamir yang umum terdapat pada tumpukan biji kakao selama fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces theobromae*, *Saccharomyces ellipsoides*, *Saccharomyces apiculatus* dan *Saccharomyces apimulus* (Passos, 1984). Menurut Manurung dan Soelistyowati dalam Fauziyah (2002), aktivitas khamir dalam merubah gula pada *pulp* menjadi etanol dan CO₂ melalui reaksi yang bersifat eksotermis sebagai berikut :

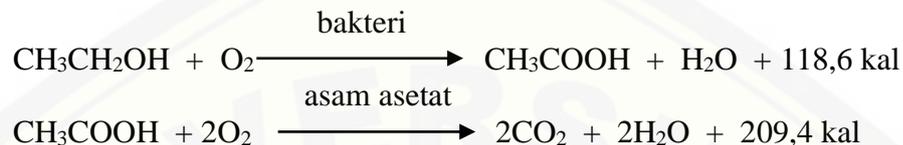


Selain menghasilkan alkohol dan CO₂, selama reaksi juga dihasilkan panas. Adanya panas tersebut suhu mssa kakao yang diperam akan meningkat, sedangkan sebagian *pulp* hancur dan mengakibatkan suplai oksigen menjadi lebih baik. Hal tersebut menjadikan kondisi fermentasi menjadi lebih aerob dan mikroba lain seperti bakteri menjadi lebih peka untuk tumbuh (Nasution *et al.*, 1976).

Pada hari kedua proses fermentasi berlangsung terjadi pemecahan alkohol menjadi asam asetat yang dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam asetat. Menurut Nasution *et al.* (1976), jumlah dan jenis mikroorganisme yang terdapat pada fermentasi biji kakao bervariasi, tergantung pada waktu fermentasi. Bakteri pemecah alkohol menjadi asam asetat pada hari-hari selanjutnya pada proses

fermentasi ini adalah *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter ascendens*, *Bacterium xylinum* dan *Bacterium orleanseI* (Passos, 1984).

Menurut Manurung dan Soelistyowati dalam Fauziyah (2002), senyawa alkohol hasil dari kegiatan khamir kemudian diubah oleh bakteri asam asetat menjadi asam asetat secara eksotermis dengan reaksi sebagai berikut :



Pembentukan asam asetat merupakan faktor yang penting dari proses kematian biji kakao, asam asetat terbentuk sebesar 0,7% sampai 1,2% setelah waktu fermentasi 37 jam dan biji telah mati (Rohan, 1963 dalam Fauziyah, 2002). Bakteri asam asetat lebih banyak dan lebih cepat tumbuh di bagian atas tumpukan biji kakao selama proses fermentasi. Hal ini diakibatkan karena pada proses fermentasi aliran udara lebih cepat di bagian atas, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat dan perubahan pH lebih cepat pada bagian ini (Nasution *et al.*, 1976).

Waktu yang diperlukan untuk melakukan proses fermentasi biji kakao tergantung pada jumlah pigmen ungu yang terdapat pada biji kakao segar. Semakin besar jumlah pigmen ungu, makin lama proses fermentasi yang dibutuhkan (Nasution *et al.*, 1976). Waktu fermentasi kakao jenis *Criollo* jauh lebih singkat daripada waktu fermentasi kakao jenis *Forastero*, hal ini dikarenakan jumlah pigmen ungu pada kakao jenis *Criollo* jauh lebih sedikit daripada jumlah pigmen ungu pada kakao jenis *Forastero*. Menurut Soenaryo dan Situmorang (1978), kakao mulia lama fermentasinya 3 - 4 hari dan kakao curah 6 - 7 hari, karena *pulp* pada biji kakao curah berwarna ungu sedang kakao mulia putih. Adapun faktor-faktor lain yang juga dapat mempengaruhi waktu proses fermentasi antara lain tebal *pulp* biji, varietas kakao, dan jumlah biji yang diolah dalam musim selama pengolahan tersebut.

Forsyth dan Quesnel (1963) menyatakan, bahwa flavor tidak akan terbentuk sebelum biji mati, namun periode fermentasi sebelum biji mati penting

guna menghasilkan panas dan asam asetat melalui fermentasi *pulp* dalam mengatur kematian dan keasaman biji. Periode ini dapat dipersingkat melalui aerasi kuat pada *pulp* yang mempercepat produksi asam asetat dan pembentukan panas.

Pada saat *pulp* teraerasi, pH menurun sampai 4,5 dan tidak banyak berubah selama metabolisme *yeast*. Produksi asam didominasi oleh bakteri asam asetat dan bakteri asam laktat. Apabila substrat *pulp* ini digunakan oleh mikroorganisme sampai habis, pH akan naik. Perubahan ini dapat ditandai dengan warna kulit biji kakao yang gelap dan terjadi perubahan bau. Biehl (1984) menyatakan, bahwa konsentrasi maksimal asam asetat pada *pulp* dijumpai lebih tinggi selama aerasi kuat dibandingkan dengan aerasi lemah.

Tanda-tanda bahwa proses fermentasi sudah dapat diakhiri yaitu biji kakao sudah tampak kering/lembab, berwarna coklat dan berbau asam cuka, lendir yang melekat pada biji sudah mudah dikupas, bila dipotong melintang penampang biji tampak seperti cincin berwarna coklat untuk kakao mulia, dan warna ungu sudah mulai hilang pada kakao lindak (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. Fermentasi akan mempermudah pengeringan dan menghancurkan lapisan *pulp* yang mendekat pada biji. Pada proses fermentasi lembaga didalam biji kakao juga akan mati (Nuraeni, 1995).

Proses fermentasi biji kakao berlangsung dengan bermacam-macam cara, misalnya ditumpuk diatas alas tertentu, dimasukkan kedalam 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 *et al.*, 1976).

2.4 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 *et al.* (2008), karakteristik biji kakao kering yang baik harus memiliki beberapa persyaratan sebagai berikut:

1. Ukuran dan keseragaman biji

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

2. Kadar kulit biji

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 (Haryadi, 1991).

Kadar kulit ditentukan oleh jenis tanaman dan cara pengolahan. Biji kakao yang tidak difermentasi memiliki kadar kulit yang lebih tinggi karena adanya *pulp* 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 (Nuraeni, 1995).

3. Kadar lemak

Sifat fisik dan kimia lemak kakao secara intrinsik ditentukan oleh komposisi trigliserida (*Triglycerides*, TAG) dan asam lemak yang menyusunnya. Lebih dari 70% dari gliserida penyusun tersebut terdiri dari tiga senyawa tidak jenuh tunggal, yaitu oleodipalmitin (POP), oleodistearin (SOS), dan oleopalmistearin (POS). Di dalam lemak kakao juga terdapat sedikit unsaturated trigliserida (Wahyudi, 2008).

Lemak merupakan komponen termahal dari biji kakao dan rata-rata kandungan lemak pada biji kakao berkisar antara 55-58%. Semakin tinggi kandungan lemak, maka semakin disukai. Sebagai ukuran, biasanya berpedoman pada biji kakao Afrika Barat yang berkadar lemak 56-58%. 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 (Nurani, 1995).

Lemak kakao terdiri dari sejumlah gliserida dari asam-asam lemak stearat, palmitat dan sedikit *unsaturated* trigliserida/oleat. Komposisi asam lemak menentukan karakteristik lemak, yaitu kekerasannya. Karakteristik lemak kakao yang baik adalah yang mempunyai titik cair sekitar suhu badan dan dapat mengeras pada suhu kamar atau ruang (Sunanto, 1994).

Menurut Nasution (dalam Nurhayati, 1999), menyatakan bahwa kandungan lemak pada keping biji selama fermentasi mengalami penurunan walaupun dalam jumlah yang relatif kecil. Rohan, 1963 dalam Fauziyah, 2002, menyatakan bahwa kadar lemak meningkat 1% atau kadar komponen bukan lemak turun 1% setelah 2 – 4 hari fermentasi. Kadar lemak kakao biasanya dinyatakan dalam persen berat kering.

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 (Sunanto, 1992).

5. Derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji

Biji kakao yang dapat memberi citarasa khas coklat adalah biji kakao yang difermentasi. Pembentukan calon citarasa selama fermentasi terbentuk seiring dengan terjadinya degradasi warna ungu pada keping biji. Biji yang berwarna sebagian ungu dan sebagian coklat tidak dianggap merusak citarasa 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 (Senayake *et al.*, 1995).

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 dikeluarkan. 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 juga 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 Nasional 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 *et al.*, 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 *et al.*, 2008).

Berdasarkan SNI 2323:2008, persyaratan mutu umum biji kakao disajikan dalam **Tabel 2.4** dan persyaratan mutu khusus biji kakao disajikan dalam **Tabel 2.5**.

