



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
HASIL FERMENTASI VARIASI WADAH KOTAK KAYU, KRAT
PLASTIK DAN DAUN PISANG DI PUSAT PENELITIAN
KOPI DAN KAKAO INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh :

Yuke Rasadi

NIM 101710101094

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



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
HASIL FERMENTASI VARIASI WADAH KOTAK KAYU, KRAT
PLASTIK DAN DAUN PISANG DI PUSAT PENELITIAN
KOPI DAN KAKAO INDONESIA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program S1 Fakultas Teknologi Pertanian dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Yuke Rasadi

NIM 101710101094

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orangtuaku tercinta, Ayahanda Soedjihertanto dan Ibunda Niken Larasati yang secara rutin telah memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini dan atas segala curahan kasih sayang, doa, didikan, pengorbanan dan dukungan sepanjang masa, segala hormat dan bakti padamu. Semoga penulis bisa membahagiakan dan membalas budi baiknya. Amin;
2. Dosen dan guru-guruku yang telah menuntun saya dalam menimba ilmu dunia dan akhirat, terima kasih atas bimbingan dan didiknya didalam membukakan khasanah ilmu pengetahuan;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. UKMK Agritechship Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Bacalah dengan nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar dengan Qalam. Dialah yang mengajar manusia segala yang belum diketahui”

(Q.S Al-‘ Alaq 1-5)

Atau

Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua.

(Aristoteles)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuke Rasadi

Nim : 101710101094

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakteristik Fisik Dan Kimia Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Hasil Fermentasi Variasi Wadah Kotak Kayu, Krat Plastik Dan Daun Pisang Di Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia” adalah benar-benar hasil karya sendiri dengan project (proyek) yang diberikan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan berdasarkan arahan dosen pembimbing utama (DPU) dan dosen pembimbing anggota (DPA), kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, 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, 28 Juli 2015

Yang menyatakan,

Yuke Rasadi

Nim 101710101094

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L*)
HASIL FERMENTASI VARIASI WADAH KOTAK KAYU, KRAT PLASTIK
DAN DAUN PISANG DI PUSAT PENELITIAN
KOPI DAN KAKAO INDONESIA**

Oleh

Yuke Rasadi
NIM 101710101094

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.
Dosen Pembimbing Anggota : Noor Ariefandie Febrianto, MSc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Fisik Dan Kimia Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Hasil Fermentasi Variasi Wadah Kotak Kayu, Krat Plastik Dan Daun Pisang Di Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia” karya Yuke Rasadi NIM 101710101094 telah diuji dan disahkan pada :

hari : Jumat

tanggal : 10 Juli 2015

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua

Anggota

Dr. Triana, S. T., M. P.
NIP. 196808141998032001

Miftahul Choiron, S.TP., M.Sc.
NIP. 198503232008011002

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Yuli Witono, S.Tp. ,M.p.
NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Hasil Fermentasi Variasi Wadah di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia; Yuke Rasadi; 101710101094; 2015; 55 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Indonesia menduduki peringkat ketiga sebagai pembudidaya tanaman kakao terbanyak di dunia setelah Ivory Coast dan Ghana dengan tingkat produksi mencapai 1.732.641 ha (Kementerian Perindustrian, 2013). Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan (2006), pada tahun 2003 luas area penanaman kakao telah mencapai 917.000 ha dan tersebar di seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta. Namun tingginya produksi kakao Indonesia belum diimbangi oleh kualitas yang baik, dengan demikian citra kakao Indonesia menjadi buruk di pasar internasional, hal ini disebabkan karena mutu yang dihasilkan tidak seragam karena pengelolaan produk kakao yang masih tradisional sebanyak 90% biji kakao produksi nasional belum difermentasi sehingga kualitas kakao Indonesia menjadi rendah. Salah satu faktor yang menjadi kendala dan berpengaruh terhadap hasil fermentasi adalah wadah yang digunakan selama proses fermentasi. Ada beberapa wadah yang diterapkan atau dipakai sebagai sarana fermentasi petani Indonesia yakni karung plastik dalam waktu 1 kali 24 jam. Sedangkan di beberapa Industri telah menggunakan kotak kayu besar yang di fermentasi selama 96 Akan tetapi, belum ada kajian mengenai penggunaan variasi wadah fermentasi kotak terhadap karakteristik fisik dan kimia biji kakao yang dihasilkan.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) tahap. Tahap pertama yaitu fermentasi biji kakao dengan menggunakan dengan variasi wadah kotak kayu, krat plastik, daun pisang Selama proses fermentasi berlangsung dilakukan pengukuran suhu fermentasi dan pH serta IF biji kakao basah. Tahap kedua adalah karakterisasi fisik dan kimia

biji kakao kering hasil fermentasi yang meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit, uji belah (*cut test*), kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi biji kering.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan variasi wadah kotak memberikan pengaruh terhadap suhu selama fermentasi serta pH dan indeks fermentasi biji kakao basah, dan indeks fermentasi biji kakao kering, namun tidak berpengaruh terhadap jumlah biji per 100 gram, hasil uji belah, kadar kulit, kadar air dan kadar lemak biji kering. Mutu fisik dan kimia biji kakao kering yang dihasilkan pada perlakuan daun pisang mendekati mutu biji kakao kering pada perlakuan kotak kayu. Perlakuan daun pisang memberikan kisaran suhu fermentasi antara 45,3°C, dengan pH permukaan biji antara 4,8-5,0 dan pH keping biji antara 4,8-4,9. Biji kakao kering hasil perlakuan daun pisang mempunyai karakteristik fisik meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit dan jumlah biji *slaty* berturut-turut sebesar 100 biji, 13,95 %, dan 0,4 %. Karakteristik kimia biji kakao kering yang meliputi kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi berturut-turut adalah 7,30 %, 58,5 % dan 1,003.

SUMAMARY

Physical And Chemical Characteristics Of Cocoa Beans (*Theobrama Cacao L.*) Fermented Under Different Container At Indonesian Coffee And Cocoa Research Institute Yuke Rasadi; 101710101094; 2015; 55 pages; Department of Technology of Agricultural Product Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Indonesia ranks third as cocoa crop cultivators in the world after Ivory Coast and Ghana with the level of production reaching 1,732,641 ha (Ministry of Industry, 2013). Based on data from the General Directorate of Plantation (2006), in 2003 the cocoa planting area has reached 917,000 ha and scattered in all provinces except Jakarta. However, the high Indonesian cocoa production has not been matched by good quality, thus the image of cocoa Indonesia is becoming worse in the international market, it is due to the quality produced is not uniform because the management of cocoa products are still traditionally maintained around 90% of cocoa beans of national production has not fermented so that the quality of Indonesian cocoa is low. One of the factors that constrain and influence the result of fermentation is a container that is used during the fermentation process. There are several containers that are applied or used as a means of fermentation farmers of Indonesia namely plastic bags in once in 24 hours. While some industry have been using a large wooden box in fermentation for 96. However, there aren't any studies on the use of variations in the fermentation container box to the physical and chemical characteristics of cocoa beans produced.