Tabel 2.4 Syarat mutu umum biji kakao

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

Sumber : (BSN, 2008)

Tabel 2.5 Syarat mutu khusus biji kakao

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 : (BSN, 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 menurut SNI 2323:2008 (BSN, 2003) diantaranya:

a. Biji tidak terfermentasi (*slaty*)

Pada kakao lindak memperlihatkan separuh atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna keabu-abuan seperti sabak atau biru keabu-abuan bertekstur padat dan pejal dan pada kakao mulia permukaan berwarna putih kotor.

b. Biji pipih

Biji yang tidak mengandung keping biji atau bijinya tidak dapat dibelah.

c. Biji berjamur

Biji kakao yang ditumbuhi jamur dibagian dalamnya dan apabila dibelah dapat terlihat dengan mata.

d. 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.

e. Biji berkecambah

Biji kakao yang kulitnya telah pecah atau berlubang karena pertumbuhan lembaga.

f. Kotoran (*waste*)

Benda-benda berupa plasenta, biji dempet, pecahan biji, pecahan kulit, biji pipih, ranting dan benda lain yang berasal dari tanaman kakao.

g. Benda-benda asing

Benda-benda lain yang bukan berasal dari tanaman kakao

2.6 Wadah Fermentasi

Wadah fermentasi merupakan media untuk menjamin proses fermentasi berlangsung optimal. Wadah fermentasi biji kakao yang digunakan dalam penelitian ini yaitu karung plastik yang terbuat dari *Polypropylene* dengan ukuran kemasan 50 kg. Karung plastik dipakai karena mempunyai sifat kuat, lembam, transparan, fleksibel dan murah. Oleh sebab itu banyak petani kakao yang menggunakan karung plastik jenis ini yang dikenal dengan nama saks. Namun

penggunaan karung plastik di petani bukan murni sebagai wadah fermentasi melainkan sebagai wadah penyimpanan sementara saat ditengah proses penjemuran terjadi hujan (wawancara pribadi, 2014).

Karung plastik umumnya terbuat dari *polyolefin film* yaitu *polyethylene*. *Polyethylene* (PE) terbuat dari *ethylene* polimer dan terdiri dari tiga macam yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Medium Density Polyethylene* (MDPE), dan *High Density Polyethylene* (HDPE). LDPE paling banyak digunakan sebagai kantung, mudah dikelim dan sangat murah. MDPE lebih kaku daripada LDPE dan memiliki suhu leleh lebih tinggi dari LDPE. HDPE paling kaku di antara ketiganya, tahan terhadap suhu tinggi (1200 °C) sehingga dapat digunakan untuk kemasan produk yang harus mengalami sterilisasi (Syarief dan Irawati, 1988).

Keuntungan dari *Polyethylene* yaitu permeabilitas uap air dan air rendah, mudah dikelim panas, fleksibel, dapat digunakan untuk penyimpanan beku (-50 °C), transparan sampai buram, dapat digunakan sebagai bahan laminasi dengan bahan lain. Kerugian dari *Polyethylene* yaitu permeabilitas oksigen agak tinggi, dan tidak tahan terhadap minyak. (Syarief dan Irawati, 1988).

Penggunaan karung plastik (*woven bag*) sebagai wadah fermentasi karena kemampuannya yang tahan terhadap air, fleksibel, dan mudah didapatkan di pasaran dengan harga yang relatif murah yaitu Rp 2.000,-. *Woven bag* merupakan kantong plastik rajutan pada umumnya terbuat dari material jenis PP. Di Indonesia kantong plastik ini lebih di kenal dengan nama saks, penggunaannya banyak dijumpai untuk membungkus beras, pupuk, dan sebagainya (Karjadi, 2012).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan sebanyak dua tahap. Tahap pertama, yaitu aplikasi teknologi fermentasi biji kakao dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Kebun Percobaan Kaliwining, 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

Bahan mentah untuk fermentasi berupa biji kakao basah jenis lindak/*bulk cocoa* yang diperoleh dari PTPN XII Kebun Kalikempit, Kalisepanjang, dan Kalitelepak – Banyuwangi dimana klon yang digunakan campuran dari PA 161, TSH 858, ICS dan Scavina 6 tanpa dipisahkan. Buah diterima dalam bentuk buah (*pod*), dan dipecah sebelum *trial*/percobaan fermentasi dilakukan.

Bahan analisis yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya methanol teknis, HCl pekat, aquades, petroleum benzen dan larutan perak nitrat (AgNO_3) teknis.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan antara lain karung plastik (*woven bag*) yang terbuat dari *polypropylene* (PP) ukuran 50 kg, *glassware* (peralatan gelas), termometer, pH meter (Trans Instrument), neraca analitik (Toledo XP 205 Plus), soxhlet apparatus, oven, eksikator, spektrofotometer (Perkin Elmer Lambda 35) dan kuvet, penangas air, labu didih, spatula, kertas saring, benang wol, mortar dan penumbuk.

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu jenis wadah. Penelitian ini dilakukan dengan 2 kali ulangan dan data yang diperoleh adalah rerata dari nilai yang diperoleh setiap perlakuan.

Penelitian ini dilakukan melalui pengolahan biji kakao basah dengan perlakuan sebagai berikut :

1. Praktek Baik (PB)/*best practice*, sebanyak ± 150 kg biji kakao basah dimasukkan ke dalam wadah kotak kayu dengan perlakuan *depulper* (pengurangan *pulp* hingga susut bobot 40 %) kemudian dilakukan fermentasi selama 4-5 hari (96 jam) dengan pengadukan setiap 48 jam. Perlakuan ini digunakan sebagai perlakuan kontrol positif.
2. Karung plastik tanpa pengadukan (KP), sebanyak ± 50 kg biji kakao basah dimasukkan ke dalam wadah karung plastik dan diikat dengan tali kemudian difermentasi selama 4-5 hari (96 jam).
3. Karung plastik dengan pengadukan (KPP), sebanyak ± 50 kg biji kakao basah dimasukkan ke dalam wadah karung plastik dan diikat dengan tali kemudian difermentasi selama 4-5 hari (96 jam) dengan pengadukan setiap 24 jam.
4. Tanpa Fermentasi (TF), biji kakao basah dihamparkan diatas terpal kemudian dijemur di bawah sinar matahari langsung hingga kadar air 6 – 7 %. Perlakuan ini digunakan sebagai perlakuan kontrol negatif.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu :

i. Penelitian Tahap Pertama

Pada penelitian tahap pertama dilakukan perlakuan fermentasi yang berbeda pada biji kakao. Fermentasi dilakukan di kotak kayu besar dan karung plastik dengan lama fermentasi yaitu 4-5 hari. Selain itu penelitian tahap I

digunakan untuk mendapatkan data mengenai suhu, pH dan IF dari biji kakao setiap 6 jam selama fermentasi yang digunakan sebagai data penunjang. Proses fermentasi biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

ii. Penelitian Tahap Kedua

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

3.3.3 Analisis Data

Data yang didapatkan dari hasil pengamatan akan diolah dan dianalisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan uji lanjut Tukey menggunakan SPSS software 16 serta penjelasan secara deskriptif yang digambarkan dengan histogram sebagai pembandingan.

3.4 Parameter Pengamatan

Beberapa parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

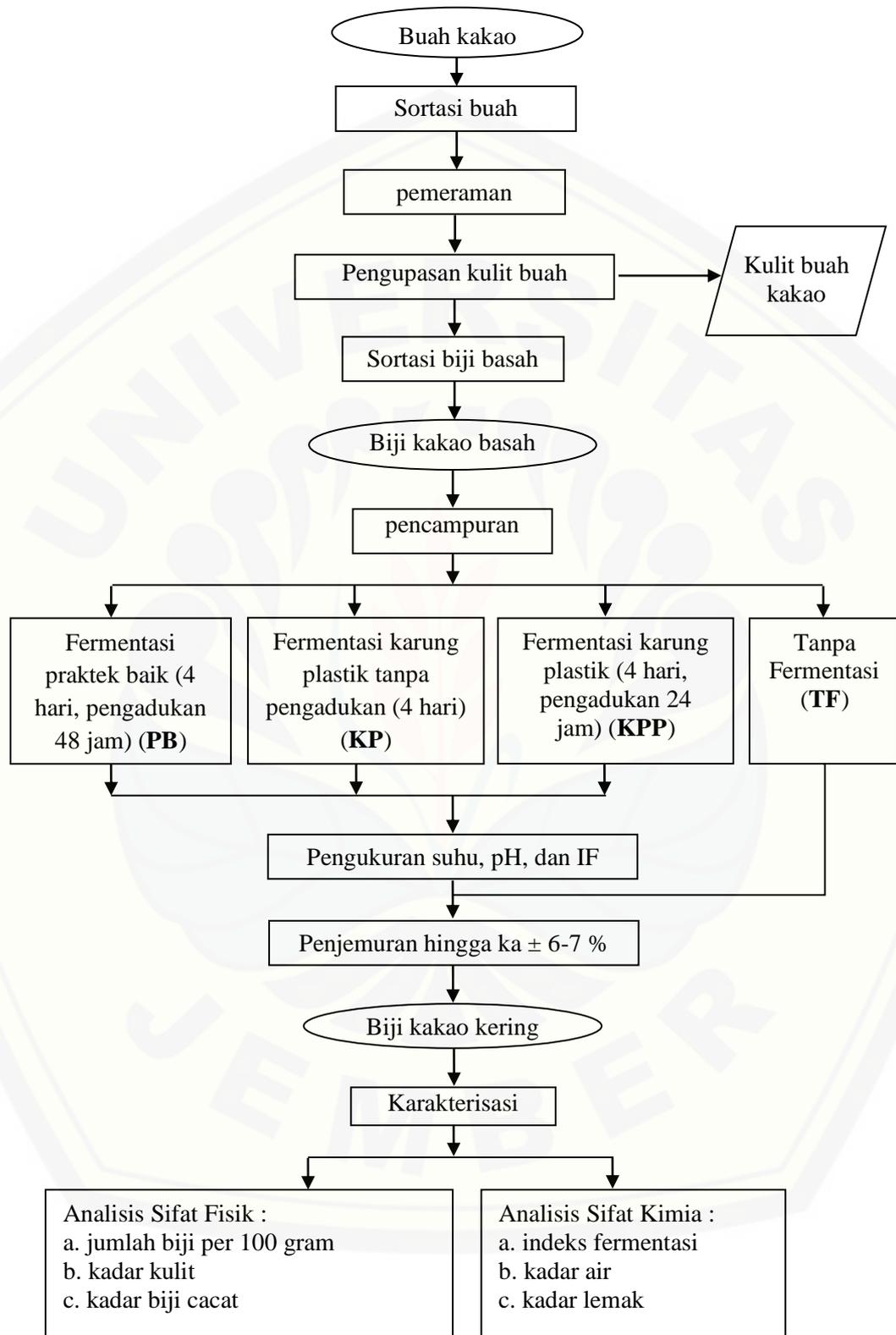
- a. Pengukuran suhu dan pH fermentasi kakao, serta indeks fermentasi biji kakao basah;
- b. Karakteristik fisik biji kakao kering meliputi berat biji, kadar kulit dan kadar biji cacat;
- c. Karakteristik kimia biji kakao kering meliputi kadar air, kadar lemak, dan indeks fermentasi.

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Karakteristik Fermentasi Kakao

a. Suhu Fermentasi Kakao

Pengukuran suhu fermentasi dilakukan dengan menggunakan termometer pada tumpukan biji kakao selama fermentasi (96 jam) pada 7 titik yang berbeda yaitu satu titik di bagian atas, 3 titik di bagian tengah, dan 3 titik di bagian bawah.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian fermentasi biji kakao

b. 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 dengan menggunakan alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan buffer 7.

c. Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan metode Gourieva dan Tserevitinov (1979). Keping biji kakao basah yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan dalam labu ukur, selanjutnya ditambahkan dengan larutan IF yaitu methanol – HCl 30 % sebanyak 50 ml (larutan IF diperoleh dari 3 ml HCl dimasukkan dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan methanol sampai batas tera dan digojok sampai homogen). Labu ukur yang berisi sampel dan larutan IF ditutup rapat menggunakan plastik dan disimpan selama 20 jam pada suhu 8 °C kemudian disaring. Ekstrak diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm. Nilai IF dihitung dengan cara membagi hasil absorbansi pada panjang gelombang 460 nm untuk warna coklat dengan hasil absorbansi 530 nm untuk warna ungu, dengan rumus sebagai berikut:

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

3.5.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

a. Jumlah Biji Kakao Kering

Penentuan jumlah biji kakao dengan menggunakan metode 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.

b. Kadar Kulit

Pengujian ini dilakukan dengan cara pemisahan secara visual biji dan kulit kakao kemudian dilakukan penimbangan (SNI 2323:2008). 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 :

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

c. Kadar Biji Cacat

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan persyaratan khusus mutu biji kakao yang telah ditetapkan yaitu SNI 2323:2008. Pengujian ini dilakukan sebagai pengukuran secara visual bagian dalam biji kakao yang dipotong memanjang melalui sisi tipisnya terhadap adanya biji cacat. 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 berdasarkan kategori : *slaty*, berjamur dan berkecambah. Kemudian dihitung persentasenya dengan rumus sebagai berikut :

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

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

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

3.5.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

a. Indeks Fermentasi

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan metode Gourieva dan Tserevitinov (1979). Keping biji kakao yang telah dihaluskan (bubuk kakao) sampai 40 mesh ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan dalam labu ukur, selanjutnya ditambahkan dengan larutan IF yaitu methanol – HCl 30 % sebanyak 50 ml (larutan IF diperoleh dari 3 ml HCl dimasukkan dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan methanol sampai batas tera dan digojok sampai homogen). Labu ukur yang berisi sampel dan larutan IF ditutup rapat menggunakan plastik dan disimpan selama 20 jam pada suhu 8 °C kemudian disaring. Ekstrak diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm. Nilai IF dihitung dengan cara membagi hasil absorbansi pada panjang gelombang 460 nm untuk warna coklat dengan hasil absorbansi 530 nm untuk warna ungu, dengan rumus sebagai berikut:

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

b. Kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode SNI 2323:2008. Contoh uji yang telah dipecahkan ditimbang sebanyak 10 g ke dalam 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 keluarkan dengan segera untuk dimasukkan ke dalam eksikator. Kemudian timbang cawan bertutup beserta isinya (M₂). Kadar air dinyatakan dalam persentase bobot seperti berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100\%$$

c. Kadar Lemak

Pengukuran kadar lemak pada biji kakao kering menggunakan metode soxhlet yang mengacu pada 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 °C sampai dengan 60 °C), yang sebelumnya dihidrolisis dengan larutan HCl.

Prosedur yang dilakukan dalam analisis kadar lemak adalah sebagai berikut :

i. Hidrolisis

Keping biji kakao yang telah dihaluskan (bubuk kakao) sampai 40 mesh, ditimbang sebanyak 3 – 5 g kemudian dimasukkan 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 AgNO₃). 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 °C.

ii. 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 °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

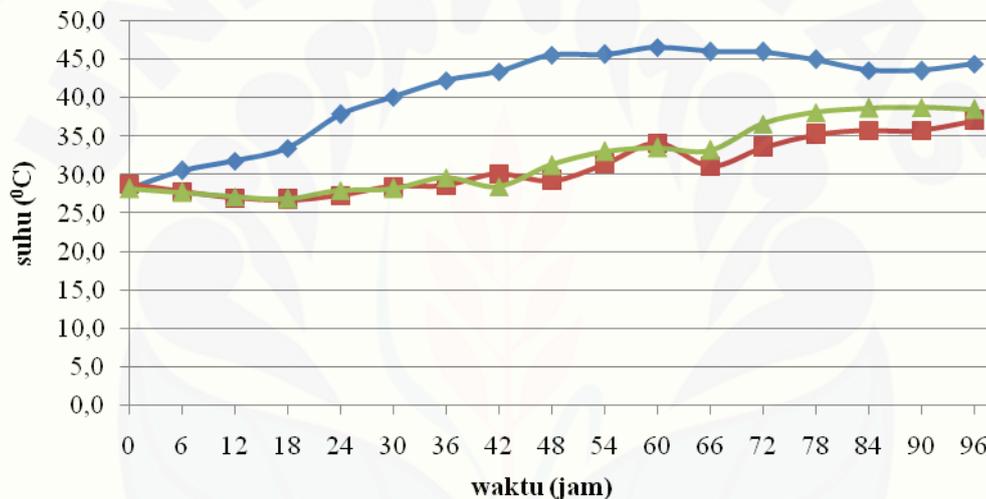
K_a adalah kadar air contoh uji

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Fermentasi Kakao

4.1.1 Suhu Tumpukan Biji Kakao

Pengukuran suhu tumpukan biji kakao selama fermentasi dilakukan pada 7 titik yang berbeda dan dilakukan pengamatan setiap 6 jam. Berdasarkan hasil pengukuran suhu tumpukan biji selama fermentasi, maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Grafik perubahan suhu tumpukan biji selama fermentasi, ◆ PB (praktek baik), ■ KP (Karung plastik tanpa pengadukan), ▲ KPP (karung plastik dengan pengadukan)

Pada **Gambar 4.1** terlihat bahwa setiap hari selama fermentasi, suhu tumpukan biji kakao mengalami peningkatan. Peningkatan suhu pada perlakuan KP dan KPP cukup lambat dibandingkan dengan perlakuan PB. Pada praktek baik (PB) suhu fermentasi meningkat dari jam ke-0 yaitu 28°C hingga mencapai suhu 44°C pada jam ke-96. Pada perlakuan KP suhu fermentasi meningkat dari jam ke-0 yaitu 28°C hingga mencapai suhu 37°C pada jam ke-96, sedangkan pada perlakuan KPP suhu fermentasi meningkat dari 28°C hingga mencapai suhu 38°C.

Pada **Gambar 4.1** tersebut dapat dilihat suhu maksimal yang dicapai pada perlakuan KP berkisar antara 35-37°C dan perlakuan KPP berkisar antara 36-

38⁰C. Suhu tertinggi pada kedua perlakuan tersebut belum mencapai suhu optimum untuk fermentasi bila dibandingkan dengan perlakuan PB.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Ulandari (2008) dalam fermentasi biji kakao dengan menggunakan wadah karung plastik berlapis. Pada penggunaan karung plastik sebanyak 3 lapis, suhu optimum yang dicapai 25-37⁰C dan pada penggunaan 4 dan 5 lapis berkisar antara 32-38⁰C. Menurut Amin (2005), untuk memperoleh hasil yang baik, suhu optimum yang diperlukan dalam proses fermentasi kakao adalah 44-48⁰C, yaitu terjadi setelah 48 jam fermentasi.

Pola kenaikan suhu pada perlakuan KPP lebih baik dibandingkan dengan perlakuan KP dan mendekati suhu optimum pada perlakuan PB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Perbedaan perlakuan pengadukan dan tanpa pengadukan menunjukkan adanya pengaruh yang tidak signifikan terhadap pencapaian suhu optimumnya.