This research was conducted in 2 (two) phases. First step is the fermentation of cocoa beans using container variation of wooden boxes, crates plastic, banana leaf. During the fermentation process taking place is conducted measurement of fermentation temperature and pH as well as the IF of wet cocoa beans. The second

stage is physical and chemical characterization of dried fermented cocoa beans which includes the number of seeds per 100 grams, the level of the skin, split test (test cut), moisture content, fat content and index of fermented dry beans.

The results showed that use of variations of the container box affecting to the temperature during fermentation, and the pH and the index of fermentation of wet cocoa beans, and the index of fermented dry cocoa beans, but does not affect the number of seeds per 100 grams, the split test results, levels of skin, moisture content and fat content of dry beans. Physical and chemical quality of dried cocoa beans produced in the treatment of banana leaf approach to the quality of dried cocoa beans on the treatment using wooden box. The treatment of banana leaves provide a temperature fermentation range between 45,30C, with a pH level of seed surface between 4.8 to 5.0 and ph of pieces of seed between 4.8 to 4.9. Dried beans using banana leaf treatment results have physical characteristics include the number of seeds per 100 grams, the levels of the skin and the number of slaty seeds in a row of 100 seeds, 13.95%, and 0.4%. Chemical characteristics of dried cocoa beans that include water content, fat content and fermentation index in sequence was 7.30%, 58.5% and 1.003.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “Karakteristik Fisik Dan Kimia Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Hasil Fermentasi Variasi Wadah Kotak Kayu, Krat Plastik Dan Daun Pisang 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.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Noor Ariefandie Febrianto, MSc. Selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan arahan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Mbak Fitriatin, Mbak Ari, Bu Ninik, Mas Panji, Pak Joko, Ibu Dwi, Pak Abu, Pak Kholik dan orang-orang lingkungan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, terimakasih telah menerima kami dengan begitu akrab dan hangat dalam suasana apapun;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. Selaku dosen penguji utama yang telah banyak meberikan masukan dan arahan untuk kesempurnaan naskah skripsi ini;
5. Miftahul Choiron, S.TP., M.Sc Selaku dosen penguji anggota yang meluangkan waktu untuk perbaikan naskah skripsi ini;
6. Keluarga, sahabat, dan teman antara lain Marcellina Yuniarta, Ageng Widya, Arifyanto, Rio Dwi Prayoga, yang telah menerimaku sebagai saudara yang

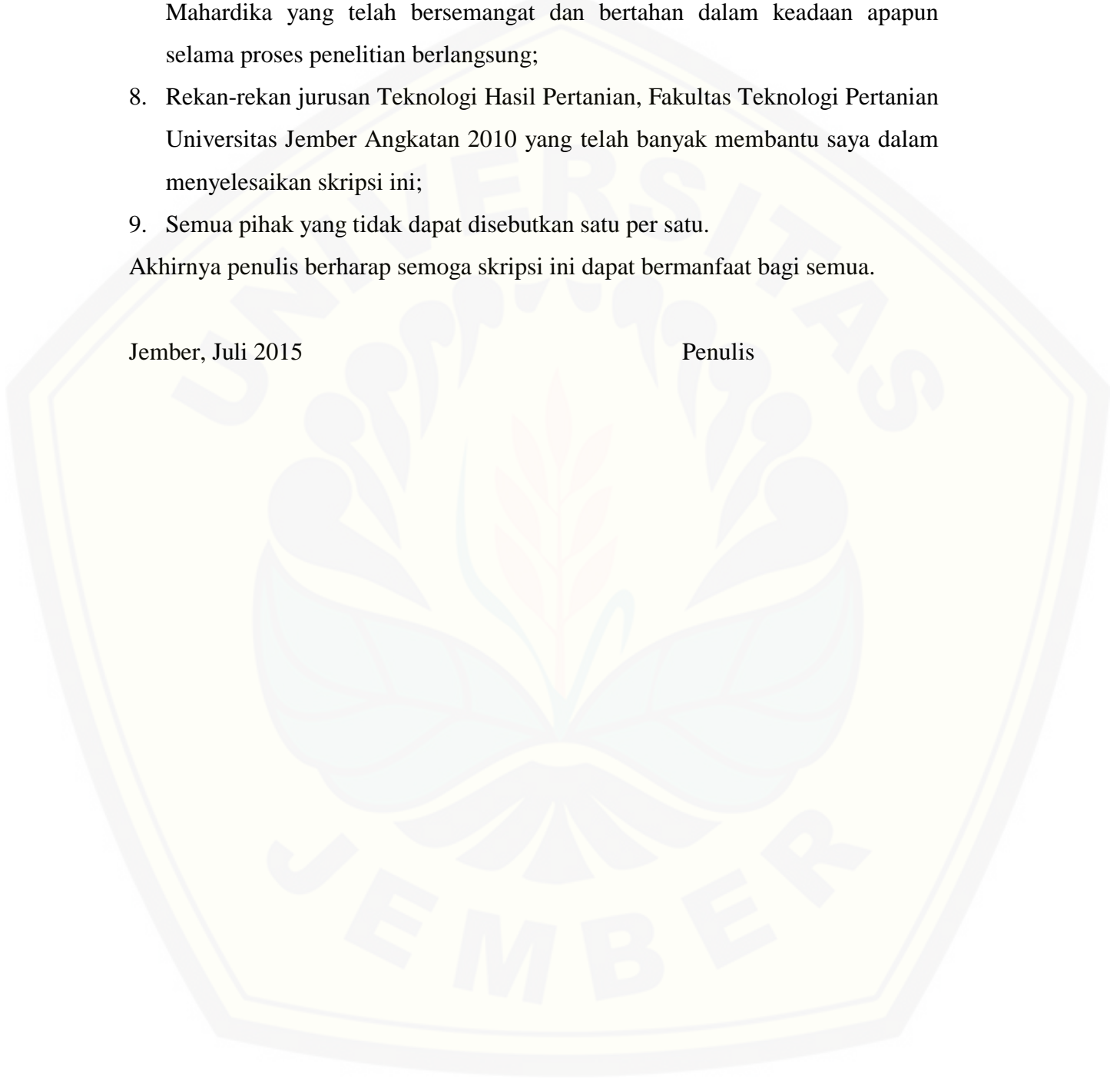
selalu menyiramiku dengan kasih dan sayangnya melalui doa, nasihat, dan dorongan semangat dalam pelaksanaan penelitian hingga skripsi ini selesai;

7. Rekan-rekan satu tim penelitian Exti Insaf Karinawantika, Eko Lutfi Mahardika yang telah bersemangat dan bertahan dalam keadaan apapun selama proses penelitian berlangsung;
8. Rekan-rekan jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember Angkatan 2010 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Juli 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1	Latar
Belakang	1
1.2	Rumusa
n Masalah	3
1.3	Tujuan
.....	3
1.4	Manfaat
.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Buah Kakao	5
2.2 Fermentasi Kakao	8
2.3 Karakteristik Biji Kakao Kering	11