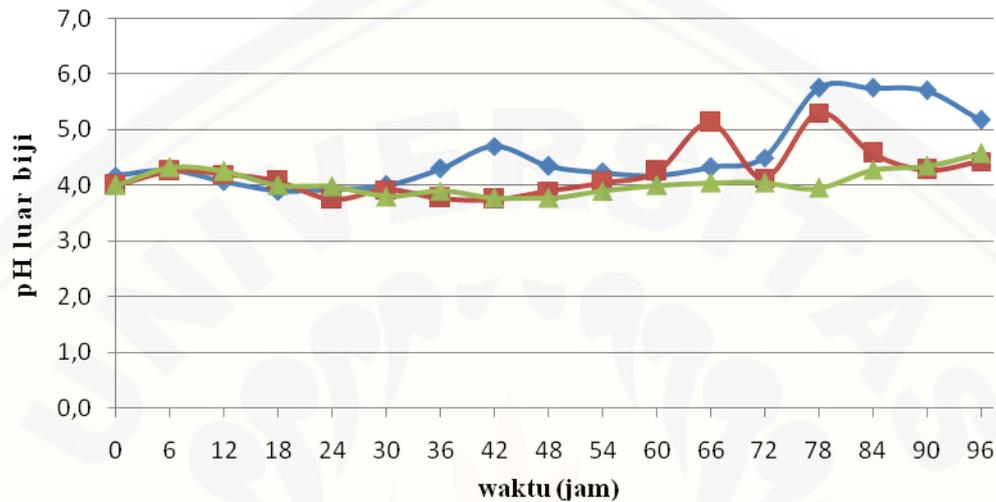
Menurut Atiqoh (2007), peningkatan suhu fermentasi disebabkan oleh perubahan gula menjadi alkohol akibat aktivitas mikroorganisme pada biji. Menurut Haryadi dan Supriyanto (1991), aktivitas khamir merubah gula menjadi alkohol merupakan reaksi yang bersifat isotermis, karena selama fermentasi dihasilkan panas dan menyebabkan suhu massa kakao yang diperam menjadi meningkat.

Soenaryo dan Situmorang (1978) menyatakan bahwa proses selanjutnya yang terjadi yaitu perubahan 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 keempat. Hal ini dilakukan agar biji kakao tidak terkontaminasi oleh kapang. Aktivitas kapang terlihat pada biji kakao yang ditandai dengan tumbuhnya miselium pada bagian atas permukaannya.

4.1.2 pH (Tingkat Keasaman) Biji Kakao Basah

Perubahan pH permukaan biji kakao basah selama fermentasi (**Gambar 4.2**), terlihat bahwa pada perlakuan praktek baik (PB) pH permukaan biji mengalami peningkatan hingga mencapai 5,2 sedangkan pada perlakuan karung

plastik tanpa pengadukan (KP) dan karung plastik dengan pengadukan (KPP) berturut-turut mencapai 4,4 dan 4,6. Tingkat keasaman (pH) biji kakao terus mengalami peningkatan mulai dari hari pertama sampai akhir fermentasi dikarenakan adanya oksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O .

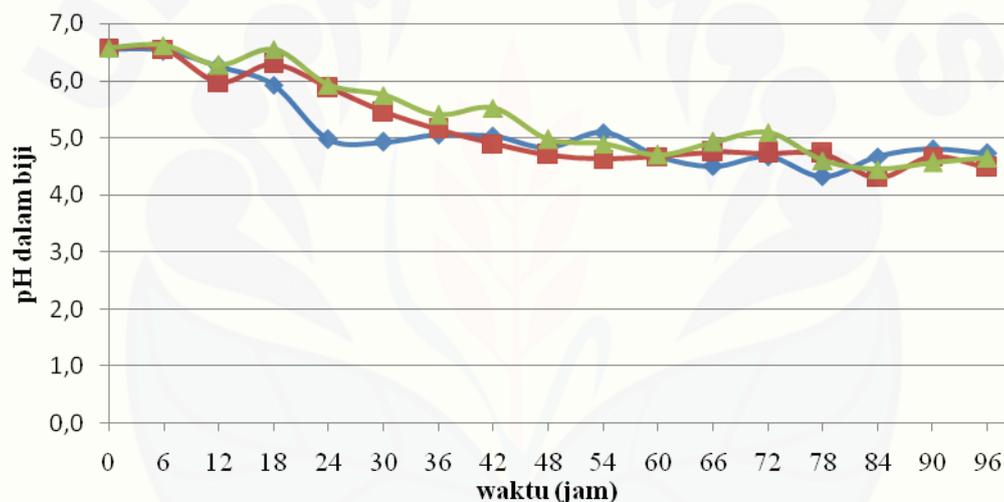


Gambar 4.2 Grafik perubahan pH permukaan biji kakao selama fermentasi, ◆ PB (praktek baik), ■ KP (karung plastik tanpa pengadukan), ▲ KPP (karung plastik dengan pengadukan)

Pada perlakuan dalam wadah karung plastik tanpa pengadukan (KP) memiliki kisaran pH 4,0 sampai 4,4 sedangkan pada perlakuan dalam wadah karung plastik pengadukan setiap 24 jam (KPP) menunjukkan nilai pH permukaan yang memberikan nilai pH sekitar 4,0 sampai 4,6. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada perlakuan KP dan KPP. Hal ini ditunjukkan dengan pola grafik KPP dan KP yang hampir serupa. Sedangkan pada perlakuan PB menunjukkan pola grafik yang berbeda, hal ini dikarenakan pada perlakuan PB dilakukan pengurangan *pulp* (*depulper*) sehingga mengurangi tingkat keasaman biji yang ditunjukkan nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Menurut Haryadi dan Supriyanto (2001) lapisan lendir yang terlalu tebal pada permukaan biji dapat menghambat penetrasi oksigen ke dalam tumpukan biji kakao.

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 menuju pada bagian dalam biji kakao sehingga jumlah asam pada permukaan biji kakao berkurang (Nielsen, 2006). Selama proses fermentasi kakao berlangsung selain terjadi perubahan suhu juga terjadi perubahan pH (tingkat keasaman), baik pada pH permukaan maupun pH keping biji. Hal ini terjadi akibat perubahan gula dalam *pulp* kakao menjadi alkohol oleh khamir dan kemudian dioksidasi menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat, sehingga terjadi perubahan pH.

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, ◆ PB (praktek baik), ■ KP (karung plastik tanpa pengadukan), ▲ KPP (karung plastik dengan pengadukan)

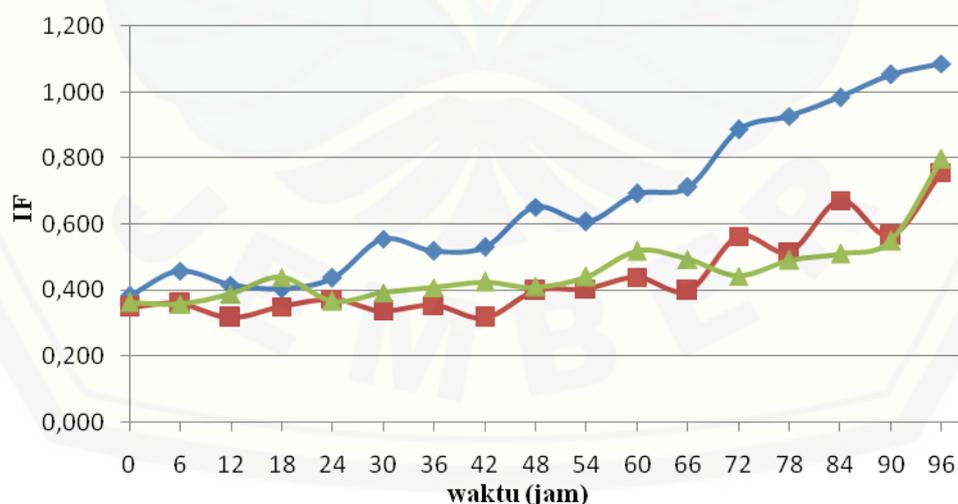
Pada **Gambar 4.3** terlihat bahwa pH dalam biji kakao mengalami penurunan dari jam ke-0 sampai jam ke-96, dimana pH akhir keping biji kakao pada perlakuan PB adalah 4,7, sedangkan pada KP dan KPP adalah 4,5 dan 4,7. Penurunan pH disebabkan asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan 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.

Tingkat keasaman (pH) antara permukaan dan keping biji secara signifikan berbeda dan pH awal untuk keping biji lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan biji. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Rohan (1963). Menurut Senanayake *et al.* (1996) bahwa adanya pengadukan pada fermentasi menghasilkan panas yang lebih baik dibandingkan tanpa pengadukan selama fermentasi berlangsung. Kondisi asam dan adanya panas pada massa biji kakao, menyebabkan terjadinya difusi asam dan hidrolisis protein dalam biji. Hal ini merupakan peran dari bakteri asam asetat dalam pembentukan citarasa coklat.

4.1.3 Indeks Fermentasi (IF) Biji Kakao Basah

Hasil pengukuran nilai indeks fermentasi biji kakao basah (**Gambar 4.4**), menunjukkan bahwa terjadi peningkatan IF biji kakao basah selama fermentasi dari jam ke-0 hingga jam ke-96. Nilai IF pada perlakuan KP adalah 0,757 sedangkan pada KPP adalah 0,798. Adanya perbedaan nilai IF menunjukkan adanya pengaruh antara pengadukan terhadap fermentasi biji kakao.



Gambar 4.4 Grafik Perubahan IF Biji Kakao Basah Selama Fermentasi, ◆ PB (praktek baik), ■ KP (karung plastik tanpa pengadukan), ▲ KPP (karung plastik dengan pengadukan)

Peningkatan nilai IF biji kakao dipengaruhi oleh absorbansi warna coklat (460 nm) dengan absorbansi warna ungu (530 nm) sisa yang tidak berubah selama fermentasi. Menurut Yusianto dan Teguh (2001), pengujian derajat fermentasi biji kakao dengan indeks fermentasi digunakan sebagai pembandingan hasil uji belah biji kakao.

Nilai IF dapat dikaitkan dengan pH dalam keping biji kakao basah. Tingkat keasaman biji berpengaruh terhadap aktivitas enzimatik, dimana enzim yang terlibat adalah endoprotease, aminopeptidase, karboksipeptidase, invertase, polifenol oksidase dan glikosidase. Enzim-enzim ini berperan dalam pembentukan prekursor citarasa dan degradasi pigmen selama fermentasi (Misnawi *et al.*, 2002). Semakin rendah pH, enzim akan bekerja lebih optimal. Enzim umumnya bekerja optimal pada pH antara 4,5 – 8 (Winarno, 1995).

Afoakwa *et al.* (2011) melaporkan bahwa perubahan nilai IF dapat terjadi karena terjadi pemecahan pigmen antosianin selama fermentasi yang kemudian berkondensasi menjadi produk turunannya seperti cyanidin-3- β -D-galactosid and cyanidin-3- α -L arabinosid akibat dari reaksi enzimatik. Semakin rendah nilai pH biji kakao, maka nilai IF semakin meningkat.

4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering

Analisis jumlah biji bertujuan untuk mengetahui mutu biji kakao yang dihasilkan dari proses pengolahan hulu biji kakao. Hasil pengukuran berat biji dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dan hasil analisa sidik ragam disajikan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.1 Jumlah biji kakao kering per 100 gram

Perlakuan	Jumlah Biji	Kategori
PB	95	A
KP	95	A
KPP	94	A
TF	92	A

Hasil penentuan jumlah biji kakao kering menunjukkan bahwa rata-rata jumlah biji kakao kering berkisar antara 93-100 biji per 100 gram sampel. Hal ini menunjukkan bahwa biji kakao hasil fermentasi dari perlakuan PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), dan TF (tanpa fermentasi) dapat dikategorikan dalam golongan A, karena jumlah biji berkisar antara 86-100 biji/100 gram (BSN, 2008).

Tabel 4.2 Analisis sidik ragam jumlah biji per 100 gram

Sumber keragaman (SK)	df	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F	Sig.	Ftabel
perlakuan	3	14.500	4.833	0.307	0.820 ^{ns}	6.59
galat	4	63.000	15.750			
Total	7	77.500				

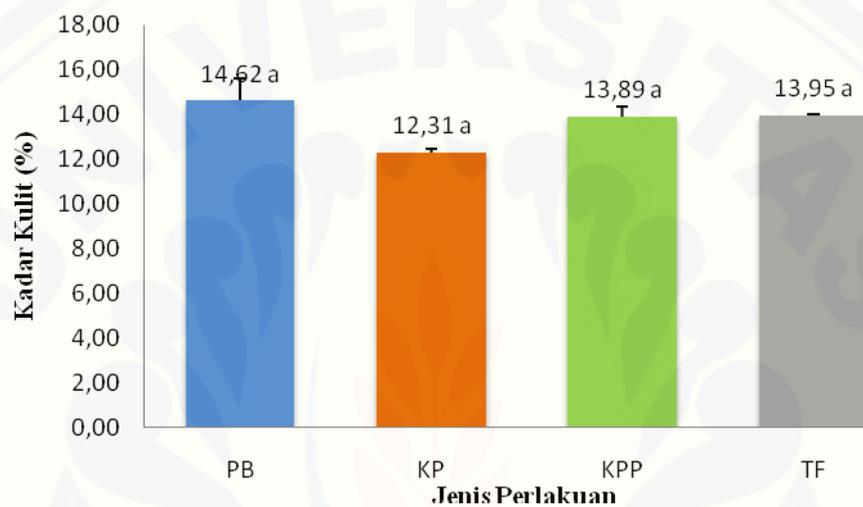
Keterangan : $\alpha = 0,05$; ns=berbeda tidak nyata

Hasil analisa sidik ragam **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa variasi perlakuan fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap jumlah biji kakao per 100 gramnya. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah biji per 100 gram yang dihasilkan oleh masing-masing perlakuan berkisar antara 90 – 95 dan menunjukkan mutu A, sehingga adanya proses fermentasi maupun pengadukan saat fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah biji per 100 gramnya.

Proses fermentasi mengakibatkan biji kakao memiliki tekstur biji kakao menjadi berongga karena adanya perombakan senyawa-senyawa selama proses fermentasi berlangsung. Beberapa senyawa yang pada biji kakao 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 *et al.* (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

Pengukuran kadar kulit dilakukan untuk mengetahui tingkat kesempurnaan fermentasi. **Gambar 4.5** menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan fermentasi memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar kulit biji kakao. Kadar kulit biji kakao berkisar antara 13-15% dari berat keringnya. Kadar kulit tertinggi didapat pada praktek baik (PB) sebesar 14,62% dan terendah diperoleh pada perlakuan karung plastik tanpa pengadukan (KP) sebesar 12,31%.



Gambar 4.5 Nilai rata-rata kadar kulit biji kakao, PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), TF (tanpa fermentasi).

Tabel 4.2 Analisis sidik ragam kadar kulit biji kakao

Sumber keragaman (SK)	df	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F	Sig.	Ftabel
Perlakuan	3	5.750	1.917	6.167	0.056 ^{ns}	6.59
Galat	4	1.243	0.311			
Total	7	6.993				

Keterangan : $\alpha = 0,05$; ^{ns}=berbeda tidak nyata

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 biji kakao hasil fermentasi PB lebih besar diduga karena cairan yang keluar dari komponen keping biji lebih banyak dan menempel pada kulit, sehingga kadar kulit tinggi. Selain itu, penebalan kulit biji kakao dapat dikarenakan *pulp* yang masih menempel akibat proses fermentasi yang kurang sempurna (Nuraeni, 1995).

Nursalam (2005) menyatakan bahwa selama proses fermentasi terjadi penguraian karbohidrat pada *pulp*. Semakin lama fermentasi berlangsung, proses penguraian karbohidrat akan semakin sempurna dan sisa *pulp* yang menempel pada kulit akan semakin sedikit sehingga kadar kulit biji kakao akan semakin rendah.

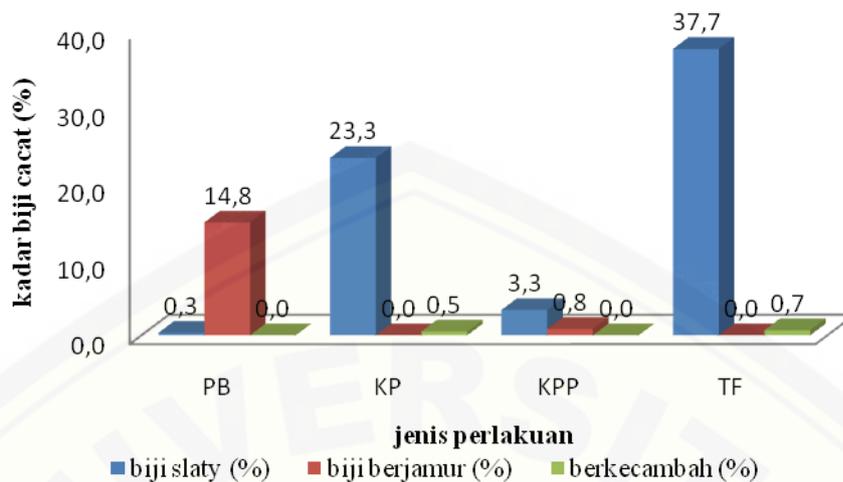
Hasil analisis sidik ragam (**Tabel 4.2**) diketahui bahwa perbedaan perlakuan fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap kadar kulitnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pengadukan pada wadah karung plastik tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kulit biji kakao yang dihasilkan.

4.2.3 Kadar Biji Cacat

Uji nilai cacat pada biji kakao dilakukan sesuai dengan persyaratan khusus mutu biji kakao yang telah ditetapkan oleh SNI 2323:2008. Berdasarkan hasil pengujian uji belah disajikan pada **Gambar 4.6**.

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kadar biji *slaty* dari yang terendah berturut-turut yaitu perlakuan PB sebesar 0,3%, KPP sebesar 3,3%, KP sebesar 23,3%, dan TF sebesar 37,7%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan wadah kotak kayu dan karung plastik berpengaruh pada jumlah biji *slaty* yang dihasilkan.

Variasi perlakuan pengadukan pada wadah karung plastik menunjukkan penurunan jumlah biji *slaty* yang dihasilkan. Biji *slaty*, untuk biji jenis forastero berwarna ungu dan memiliki cita rasa yang pahit. Selama fermentasi terjadi oksidasi polifenol oleh enzim polifenol oksidase dengan bantuan udara membentuk senyawa tanin yang menimbulkan rasa sepat dan warna coklat.



Gambar 4.6 Nilai rata-rata kadar biji kakao cacat, PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), TF(tanpa fermentasi).

Kadar biji berjamur dari yang paling rendah perlakuan TF dan KP sebesar 0%, KPP sebesar 0,8% dan PB sebesar 14,8%. 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. Biji kakao berjamur memiliki citarasa *musty*, *mouldy*, dan *earthy* (Yusianto, *et al.*, 1995).