2.4 Wadah Fermentasi	14
2.5 Mutu Biji Kakao	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	19
3.1.1 Bahan	19
3.1.2 Alat.....	19
3.3 Metodologi Penelitian.....	20
3.3.1 Rancangan Penelitian	20
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	21
3.3.1.1 Penelitian Tahap Pertama	21
3.3.1.2 Penelitian Tahap Kedua.....	23
3.3.3 Analisis Data.....	23
3.4 Parameter Pengamatan	23
3.5 Prosedur Analisis	23
3.5.1 Karakteristik Fermentasi Kakao.....	23
3.5.1.1 Suhu fermentasi Kakao.....	23
3.5.1.2 Tingkat Keasaman (pH) Biji Kakao Basah	24
3.5.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah.....	24
3.5.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering	24
3.5.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering	24
3.5.2.2 Kadar Kulit	25
3.5.2.3 Uji Belah (<i>Cut Test</i>).....	25
3.5.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering	26
3.5.3.1 Indeks Fermentasi.....	26
3.5.3.2 Kadar Air	26
3.5.3.3 Kadar Lemak	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Fermentasi Kakao.....	29

4.1.1 Suhu Fermentasi.....	29
4.1.2 Tingkat Keasaman (pH)	32
4.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah.....	35
4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering	37
4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering.....	37
4.2.2 Kadar Kulit.....	38
4.2.3 Uji Belah (<i>Cut Test</i>).....	40
4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering	41
4.3.1 Indeks Fermentasi	41
4.3.2 Kadar Air.....	44
4.3.3 Kadar Lemak.....	45
BAB 5. PENUTUP	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

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

DAFTAR TABEL

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

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Karakteristik fermentasi kakao	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 Uji belah (<i>Cut test</i>)	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

Indonesia menduduki peringkat ketiga sebagai pembudidaya tanaman kakao terbanyak di dunia setelah Ivory Coast dan Ghana dengan tingkat produksi mencapai 1.732.641 ha (Kementerian Perindustrian, 2013). Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan (2006), pada tahun 2003 luas area penanaman kakao telah mencapai 917.000 ha dan tersebar di seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta (Wahyudi, 2008).

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia (2013) menyebutkan volume ekspor biji kakao kering Indonesia dari tahun 2008 hingga 2011 cenderung meningkat, yaitu 515.538 ton (2008); 535.191 ton (2009); 552.842 ton (2010); dan 610.210 ton pada tahun 2011. Dengan demikian pada tahun 2011 sebanyak 86% dari total produksi biji kakao Indonesia mencapai 712.231 ton di ekspor ke mancanegara dengan nilai ekspor US\$ 1.645.278, biji kakao yang diekspor sebanyak 80-90% dalam bentuk biji kakao kering dan 10-20% berupa produk olahan. Sekitar 90% dari total ekspor atau mencapai kurang lebih 500.000 ton per tahun merupakan biji kakao yang belum difermentasi.

Neraca perdagangan dan realisasi ekspor kakao Indonesia akan terus meningkat jika diimbangi dengan perbaikan mutu, mutu kakao Indonesia saat ini masih tergolong belum baik, biji kakao yang berasal dari Indonesia diklaim sebagai biji kakao yang bermutu rendah karena secara fisik sering ditemukan serangga, kotoran, dan benda asing serta dari segi kualitas citarasa juga masih rendah. (Rahmadi dan Fleet, 2008). Hal ini mengakibatkan terjadinya pemotongan harga atau diterapkan *discount* terhadap biji kakao Indonesia di pasar internasional. Kerugian devisa karena harga jual yang rendah tersebut diperkirakan mencapai US\$ 150.000

atau Rp 1,4 triliun per tahun. (Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2013).

Sebagian besar sebanyak 90% kakao Indonesia dihasilkan oleh perkebunan rakyat dan sebagian kecil sebanyak 10% dihasilkan oleh pemerintah maupun perkebunan swasta. Produk kakao Indonesia terutama yang berasal dari perkebunan rakyat dicirikan dengan mutu yang rendah, secara umum disebabkan oleh proses fermentasi yang kurang baik dan terkadang petani tidak menerapkan proses fermentasi seperti yang dianjurkan atau diterapkan pada hasil kakao pada perkebunan milik pemerintah maupun swasta.

Proses fermentasi tidak dilakukan dengan baik karena kurangnya pengetahuan dan fasilitas yang dimiliki oleh petani kakao rakyat atau hanya dianggap memperlama waktu simpan kakao, wadah fermentasi yang ideal biasanya menggunakan kotak kayu berkapasitas 750 kg biji kakao basah dengan lubang aerasi pada setiap sisi kotak kayu, namun kakao dari masing-masing petani tidak mencapai 750 kg biji basah maka dari itu petani tidak melakukan proses fermentasi karena kapasitas sedikit, jenis kayu yang digunakan untuk wadah proses fermentasi ini memiliki karakteristik khusus dan tidak terdapat pada semua daerah penghasil kakao karena mayoritas kayu hanya ditemukan di daerah Kalimantan, kayu ini bernama kayu bengkirai yang memiliki karakteristik tidak bergetah, tahan lama, tahan terhadap air, karena petani kesusahan mendapatkan bahan dari kotak fermentasi tersebut sehingga petani memilih menggunakan karung plastik dan disimpan sehari semalam untuk proses yang dianggapnya sebagai proses fermentasi. Karena kapasitas yang dihasilkan oleh para petani memiliki jumlah yang beragam dan lokasi pembudidaya kakao juga dapat mempengaruhi ketersediaan wadah untuk proses fermentasi maka dari itu perlu adanya alternatif yang dapat membantu para petani untuk tetap dapat melakukan proses fermentasi tanpa kendala ketersediaan bahan baku wadah fermentasi maupun kapasitas jumlah yang akan di fermentasi untuk memperbaiki mutu kakao secara fisik dan kimia serta dapat menunjang harga biji kakao di pasar nasional maupun internasional.

Fermentasi diperlukan untuk memicu terjadinya perubahan biokimia dan peningkatan tipe dan konsentrasi faktor-faktor pembentuk aroma pada kakao (Puziah dkk, 1998). Kurangnya proses fermentasi menyebabkan biji kakao memiliki citarasa yang lemah, pada penelitian yang dilakukan oleh Misnawi (2002) menunjukkan pada biji kakao yang tidak difermentasi tidak terbentuk aroma coklat ketika proses penyangraian bahkan menghasilkan rasa kelat dan pahit.

Kualitas biji kakao yang telah terfermentasi menghasilkan biji kakao yang memiliki citarasa dan aroma yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa fermentasi. Hal ini dikarenakan dalam proses fermentasi timbul rasa dan aroma pada biji kakao sebagai akibat dari berbagai reaksi kimia dan biokimia selama fermentasi tersebut (Haryadi dan Supryanto, 2001). Oleh sebab itu, biji kakao yang terfermentasi akan memiliki nilai ekonomi yang lebih baik dibandingkan dengan biji kakao yang tidak terfermentasi.