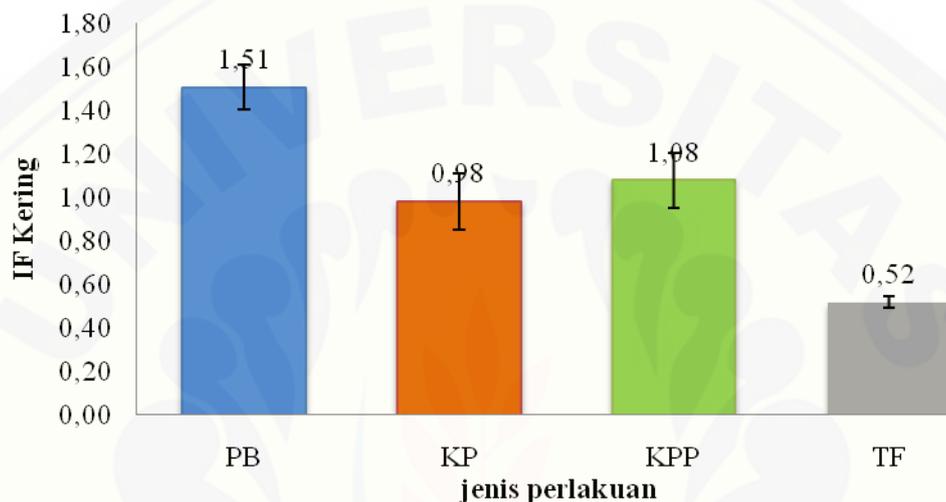
Menurut Haryadi dan Supriyanto (2001), kapang yang tumbuh selama proses fermentasi sulit dihindari karena kondisi lingkungan sekitar yang terbuka dapat menjadi sumber kontaminasi spora kapang. Kapang yang tumbuh pada permukaan tidak akan menimbulkan kerugian. Namun apabila kapang berpenetrasi ke dalam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

4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

4.3.1 Indeks Fermentasi

Hasil pengukuran IF biji kakao kering disajikan pada **Gambar 4.7** menunjukkan bahwa nilai IF pada perlakuan PB sebesar 1,508, KPP sebesar

1,080, KP sebesar 0,983, dan TF 0,519. Nilai indeks fermentasi kurang dari 1 menunjukkan bahwa warna ungu dari antosianin lebih dominan dibandingkan dengan warna coklat dari tanin kompleks pada keping biji. Semakin mendekati 1 menunjukkan warna coklat dari tanin kompleks yang lebih dominan (Yusianto *et al.*, 1995).



Gambar 4.7 Nilai rata-rata IF biji kakao kering, PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), TF(tanpa fermentasi).

Tabel 4.3 Analisis sidik ragam IF biji kakao kering

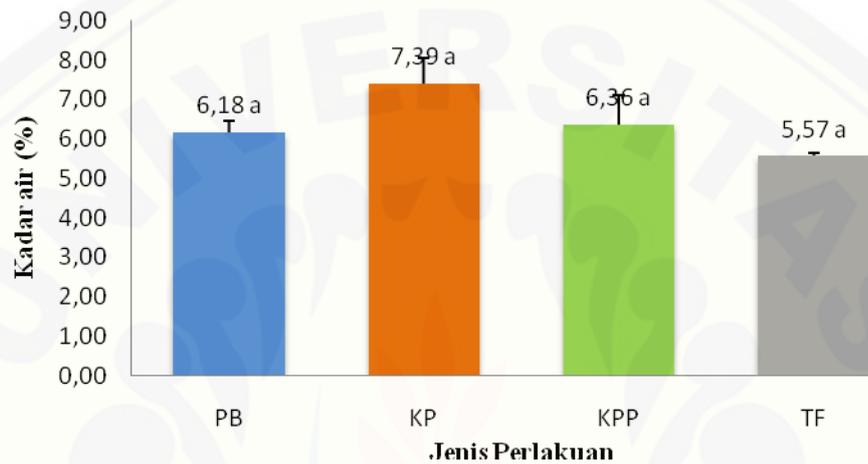
Sumber keragaman (SK)	df	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F	Sig.	Ftabel
Perlakuan	3	0.990	0.330	34.727	0.003**	6.59
Galat	4	0.038	0.010			
Total	7	1.028				

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

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (**Tabel 4.3**) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari jenis perlakuan fermentasi terhadap nilai indeks fermentasi (IF) biji kakao yang dihasilkan. Hasil ini juga didukung dengan hasil uji *cut test* yang juga menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan memberikan pengaruh terhadap jumlah biji coklat dan *slaty* yang dihasilkan.

4.3.2 Kadar Air

Kadar air biji kakao ditentukan oleh cara pengeringan yang digunakan dan cara penyimpanannya. Kadar air yang paling disarankan untuk menyimpan biji kakao adalah 6 – 7,5% (SNI 2323:2008). Hasil pengamatan kadar air biji kakao disajikan dalam **Gambar 4.8** dan hasil analisa sidik ragam disajikan pada **Tabel 4.4**.



Gambar 4.8 Nilai rata-rata kadar air biji kakao kering, PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), TF(tanpa fermentasi).

Berdasarkan **Gambar 4.8** terlihat bahwa kadar air pada perlakuan PB sebesar 6,18% sedangkan pada perlakuan KP 7,39% dan pada perlakuan KPP 6,36% sedangkan pada perlakuan TF 5,57%. Pada keseluruhan perlakuan kadar air terbanyak pada perlakuan KP. Hal ini dikarenakan pada perlakuan KP masih banyak *pulp* yang menempel sehingga kadar air tinggi. 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.

Berdasarkan hasil analisis 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.

Tabel 4.4 Analisis sidik ragam kadar air biji kakao kering

Sumber keragaman (SK)	df	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F	Sig.	Ftabel
Perlakuan	3	3.453	1.151	4.283	0.097 ^{ns}	6.59
Galat	4	1.075	0.269			
Total	7	4.528				

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

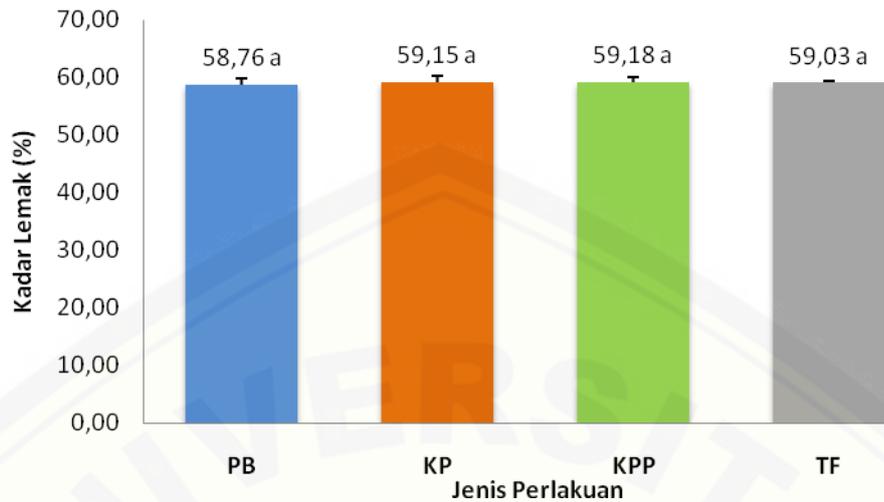
Pengeringan yang baik dan maksimal akan menghasilkan biji kering dengan kadar air kurang dari 7,5%. Kadar air kurang dari 7,5% membuat biji kakao kering dan tahan terhadap serangan jamur serta mempunyai daya simpan yang lebih lama. Biji kakao kering bersifat higroskopis, oeh karenanya kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap kadar airnya.

4.3.3 Kadar Lemak

Perhitungan kadar lemak biji kakao dinyatakan dalam *dry basis*. Hasil pengukuran kadar lemak biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 4.9** dan hasil analisis sidik ragam disajikan pada **Tabel 4.5**.

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa kadar lemak pada perlakuan PB, KP, KPP dan TF berturut-turut yaitu 58,76%, 59,15%, 59,18%, dan 59,03%. Dari hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi dalam wadah karung plastik, baik dengan perlakuan pengadukan maupun tanpa pengadukan, tidak berpengaruh terhadap kadar lemaknya yang ditunjukkan dengan nilai kadar lemak yang tidak berbeda jauh dengan perlakuan PB dan TF sebagai kontrol.

Kandungan lemak biji kakao dipengaruhi oleh jenis tanaman, musim tanam, dan perlakuan pengolahan (Jumriah, 2012). Biji kakao yang berasal dari tanaman yang ditanam pada musim hujan pada umumnya memiliki kadar lemak tinggi. Karakter fisik biji kakao pasca pengolahan, seperti kadar air, tingkat fermentasi dan kadar kulit, berpengaruh pada rendemen lemak biji kakao (Mulato *et al.*, 2005).



Gambar 4.9 Nilai rata-rata nilai kadar lemak biji kakao kering, PB (praktek baik), KP (karung plastik tanpa pengadukan), KPP (karung plastik dengan pengadukan), TF(tanpa fermentasi).