Peningkatan produksi kakao mempunyai arti yang strategis karena pasar ekspor biji kakao Indonesia masih sangat terbuka dan pasar domestik masih belum tergarap. Permasalahan utama yang dihadapi perkebunan kakao dapat diatasi dengan penerapan fermentasi terhadap pengolahan pasca panen biji kakao. Fermentasi diharapkan tidak hanya memperbaiki citarasa dan aroma biji kakao, dan pengembangan produk hilir kakao berupa bubuk kakao.

Dalam usaha memberi gambaran fermentasi biji kakao terbaik peneliti melakukan fermentasi biji kakao menggunakan perlakuan yang berbeda dimana biji kakao difermentasi di wadah berupa krat plastik dan daun pisang, sebagai pembanding perlakuan terbaik mengacu pada metode yang dilakukan di Puslitkoka Jember yaitu dengan fermentasi menggunakan kotak kayu dan sebelum fermentasi berlangsung dilakukan pengurangan pulpa biji kakao sebanyak 40% untuk mengurangi tingkat keasaman yang ditimbulkan pada hasil biji kakao terfermentasi dan waktu fermentasi dapat berjalan lebih singkat. Penelitian ini dipusatkan terutama untuk membahas metode perlakuan wadah fermentasi terbaik dari variasi wadah yang digunakan guna menunjang efisiensi proses fermentasi.

Penentuan metode fermentasi dipengaruhi oleh efisiensi waktu, biaya dan mutu produk yang dihasilkan. Diharapkan dari penelitian ini dapat mengetahui fermentasi optimal terhadap waktu serta mutu dari metode fermentasi menggunakan krat plastik, daun pisang dan kotak kayu.

1.2 Perumusan Masalah

Industri cokelat Internasional membutuhkan pasokan biji kakao yang berkualitas yaitu biji kakao terfermentasi. Indonesia sebagai pemasok biji kakao terbesar masih memiliki kualitas biji kakao yang rendah disebabkan oleh proses pengolahan biji kakao yang tidak melalui tahap fermentasi optimal. Oleh karena itu, perlu dicari upaya untuk memperbaiki mutu biji kakao dengan menggunakan metode fermentasi yang mudah diaplikasikan dan mendapatkan mutu biji kakao yang baik. Sehingga dapat memperbaiki citra kakao Indonesia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan mutu fisik dan kimia biji kakao yang diperlakukan dengan metode fermentasi menggunakan wadah krat plastik, kotak kayu, dan daun pisang.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Sumber informasi mengenai karakteristik fisik dan kimia serta mutu kakao hasil fermentasi yang dilakukan dengan variasi wadah krat plastik, kotak kayu, dan daun pisang.
2. Sebagai acuan untuk mengetahui tingkat efisiensi dari ketiga metode fermentasi yang dilakukan.
3. Referensi dan bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

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

Biji kakao kering dihasilkan dari biji tanaman *Theobroma cacao*, L. yang merupakan satu-satunya spesies diantara 22 jenis dalam genus *Theobroma* yang dapat diusahakan secara komersial. Tanaman ini diperkirakan berasal dari lembah Amazon di Benua Amerika yang mempunyai iklim tropis seorang bernama Colombus dalam pengembaraan dan petualangannya menemukan dan membawanya ke Spanyol (Poedjiwidodo, 1996). Kemudian kakao dibawa oleh orang Spanyol ke Indonesia sekitar tahun 1560 melalui Filipina ke daerah Minahasa, Sulawesi Utara (Wahyudi, 2008).

Kakao merupakan tanaman yang menumbuhkan bunga dari batang/ cabang, oleh karena itu tanaman kakao digolongkan menjadi kelompok tanaman *coulifloris*. Adapun sistematika tanaman kakao menurut klasifikasi secara botani adalah sebagai berikut:

Divisi : *Spermatophyta*
Anak divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledoneae*
Bangsa : *Malvales*
Famili : *Sterculiaceae*
Genus : *Theobroma*
Spesies : *Theobroma cacao*, L.

(Poedjiwidodo, 1996).

Secara genetik, ada dua jenis kakao yaitu *Criollo* yang terdiri dari *Criollo* Amerika Tengah dan *Criollo* Amerika Selatan. Jenis ini menghasilkan biji kakao yang sangat baik dan dikenal sebagai: kakao mulia, *Fine flavor Cocoa*, *Choiced Cocoa*, *Edel Cocoa*. Jenis kedua yaitu *Forastero* (lindak / bulk) banyak dibudidayakan di

berbagai negara produsen kakao dan menghasilkan biji kakao yang mutunya sedang atau *Bulk Cocoa* atau dikenal juga sebagai *Ordinary Cocoa*. Dan hasil persilangan kedua jenis tersebut menghasilkan jenis *Trinitario* (Siregar dkk, 2003).

1. *Criollo*

Criollo adalah tipe kakao yang bermutu, hampir seluruhnya berbiji putih dan fermentasinya cepat dan rasa tidak begitu terlalu pahit. Kulit buahnya tipis dan mudah diiris. Varietas *Criollo* murni berasal dari Venezuela dan Colombo yang merupakan 1% dari produksi dunia. *Criollo* termasuk kakao yang agak peka terhadap serangan hama dan penyakit, terdapat sepuluh alur yang letaknya berselang-seling, di mana lima alur dangkal, ujung buah umumnya berbentuk tumpul sedikit bengkok dan tidak memiliki *bootle neck*.

Setiap buah berisi tiga puluh sampai empat puluh biji, yang bentuknya agak bulat sampai bulat, warna buah muda umumnya merah dan bila sudah masak menjadi jingga. (Siregar dkk, 2003)

2. *Forastero*

Forastero pada umumnya termasuk kakao bermutu rendah atau disebut kakao lindak / *bulk cacao*. Tipe *forastero* memiliki pertumbuhan tanaman yang kuat dan produksinya lebih tinggi, masa berbuah lebih awal dan pada umumnya diperbanyak dengan semaian Hibrida. Biji kakao jenis ini relatif tahan terhadap serangan hama dan penyakit, kulit buah agak keras tetapi permukaannya halus, mempunyai alur-alur kulit buah agak dalam, memiliki endosperma berwarna ungu tua dan berbentuk gepeng. Proses fermentasinya lebih lama dibandingkan *Criollo*. Rasa biji lebih pahit, kulit berwarna hijau terutama yang berasal dari Amazona dan merah yang berasal dari daerah lain. (Siregar dkk, 2003)

3. *Trinitario*

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

merupakan hasil persilangan. Jenis Trinitario dapat dibedakan menjadi empat golongan, yaitu:

- a. *Angoleta*, dengan ciri-ciri kulit luar sangat kasar, buah besar beralur dalam, biji bulat, bermutu superior. kotiledon berwarna ungu.
- b. *Cundeamor*, dengan ciri-ciri bentuk buah seperti *Angoleta*, kulit buah kasar, dan alur tidak dalam, bijinya gepeng dan mutu superior. Kotiledon ungu gelap.
- c. *Amelonado*, memiliki ciri-ciri bentuk buah bulat telur, kulit sedikit halus, ada yang memiliki *bottle neck* ada pula yang tidak dan alur-alurnya jelas. Bijinya pipih, kotiledon berwarna ungu (Siregar dkk, 2003).

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. Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Buah akan masak setelah berumur 6 bulan dan akan berukuran 10-30 cm, tergantung kultivarnya (Puslitkoka 2004).

Penyerbukan bunga kakao 75% dilakukan oleh serangga *Forsipomia* dan 25% oleh penyerbuk lain. Empat belas hari setelah penyerbukan bunga, buah telah terbentuk. Buah mencapai pertumbuhan maksimal dan mulai masak setelah 143 hari dan masak betul setelah 170 hari dengan ditandai dinding buah yang berwarna kekuningan atau jingga. (Subagiyo, 1991)

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

2.2 Struktur Buah Kakao

Buah kakao terdiri atas 4 bagian utama, yaitu kulit buah, plasenta, pulpa, dan biji, kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah kakao, yaitu lebih dari 70% berat buah masak. Presentase biji kakao didalam buah hanya 27-29% sedang sisanya adalah plasenta yang merupakan pengikat dari 30-40 biji (Wood dan Lass, 2001). Permukaan biji kakao diselimuti pulpa yang bewarna putih. (Rohan, 1963).

2.2.1 Pulpa Kakao

Pulpa kakao merupakan jaringan berlendir yang melekat pada biji kakao (Rohan, 1963). Pulpa yang melingkupi biji kakao sebagian terdiri atas air dan sebagian kecil gula yang merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba (Nasution dkk, 1976). Adapun komposisi kimia yang dikandung pulpa kakao dapat dilihat di Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Pulpa Biji Kakao

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

(Haryadi dan Supriyanto, 2001)

2.2.2 Biji Kakao

Nasution dkk. (1976) dalam Fauziyah (2002) mengemukakan bahwa biji kakao terdiri atas dua bagian utama. Bagian yang pertama adalah kulit biji yang presentasenya 10% sampai 14 % dari berat kering biji. Sedangkan bagian yang kedua adalah keping biji (kotiledon) yang presentasenya 86% sampai 90% dari berat kering

biji. Komposisi biji kakao dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut yang tersaji pada halaman berikutnya.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Bagian Dalam Biji Kakao

Komposisi Kimia	Biji (%)	Kulit (%)
Kadar air	5,0	4,5
Lemak	54,0	1,5
Kafein	0,2	-
-Theobromin	1,2	1,4
Pol1,1,24ihidroksifenols	6,0	-
Pr6,0otein kasar	11,5	10,9
Pati	6,0	-
Pentosa	1,5	7,0
Selulosa	9,0	26,5
Asam Karboksilat	1,5	-
Abu	2,6	8,0
Komponen Lain	1,5	0,1

Sumber: Belitz dan Grosch (1999)

2.3 Pengolahan Pasca Panen Kakao

Buah kakao dapat dipanen apabila terjadi perubahan warna kulit pada buah yang telah matang. Sejak fase pembuahan sampai menjadi buah dan matang, kakao memerlukan waktu sekitar 5 bulan. Buah matang dicirikan oleh perubahan warna kulit buah dan biji yang terlepas dari kulit bagian dalam. Bila buah diguncang, biji biasanya berbunyi. Keterlambatan waktu panen akan berakibat pada berkecambahnya biji di dalam. Terdapat tiga perubahan warna kulit pada buah kakao yang menjadi kriteria kelas kematangan buah di kebun-kebun yang mengusahakan kakao. Secara umum kriteria tersebut tersaji pada table 2.3.

Tabel 2.3. Perubahan Warna dan Pengelompokan Kelas Kematangan Buah

Perubahan Warna	Bagian kulit buah yang mengalami perubahan warna	Kelas Kematangan buah
Kuning	Pada alur buah	C
Kuning	Pada alur buah dan punggung alur buah	B
Kuning	Pada seluruh permukaan buah	A
Kuning tua	Pada seluruh permukaan buah	A+

Sumber: Tumpal H.S. Siregar, dkk (2003).

Beberapa faktor penyebab mutu kakao yang dihasilkan beragam adalah, minimnya sarana pengolahan, lemahnya pengawasan mutu serta penerapan teknologi pada seluruh tahapan proses pengolahan biji kakao rakyat yang tidak berorientasi pada mutu. Kriteria mutu biji kakao yang meliputi aspek fisik, citarasa dan perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya. Tahapan proses pengolahan dan spesifikasi alat dan mesin yang digunakan yang menjamin kepastian mutu harus diidentifikasi secara jelas (Susanto, 1994).

Selain itu pengawasan dan pemantauan setiap tahapan proses harus dilakukan secara rutin agar tidak terjadi penyimpangan mutu, karena hal demikian sangat diperhatikan oleh konsumen, disebabkan biji kakao merupakan bahan makanan atau minuman. Proses pengolahan buah kakao menentukan mutu produk akhir kakao, karena dalam proses ini terjadi pembentukan calon citarasa khas kakao dan pengurangan cita rasa yang tidak dikehendaki, misalnya rasa pahit dan sepat. (Susanto, 1994)

Sebelum dilakukan pemasaran terhadap biji kakao, tentu buah kakao menjalani beberapa proses pengolahan terlebih dahulu. Untuk mendapatkan produk biji kakao beberapa langkah yang dilakukan yaitu pemeraman, pengupasan buah, fermentasi, pencucian, pengeringan, dan sortasi, penggudangan.

1. Pemeraman

Pemeraman bertujuan untuk memperoleh pemenuhan kuota untuk fermentasi dan untuk menyeragamkan kematangan buah serta memudahkan pengeluaran biji buah kakao, tujuan lain dari penyimpanan buah kakao sebelum fermentasi adalah untuk

mengurangi sebagian gula pulp agar pada saat fermentasi asam yang terbentuk tidak terlalu tinggi (Wood dan Lass, 2001). Penyimpanan lebih baik dilakukan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari, terhindar dari genangan air dan dilakukan dengan tumpukan buah yang tipis. Menurut Amin (2006) hal tersebut dapat mempersingkat waktu penyimpanan sehingga dapat menghindari kebusukan buah.

2. Pengupasan

Pengupasan buah dilakukan dengan menggunakan pemukul yang terbuat dari kayu yang keras. Biji dan plasenta kemudian dilepaskan dari ujung buah dengan cara menggunakan tangan (Nasution,dkk 1985).