Tabel 4.5 Analisis Sidik Ragam Kadar Lemak Biji Kakao

Sumber keragaman	df	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F	Sig.	Ftabel
Perlakuan	3	0.222	0.074	0.105	0.953 ^{ns}	6.59
Galat	4	2.820	0.705			
Total	7	3.042				

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

Selama fermentasi terjadi pengurangan komponen bukan lemak pada keping biji kakao, seperti karbohidrat dan asam, karena sebagian komponen tersebut larut dalam air dan terurai menjadi komponen-komponen lain yang lebih kecil dan terdifusi ke luar keping biji. Hal inilah yang mengakibatkan kadar lemak pada keping biji relatif meningkat (Atmawijaya 1993).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan karung plastik sebagai wadah fermentasi menghasilkan biji kakao dengan karakteristik fisik dan kimia yang lebih baik dibandingkan biji kakao tanpa fermentasi dan mendekati karakteristik fisik dan kimia biji kakao hasil fermentasi menggunakan wadah kotak kayu.
2. Perlakuan pengadukan pada metode fermentasi menggunakan wadah karung plastik mampu meningkatkan suhu fermentasi dengan suhu maksimal mencapai 38⁰C dengan nilai pH permukaan biji 4,6 dan pH keping biji 4,7, serta menurunkan kadar biji cacat slaty dengan nilai indeks fermentasi biji kakao kering 1,080. Perlakuan pengadukan dan tanpa pengadukan menghasilkan biji kakao dengan jumlah biji per 100 gram, kadar air dan kadar lemak biji kering yang tidak berbeda.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan fermentasi dengan variasi pengadukan dan lama fermentasi dalam wadah karung plastik, serta karakteristik biji yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, O.E., Quao, J., Budu, A.S., Takrama, J. Dan Saalia, F.K. 2011. "Effect of Pulp Pre-Conditioning on Acidification, Proteolysis, Sugars and Free Fatty Acids Concentration During Fermentation of Cocoa (*Theobroma cacao*) Beans". *International Journal of Food Science and Nutritional*. Vol. 62 (7): 755-764.
- Amin, S. 2005. *Teknologi Pasca Panen Kakao Untuk Masyarakat Perkakaoan Indonesia*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Atiqoh, Ika. 2007. "Isolasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Senyawa Antikapang pada Fermentasi Kakao". Skripsi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
- Atmawijaya. 1993. "Pengkajian Terhadap Beberapa Parameter Biji Kakao Selama Waktu Fermentasi pada Proses Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cocoa* L.)". Skripsi. Bogor: Fakultas Teknik Pertanian Universitas Djuanda.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia Kakao Bubuk*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bahri, S. 2002. *Bercocok Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta: UG Press
- Biehl, B. 1984. "Cocoa Fermentation and Problems of Acidity, Over Fermentation and Low Cocoa Flavor". *Proceedings of the Internatinal Comference of Cocoa and Coconut*, Kuala Lumpur. Vol. 36: 561-566.
- Bintoro, M.H. 1977. *Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat*. Bogor: IPB Press.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Statistik Perkebunan Tahun 2008 – 2012*. <http://ditjenbun.deptan.go.id/> [26 Juni 2014].
- Effendi, S. 1990. *Pedoman Pengolahan Biji Kakao*. Bogor: Menara Perkebunan.

- Forsyth, W.G.C dan Quesnel, V.C. 1963. "Mechanism of Cocoa Curing". *Journal of Food Science*. Vol. 25: 457-492.
- Haryadi dan Supriyanto. 1991. *Bahan Ajaran Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- ICCO. 2013. Cocoa year 2012/13. *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*. Vol. 39: No. 4. London: International Cocoa Organization (ICCO).
- Imdad, H. 1999. *Menyimpan Bahan Pangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jumriah, L. 2012. *Pemetaan Lemak Dari Biji Kakao (Theobroma Cocoa L) Di Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanudin Press.
- Karjadi, J. 2012. *Cara Pembuatan Karung Plastik/Woven Bag*. www.jkplastik.com [23 Januari 2015].
- Karyadi, U. 2006. *Menyoal Penerapan PPN dan PE Komoditas Kakao*. <http://ltoberita.htm> [17 Februari 2015].
- Lopez, A.S. and Dimick, P.S. 1995. "Cocoa Fermentation". Second Edition. Germany: Weinheim.
- Lukito A.M, Mulyono, Yulia, T., dan Iswanto, H. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Misnawi, Jinap, S., Jamilah, B., dan Nazamid. 2003. "Effects of Incubation and Poliphenol Oxydase, Enrichment on Colour, Fermentation Index, Procyanidins and Astringency of Unfermented and Partly Unfermented and Partly Fermented Cocoa Beans. *Internentional Journal of Food Science and Technology*. Vol. 38: 285-295.
- Minifie, B.W. 1980. *Chocolate, Cocoa and Confectionary: Science and Technology*. Connecticut: The AVI Publishing.
- Minifie, B.W. 1999. *Chocolate, Cocoa and Confectionary: Science and Technology*. Connecticut: The AVI Publishing.

- Mulato, Widyotomo, Misnawi, dan Suharyanto. 2005. *Petunjuk Teknis Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Nasution, Z., Ciptadi, W., dan B.S.L.Yeni. 1976. *Pengolahan Coklat*. Bogor: Famateta IPB.
- Nielsen, D.S. 2006. *The Microbiology of Ghanaian Cocoa Fermentations*. Denmark: Department of Food Science, Food Microbiology The Royal Veterinary and Agricultural University.
- Nuraeni, L. 1995. *Coklat Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nursalam. 2005. Mutu Biji Kakao Lindak pada Berbagai Lama Waktu Fermentasi. *Jurnal Agrisains*. Vol. 6: 73-80.
- Passos, F.M.L., A.S. Lopez, and D.O. Silva. 1984. "Aeration and its influence on the microbial sequence in cacao fermentation in Bahia, with emphasis on lactic acid bacteria". *Journal of Food Science*. Vol. 49: 1470-1476.
- Poedjiwidodo, M.S. 1996. *Sambung Samping Kakao*. Semarang: 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.
- Rohan, A. T. 1963. *The Processing of Raw Cocoa from Market*. Italy: FAO of The United Nation.
- Senanayake, M., E.R. Jansz, and K.A. Buckle. 1995. "Effect of Variety and Location on Optimum Fermentation Requirements of Cocoa Beans: an Aid to Fementation on a Cottage Scale". *Journal of Food Science Agricultural*. Vol. 69 (4): 461-465.
- Siregar, T.H.S, S. Riyadi, dan L. Nuraeni. 1992. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Soenaryo dan S. Sitimorang. 1978. *Budidaya dan Pengolahan Coklat*. Bogor: Balai Penelitian dan Perkebunan Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Sukardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Makanan dan Pertanian*. Bandung: Angkasa.
- Sunanto, H. 1994. *Cokelat, Budidaya, dan Pengolahan Hasil*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanto, T. dan B. Saneto. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: Bina Ilmu.
- Suwasono, S. 2005. *Bioteknologi Produksi Agensia Antikapang Pada Fermentasi Kakao*. Jember: Universitas Jember.
- Syarief, R. dan A. Irawati. 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*. Jakarta: Media Sarana Perkasa.
- Thompson, S.S., Miller, K.B, Lopez, A.S. 2001. *Cocoa and Coffee*. Washington: ASM Press.
- Ulandari, Ratna. 2008. "Pengaruh Penggunaan Karung Plastik Berlapis Sebagai Wadah Fermentasi Terhadap Karakteristik Mutu Biji Kakao Kering". Skripsi. Padang: Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Utami, R dan Rustijarno, S. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuji SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Yogyakarta: BPTP Yogyakarta.
- Wahyudi, T., T.R. Pangabean. dan Pujianto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Winarno, F.G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wood, G.A.R. 1985. *Cocoa*. New York: Longman Inc.
- Yusianto, B. Sumartono., dan T. Wahyudi. 1995. Analisis Mutu Kakao Lindak (*Theobroma cacao L*) pada Beberapa Perlakuan Fermentasi. *Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao*. Vol. 11 (1): 45-55.

LAMPIRAN

Lampiran A. Karakteristik fermentasi kakao

Lampiran A.1 Suhu tumpukan biji kakao

Jam ke	Praktek baik (PB)			Karung Plastik (KP)			Karung Plastik Pengadukan (KPP)		
	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA
0	27,6	28,9	28,2	28,6	29,1	28,9	28,0	28,6	28,3
6	29,3	31,9	30,6	27,3	28,4	27,9	27,3	28,1	27,7
12	31,0	32,7	31,9	26,6	27,4	27,0	27,1	27,1	27,1
18	32,0	35,0	33,5	26,6	27,0	26,8	27,1	26,7	26,9
24	37,6	38,1	37,9	28,4	26,3	27,4	30,0	26,0	28,0
30	38,4	41,9	40,1	30,0	27,0	28,5	29,7	26,7	28,2
36	42,4	42,1	42,3	30,4	26,9	28,6	29,9	29,4	29,6
42	42,1	44,7	43,4	34,0	26,3	30,1	28,7	28,3	28,5
48	44,9	46,4	45,6	31,1	27,3	29,2	30,6	32,0	31,3
54	44,4	47,0	45,7	33,3	29,6	31,4	32,9	33,3	33,1
60	48,0	45,1	46,6	36,0	32,3	34,1	34,4	32,7	33,6
66	44,6	47,6	46,1	32,7	29,6	31,1	35,9	30,6	33,2
72	46,4	45,6	46,0	37,6	29,6	33,6	40,0	33,3	36,6
78	44,4	45,6	45,0	37,6	32,9	35,2	41,6	34,7	38,1
84	42,0	45,3	43,6	40,1	31,4	35,8	41,7	35,7	38,7
90	42,4	44,7	43,6	38,3	33,3	35,8	40,9	36,7	38,8
96	44,4	44,4	44,4	40,0	34,1	37,1	40,1	37,0	38,6