3. Fermentasi

Fermentasi dimaksudkan untuk memudahkan melepas zat lendir dari permukaan kulit biji dan menghasilkan biji yang tahan terhadap hama dan jamur, selama penyimpanan dan menghasilkan biji dengan warna yang cerah dan bersih. Ada beberapa cara umum yang sering dilakukan untuk proses fermentasi biji kakao yaitu: fermentasi dengan menggunakan kotak kayu yang terbuat dari lembaran papan yang berukuran panjang 60 cm dengan tinggi 40 cm (kotak dapat menampung kurang lebih 100 kg biji kakao basah) setelah itu kotak ditutup dengan karung goni atau daun pisang. Pada hari ke 3 (setelah 48 jam) dilakukan pembalikan agar fermentasi biji merata. Pada hari ke 6 biji-biji kakao dikeluarkan dari kotak fermentasi dan siap untuk dijemur. Fermentasi menggunakan keranjang bambu keranjang bambu terlebih dahulu dibersihkan dan dialasi dengan daun pisang baru kemudian biji kakao dimasukkan (keranjang dapat menampung kurang lebih 50kg biji kakao basah) setelah biji kakao dimasukkan keranjang ditutup dengan daun pisang. Pada hari ke 3 dilakukan pembalikan biji dan pada hari ke 6 biji-biji dikeluarkan untuk siap dijemur. (Haryadi dan Supriyanto, 2001).

4. Pencucian

Pencucian pada biji kakao bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi dan memperbaiki kenampakan biji. Sebelum pencucian dilakukan perendaman selama 3 jam untuk meningkatkan jumlah biji bulat dengan kenampakan menarik dan warna

coklat cerah. Pencucian dapat dilakukan secara manual (dengan tangan) atau menggunakan mesin pencuci. Pencucian yang terlalu bersih sehingga selaput lendirnya hilang sama sekali, selain menyebabkan kehilangan berat juga membuat kulit biji menjadi rapuh dan mudah terkelupas. Umumnya biji kakao yang dicuci adalah jenis edel sedangkan untuk jenis bulk tergantung pada permintaan pasar. (Haryadi dan Supriyanto, 2001).

5. Pengeringan

Pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran, memakai mesin pengering atau kombinasi keduanya. Pada proses pengeringan terjadi sedikit fermentasi lanjutan dan kandungan air menurun dari 55-60% menjadi 6-7% selain itu terjadi pula perubahan – perubahan kimia untuk menyempurnakan pembentukan aroma dan warna yang baik. Suhu pengeringan sebaiknya antara 55-66⁰ C dan waktu yang dibutuhkan bila memakai mesin pengering antara 20-25 jam, sedang bila dijemur waktu yang dibutuhkan kurang lebih 7 hari apabila cuaca baik, tetapi apabila banyak hujan penjemuran kurang lebih 4 minggu. Bila biji kurang kering pada kandungan air diatas 8% biji mudah ditumbuhi jamur. (Haryadi dan Supriyanto, 2001). Sesuai dengan syarat mutu biji kakao pada SNI 2008, standar mutu terbagi atas dua syarat mutu, yaitu syarat mutu umum dan syarat mutu khusus. Sedangkan untuk kadar air dari biji kakao masuk pada syarat mutu umum, biji kakao kering memiliki kadar air maksimal sebesar 7, 5%. (SNI, 2008).

6. Sortasi

Sortasi biji kakao kering dimaksudkan untuk memisahkan antara biji baik dan cacat berupa biji pecah, kotoran atau benda asing lainnya seperti batu, kulit dan daun-daunan. Sortasi dilakukan setelah 1-2 hari dikeringkan agar kadar air seimbang, sehingga biji tidak terlalu rapuh dan tidak mudah rusak, sortasi dilakukan dengan menggunakan ayakan yang dapat memisahkan biji kakao dengan kotoran-kotoran (Siregar, 2003).

7. Penyimpanan / penggudangan

Biji kakao kering yang telah melalui proses sortasi kemudian dimasukkan kedalam karung goni. Karung goni yang digunakan harus kering, bebas noda, kuat dan tidak bocor. Pengemasan ini dilakukan untuk mempermudah pengangkutan dan pengelompokan biji berdasarkan kelas mutunya. Karung yang telah berisi kakao kemudian disimpan dalam ruang khusus agar kakao tidak terkontaminasi oleh benda-benda asing dan diletakkan diatas pallet kayu agar kakao tidak lembab dan terhindar dari kotoran maupun serangan hama seperti tikus. Ruang yang digunakan untuk penyimpanan harus bersih, tidak lembab, ventilasi baik dan tidak berbau karena kakao dapat menyerap bau yang disebabkan oleh kadar lemaknya yang tinggi. (Siregar, 2003).

2.4 Fermentasi

Fermentasi adalah proses perombakan senyawa organik yang dikatalisa oleh enzim. Proses fermentasi berlangsung di dalam suatu sistem biologi yang melibatkan reaksi hidrolisa, reaksi oksidasi dan juga menghasilkan energi (Winarno, 1997). Menurut Heddy (1990), fermentasi terjadi dengan melibatkan bantuan aktivitas mikroorganisme seperti kaamir (*yeast*), bakteri asam cuka, dan bakteri asam laktat.

2.4.1 Fermentasi Biji Kakao

Tujuan utama fermentasi adalah untuk mematikan 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 pulpa. Selama fermentasi biji beserta pulpnya mengalami penurunan berat sampai 25%. Perubahan-perubahan biji selama fermentasi meliputi peragian gula menjadi alkohol, fermentasi asam cuka dan meningkatnya suhu. Di samping itu, aroma pun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan (Lukito, dkk., 2004).

Fermentasi biji kakao pada dasarnya mempunyai 2 tujuan, yaitu untuk menghancurkan lapisan berlendir yang menyelimuti keping biji (pulpa), dan

mengusahakan kondisi untuk terjadinya reaksi dalam keping biji selama proses fermentasi. Pulpa yang hancur oleh kegiatan mikroorganisme yang berasal dari lingkungan akan lepas dari keping biji hingga keping biji kakao menjadi bersih dan cepat kering setelah dilakukan pencucian. Reaksi kimia dan biokimia dalam keping biji dimaksudkan untuk pembentukan prekursor flavor dan warna (Haryadi dan Supriyanto, 2001).

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

Perubahan biokimia selama fermentasi dilakukan oleh mikroorganisme. Pada 24 jam pertama enzim akan menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Mikroba akan tumbuh pada gula tersebut dan suhu akan naik menjadi 40-50 °C dan terjadilah perubahan warna pada biji kakao. Pulpa mengandung air dengan gula 10-15%. Kandungan gula yang tinggi dalam pulpa akan memacu pertumbuhan khamir yang mengubah gula menjadi alkohol dalam suasana anaerob. Selain menghasilkan alkohol juga menghidrolisis pektin yang menutupi biji. Khamir akan mati oleh alkohol yang dihasilkan dan juga oleh suhu yang makin tinggi. Bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Streptococcus* akan tumbuh. Pulpa diaduk untuk aerasi. Adanya oksigen dan pH rendah menjadikan bakteri asam asetat tumbuh (*Acetobacter* dan *gluconobacter*). Biji kemudian dikeringkan. selama pengeringan

dapat tumbuh jamur *Geotrichum* yang akan mengoksidasi asam asetat menjadi asam suksinat. Jika fermentasi dilanjutkan terus akan muncul bau yang tidak diharapkan karena pertumbuhan *Bacillus* dan kapang (*Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Mucor*) yang menghidrolisis lipid dalam biji dan menghasilkan asam lemak rantai pendek. (Wahyudi,2008).

2.4.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cara fermentasi, lama fermentasi, aktivitas mikroorganisme dan aktivitas enzim.

a. Cara Fermentasi

Fermentasi dapat dilakukan dengan menggunakan kotak yang memiliki lubang-lubang untuk mengeluarkan cairan dan sirkulasi udara (Sunato,1992) Racman (1991) menjelaskan bahwa pada hari pertama proses fermentasi diusahakan berangsung secara anaerobik, sehingga memberikan kondisi yang cocok untuk aktivitas khamir. Ketersediaan alkohol dan CO₂ secara eksotermis dengan menghasilkan panas sebesar 236 kkal. CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas khamir tersebut menyebabkan suasana fermentasi menjadi anaerob. Proses fermentasi selanjutnya diusahakan dalam kondisi aerobik agar bakteri aerobik, seperti bakteri asam asetat secara eksotermis pula dan akan menghasilkan panas sebesar 419 kkal. Dengan terbentuknya asam asetat dan panas yang cukup tinggi ini, maka proses kematian biji dapat segera dicapai.

b. Lama Fermentasi

Waktu yang diperlukan untuk proses fermentasi biji kakao menurut wood (1973) dalam Rachman (1991), tergantung pada pigmen ungu (antosianin) yang terdapat dalam biji segar. Jumlah pigmen ungu yang tinggi pada biji kakao memerlukan waktu fermentasi yang cukup lama pula. Biji kakao yang mempunyai daging biji lebih tebal memerlukan fermentasi lebih lama dibanding dengan yang daging buahnya tipis (Wood, 1973, dalam Racman 1991). Biji kakao edel memerlukan waktu yang lebih pendek jika dibandingkan dengan kakao lindak, yaitu sekitar 3-4 hari, sedangkan 5-7 hari untuk kakao lindak, tetapi semua itu tergantung juga pada jenis kakaonya

(Sunato,1992). Hal ini disebabkan kandungan pigmen ungu pada biji kakao edel yang hanya sekitar 4,6-6,0% pada biji kakao lindak menghasilkan biji kakao bermutu rendah yaitu biji slaty, biji yang teksturnya seperti keju. Sedangkan terlalu lama akan diperoleh biji yang rapuh dan timbul citarasa yang tidak baik (Susanto, 1994)

Waktu fermentasi yang terlalu cepat akan menghasilkan biji kakao bermutu rendah yaitu biji slaty (biji berwarna hitam dan keras). Sedangkan waktu fermentasi yang terlalu lama menyebabkan kulit biji menjadi rapuh dan menipis sehingga presentase biji pecah semakin meningkat, kehilangan aroma yang tidak dikehendaki serta terjadi pertumbuhan kapang pada kulit luar biji kakao (Nasution dkk 1976 dalam Rachman 1991). Menurut Sunanto (1992), biji-biji yang difermentasi secara penuh (*fully fermented*), ditandai dengan adanya warna coklat gelap pada 80% kulit luar biji dan adanya pori-pori kecil di dalam biji. Pada fermentasi sebagian (*half fermented*), biji berwarna coklat tua tetapi tidak ada pori-pori. Sedangkan pada fermentasi yang gagal (*bad fermented*), warna biji ungu tidak ada pori-pori didalam biji.

kakao yang telah terfermentasi biasanya ditandai atau dapat diketahui, antara lain : pulpa mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji berwarna coklat, dan bau asam cuka sangat jelas. Biji-biji kakao yang belum cukup mengalami fermentasi warna pulpanya putih, kulit biji belum berwarna coklat dan baunya masih berbau alkohol. Fermentasi berfungsi memberi warna dan aroma yang lebih baik jika dibandingkan kakao yang tanpa fermentasi (Bahri, 2002).

Biji kakao yang tidak difermentasi warnanya lebih pucat bila dibandingkan dengan biji yang difermentasi. Adapun yang tidak mengalami fermentasi warnanya keunguan, sedangkan yang mengalami fermentasi sempurna warnanya coklat. Fermentasi akan mempermudah pengeringan dan menghancurkan lapisan pulp yang mendekat pada biji. Pada proses fermentasi lembaga didalam biji kakao juga akan mati (Nuraeni, 1997).

c. Pengadukan / Pembalikan Biji

Tujuan pengadukan massa biji kakao selama fermentasi adalah untuk menjamin keseragaman. Adanya perbedaan antar bagian massa biji kakao yang difermentasi menyebabkan pentingnya pengadukan selama berlangsungnya fermentasi. Dalam kotak fermentasi, biji basah biasanya menggumpal selama hari pertama, sementara itu tetesan mengalir keluar. Pengadukan dibutuhkan untuk mempermudah udara masuk ke dalam biji.

Terdapat beberapa variasi pada frekuensi pengadukan, yakni mulai dari tanpa pengadukan sama sekali hingga pengadukan dua kali sehari pada fermentasi dalam silinder. Variasi ini telah di uji coba di Kamerun dan Pantai Gading (Ivory Coast). Namun, yang paling umum digunakan diterapkan adalah pengadukan setiap hari atau setiap dua hari sekali. (Wahyudi, 2008).

d. Aktivitas Mikroba

Manurung dan Soelistyowati (1976) dalam Fauziyah (2002) menyatakan bahwa pulp kakao segar mengandung kurang lebih 10% gula dan 2% asam sitrat. Pada awal tahap fermentasi mikroba yang aktif adalah khamir. Hal ini disebabkan oleh fermentasi yang sesuai untuk pertumbuhannya. Tahap selanjutnya yang tumbuh adalah bakteri.

2.4.3 Perubahan di Luar Keping Biji Kakao

Pada awal fermentasi (24 jam) terjadi perubahan gula pada pulp menjadi etanol dan CO₂ sebagai akibat adanya aktivitas khamir. perubahan tersebut menyebabkan terjadinya kenaikan pH dan suhu yang mempengaruhi kehidupan khamir (Sa'id, 1987). Menurut Effendi dan Tripanji (1990), aktifitas khamir tersebut dikatalis oleh enzim pectinase. Kenaikan suhu dan pH dari pulp menghasilkan suasana aerob yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme lain yaitu bakteri asam asetat. Pada fermentasi selanjutnya, bakteri asam asetat yang mulai aktif akan mengoksidasi alkohol membentuk asam asetat dan asam laktat (Nasution dkk, 1976).