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

1) Tingkat keasaman (pH) permukaan biji kakao basah

Jam ke	Praktek baik (PB)			Karung Plastik (KP)			Karung Plastik Pengadukan (KPP)		
	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA
0	4,2	4,2	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
6	4,3	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,3
12	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3
18	3,8	4,0	3,9	4,0	4,2	4,1	3,9	4,2	4,0
24	3,8	4,1	3,9	3,4	4,1	3,8	3,8	4,2	4,0
30	3,8	4,2	4,0	3,8	4,1	3,9	3,9	3,7	3,8
36	4,2	4,5	4,3	3,8	3,8	3,8	3,8	4,1	3,9
42	4,1	5,3	4,7	3,8	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8
48	4,1	4,6	4,4	3,9	4,0	3,9	3,9	3,7	3,8
54	4,0	4,5	4,2	3,9	4,2	4,1	3,9	3,9	3,9
60	4,0	4,4	4,2	4,6	3,9	4,3	3,8	4,2	4,0
66	4,0	4,7	4,3	5,7	4,6	5,1	4,1	4,1	4,1
72	4,1	4,9	4,5	4,0	4,3	4,1	4,0	4,1	4,1
78	4,3	7,2	5,8	5,7	4,9	5,3	4,0	3,9	4,0
84	4,3	7,2	5,8	4,5	4,7	4,6	4,4	4,2	4,3
90	4,6	6,8	5,7	4,3	4,3	4,3	4,7	4,0	4,4
96	4,3	6,1	5,2	4,6	4,3	4,4	4,7	4,5	4,6

2) Tingkat keasaman (pH) keping biji basah

Jam ke	Praktek baik (PB)			Karung Plastik (KP)			Karung Plastik Pengadukan (KPP)		
	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA
0	6,3	6,9	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
6	6,3	6,8	6,5	6,5	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6
12	6,2	6,4	6,3	5,6	6,4	6,0	6,3	6,3	6,3
18	5,7	6,2	5,9	6,1	6,6	6,3	6,4	6,7	6,6
24	4,9	5,1	5,0	5,6	6,2	5,9	5,6	6,3	5,9
30	4,8	5,1	4,9	5,3	5,6	5,5	5,5	6,0	5,8
36	4,5	5,6	5,1	5,4	4,9	5,2	5,0	5,8	5,4
42	4,9	5,2	5,0	4,8	5,0	4,9	5,4	5,7	5,5
48	4,7	5,0	4,8	4,9	4,5	4,7	5,3	4,7	5,0
54	5,0	5,2	5,1	4,4	4,9	4,6	4,9	5,0	4,9
60	4,3	5,1	4,7	4,8	4,6	4,7	4,5	4,9	4,7
66	4,3	4,7	4,5	5,1	4,4	4,8	4,8	5,1	4,9
72	4,3	5,1	4,7	4,7	4,8	4,7	4,9	5,3	5,1
78	3,6	5,1	4,3	4,9	4,6	4,7	4,6	4,6	4,6
84	4,2	5,2	4,7	3,6	5,0	4,3	4,4	4,5	4,5
90	4,4	5,2	4,8	4,9	4,5	4,7	4,7	4,5	4,6
96	4,4	5,1	4,7	4,4	4,6	4,5	4,6	4,7	4,7

Lampiran A.3 Indeks fermentasi biji kakao basah

Jam ke	Praktek baik (PB)			Karung Plastik (KP)			Karung Plastik Pengadukan (KPP)		
	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA	U1	U2	RERATA
0	0,385	0,382	0,384	0,325	0,369	0,347	0,325	0,401	0,363
6	0,515	0,401	0,458	0,358	0,361	0,359	0,356	0,360	0,358
12	0,409	0,424	0,417	0,266	0,367	0,316	0,355	0,424	0,390
18	0,400	0,410	0,405	0,322	0,379	0,350	0,363	0,517	0,440
24	0,464	0,409	0,437	0,394	0,353	0,373	0,352	0,385	0,368
30	0,544	0,569	0,556	0,343	0,331	0,337	0,375	0,410	0,392
36	0,612	0,425	0,518	0,314	0,395	0,355	0,361	0,454	0,407
42	0,545	0,516	0,530	0,262	0,371	0,316	0,382	0,468	0,425
48	0,681	0,624	0,652	0,350	0,449	0,399	0,393	0,426	0,409
54	0,608	0,608	0,608	0,408	0,401	0,404	0,436	0,446	0,441
60	0,705	0,681	0,693	0,445	0,434	0,440	0,439	0,599	0,519
66	0,725	0,701	0,713	0,413	0,383	0,398	0,462	0,524	0,493
72	0,766	1,007	0,887	0,546	0,580	0,563	0,413	0,472	0,442
78	0,705	1,150	0,927	0,502	0,531	0,516	0,533	0,451	0,492
84	0,985	0,984	0,985	0,628	0,717	0,672	0,492	0,529	0,511
90	1,051	1,056	1,053	0,431	0,699	0,565	0,582	0,517	0,550
96	1,089	1,085	1,087	0,717	0,798	0,757	0,840	0,756	0,798

Lampiran B. Karakteristik fisik biji kakao kering

Lampiran B.1 Jumlah biji per 100 gram

1) Data hasil perhitungan jumlah biji per 100 gram

PERLAKUAN	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RERATA
PB	97	93	95
KP	97	92	95
KPP	91	97	94
TF	95	88	92

2) Hasil analisis sidik ragam dengan menggunakan SPSS 16

ANOVA

Jumlah Biji	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.500	3	4.833	.307	.820
Within Groups	63.000	4	15.750		
Total	77.500	7			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Nilai F tabel $(0.05, 3,4) = 6.59$

Lampiran B.2 Kadar kulit biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar kulit biji kakao

Perlakuan	Ulangan	Kadar Kulit (%)	Berat Kulit (gram)	Kadar biji (%)	Berat Biji (gram)
Praktek baik (PB)	1	15,32	15,41	84,68	85,17
	2	13,92	13,90	86,08	85,96
Karung Plastik (KP)	1	12,21	12,24	87,79	88,00
	2	12,41	12,47	87,59	88,01
Karung Plastik Pengadukan (KPP)	1	14,23	14,34	85,77	86,43
	2	13,54	13,84	86,46	88,36
Tanpa Fermentasi (TF)	1	14,00	14,11	86,00	86,66
	2	13,90	14,80	85,10	86,00

Perlakuan	Kadar Kulit (%)		Rerata	Stdev
	U1	U2		
PB	15,32	13,92	14,62	0,99
KP	12,21	12,41	12,31	0,14
KPP	14,23	13,54	13,89	0,49
TF	14,00	13,90	13,95	0,07

2) Hasil analisis anova dengan menggunakan SPSS 16

ANOVA

KKulit	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.750	3	1.917	6.167	.056
Within Groups	1.243	4	.311		
Total	6.993	7			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Nilai F tabel $(0,05, 3,4) = 6.59$

Lampiran B.3 Kadar Biji Cacat

Jenis Cacat	PB		KP		KPP		TF	
	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
Biji Slaty (biji)	1	1	69	71	15	5	113	113
Biji Berjamur (biji)	50	39	0	0	1	4	0	0
Biji Berkecambah (biji)	0	0	3	0	0	0	1	3

Keterangan : jumlah biji yang dibelah sebanyak 300 biji

jenis cacat	Rata - rata			
	PB	KP	KPP	TF
biji slaty (%)	0,3	23,3	3,3	37,7
biji berjamur (%)	14,8	0,0	0,8	0,0
berkecambah (%)	0,0	0,5	0,0	0,7

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	rerata	stdev
Praktek baik (PB)	1,436	1,580	1,508	0,102
Karung Plastik (KP)	0,890	1,075	0,983	0,131
Karung Plastik Pengadukan (KPP)	0,990	1,169	1,080	0,127
Tanpa Fermentasi (TF)	0,500	0,538	0,519	0,027

2) Hasil analisis anova dengan menggunakan SPSS 16

ANOVA

IFkering	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.988	3	.329	29.793	.003
Within Groups	.044	4	.011		
Total	1.032	7			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Nilai F tabel $(0.05, 3,4) = 6.59$

IFkering

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
TF	2	.51900		
KP	2		.98250	
KPP	2		1.07950	
pb	2			1.50800
Sig.		1.000	.796	1.000

Lampiran C.2 Kadar air biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar air biji kakao kering

Perlakuan	Ulangan1	Ulangan2	Rerata	Stdev
PB	6,37	5,98	6,18	0,28
KP	6,92	7,86	7,39	0,66
KPP	6,88	5,83	6,36	0,74
TF	5,62	5,51	5,57	0,08

2) Hasil analisis kadar air dengan menggunakan SPSS 16

ANOVA

KAir					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.453	3	1.151	4.283	.097
Within Groups	1.075	4	.269		
Total	4.528	7			

Keterangan :

Taraf kepercayaan = 5%

Nilai F tabel $(0.05, 3,4) = 6.59$

Lampiran C.3 Kadar lemak biji kakao kering

1) Data hasil pengukuran kadar lemak biji kakao kering

Perlakuan	Ulangan1	Ulangan2	Rerata	Stdev
PB	59,43	58,08	58,76	0,95
KP	59,91	58,39	59,15	1,07
KPP	59,74	58,61	59,18	0,80
TF	59,27	58,79	59,03	0,34

2) Hasil analisis kadar lemak biji kakao kering

ANOVA

KLemak					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.222	3	.074	.105	.953
Within Groups	2.820	4	.705		
Total	3.042	7			