Menurut samah (1992), asam asetat merupakan komponen esensial sebagai asam yang berperan dalam proses kematian biji dan menghasilkan lingkungan yang

mendukung pembentukan calon citarasa dan aroma dalam keeping biji. Produksi asam asetat yang berlebihan dan bernetrasi dalam keeping biji menyebabkan penurunan pH biji sehingga menghasilkan citarasa yang rendah. Apabila pH biji sangat asam pH 4,5 menyebabkan terjadinya proses pengasaman yang kuat, sehingga enzim eksopeptidase melakukan proteolisis dan menghasilkan citarasa yang rendah (Susijahadi dan Jinap, 2008).

2.4.4 Perubahan di Dalam Keping Biji Kakao

Proses fermentasi dapat menyebabkan kematian biji tanpa menyebabkan kerusakan pada enzim. Kematian biji dapat menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan yang penting dalam biji. Perubahan-perubahan tersebut antara lain perubahan warna keeping biji, peningkatan aroma dan rasa serta perbaikan konsistensi keping biji. (Nasution dkk, 1976)

Beberapa perubahan penting didalam keping biji selama proses fermentasi berlangsung adalah akibat adanya aktifitas enzim. Adanya perubahan pH dan suhu serta proses kematian biji dapat mematikan enzim-enzim didalam keping biji. Pada umumnya semakin tinggi suhu, laju reaksi kimia yang dikatalis oleh enzim semakin meningkat. Hal ini karena enzim akan melampaui reaksi katalis enzim, sehingga inaktivasi enzim meningkat. Hal ini karena enzim adalah protein, dimana pada suhu tinggi protein mengalami denaturasi. Perubahan kereaktifan enzim akibat perubahan pH diperkirakan karena terjadi perubahan-perubahan ionisasi enzim, substrat atau enzim substrat. Enzim menunjukkan aktivasi maksimal pada kisaran pH yang disebut pH optimal, yang umumnya berkisar antara 4,5-8 selain faktor pH dan suhu, keaktifan enzim dipengaruhi oleh kadar air dalam bahan. Pada kadar air rendah, terjadi halangan dan rintangan sehingga baik difusi enzim maupun substrat terhambat. Akibatnya hidrolisis hanya terjadi pada bagian substrat yang langsung berhubungan dengan enzim. Reaksi enzimatik bisa saja terjadi pada bahan yang berkadar air rendah apabila substratnya sangat aktif bergerak sehingga mudah melakukan kontak dengan enzim. (Wood and Lass 2001).

Salah satu enzim yang berperan penting dalam fermentasi kakao adalah enzim polifenol oksidase. Aktivasi dimulai sejak awal fermentasi dan berlanjut pada proses pengeringan. Enzim ini berperan dalam pembentukan warna coklat dan pembentukan citarasa yang khas. Polifenol oksidase dapat mengkatalisis proses oksidase dari monohidrosifenol dan o-hidroksi fenol membentuk 0-quinon, kemudian bereaksi dengan amino kompleks dan protein menghasilkan suatu molekul berpolimer tinggi dan disebut melamin dan melanoprotein. Selain itu polifenol oksidase berperan dalam pembentukan calon pembentuk citarasa mulai dari fase fermentasi oksidatif sampai fase pengeringan. Perubahan-perubahan yang terjadi pada citarasa antara lain terjadinya reduksi pada *bitterness* (rasa pahit) dan *astringency* (rasa sepat) yang dihasilkan dari proses polimerisasi, yaitu suatu reaksi interaksi antara polifenol dan protein (Forsyt dan Quesnel, 1963 dalam Wong dkk, 1990). Karboksipeptidase merupakan enzim yang berperan dalam pembentukan calon pembentuk citarasa peptide hidrofilik yang mempunyai pH optimal 5,8 sedangkan enzim aminopeptidase memiliki pH optimal sekitar 6,8 (Hansen dkk, 1998). Berikut dapat dilihat pada tabel 2.4 mengenai komposisi kimia biji kakao yang telah terfermentasi.

Tabel 2.4. Komposisi Kimia Biji Kakao yang Difermentasi

Komponen	Persen (%)
Kulit biji	9,63
Kecambah	0,77
Keping biji	
Lemak	54,7

Air	2,1
Abu	2,7
Nitrogen	
Total N	2,2
Protein N	1,3
Theobromine	1,4
Kafein	0,07
Karbohidrat	
Glukosa	0,1
Pati	6,1
Pektin	4,1
Serat	2,1
Selulosa	1,9
Pentosa	1,2
Gum	1,8
Tanin	6,2
Asam organik	
Asetat	0,1
Oksalat	0,3
Sitrat	0,7

Sumber: Minifie, (1999).

2.5 Karakteristik Biji Kakao Kering

Karakteristik biji kakao kering merupakan hal yang paling penting dalam menentukan mutu biji kakao. Mutu inilah yang akan menentukan harga biji kakao di pasaran. Semakin baik karakteristik bijinya, maka harganya pun akan semakin mahal. Menurut Wahyudi, dkk (2008) adapun karakteristik biji kakao kering yang baik harus memiliki beberapa persyaratan 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 (SNI, 2008). Dengan mengklasifikasikan ukuran biji kakao, maka akan didapat keseragaman biji dengan berbagai mutu.

2. Kadar kulit biji

Kadar kulit merupakan limbah bagi konsumen, sehingga konsumen menginginkan kadar kulit yang paling minim, akan tetapi cukup kuat untuk melindungi biji dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, serangan hama maupun jamur. Kadar kulit terendah yaitu sekitar 11% dianggap sebagai standart yang cukup baik untuk kadar kulit karena semakin tinggi kadar kulit biji, maka semakin sedikit rendemen yang dapat dikonsumsi sehingga membuat harga biji kakao menjadi lebih rendah.

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.

3. Kadar lemak

Kadar lemak pada umumnya dinyatakan dalam persen dari berat kering keping biji. Lemak merupakan komponen termahal dari biji kakao dan rata-rata kandungan lemak pada biji kakao berkisar antara 55-58%. Kandungan lemak pada biji kakao ditentukan oleh jenis tanaman dan faktor musim dimana buah kakao yang berkembang pada musim hujan akan menghasilkan biji kakao yang berkadar lemak tinggi.

Lemak kakao sebagian besar terdiri atas trigliserida (sekitar 94%) dengan sedikit ($\pm 4\%$) dan monogliserida ($< 0,5\%$). Selain itu pada lemak kakao juga terdapat asam lemak bebas ($\pm 1,3\%$). Menurut Francis (1990), komponen utama penyusun lemak kakao adalah trigliserida yang terbentuk oleh variasi senyawa asam lemak stearate, palmitat dan oleat. Jumlah dan posisi ketiga asam lemak tersebut dalam

trigliserida mempengaruhi karakteristik leleh lemak. Rasio antara asam lemak yang memadat pada tingkatan suhu (Chichester dan Schweert, 1988).

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% (SNI, 2008), karena jika kadar air lebih dari standar maka yang turun bukan hanya hasil rendemennya saja, melainkan juga beresiko terserang bakteri dan jamur. Namun apabila kadar air kurang dari 5%, maka kulit biji akan mudah pecah atau rapuh dan biji harus dipisahkan karena mengandung kadar biji pecah yang tinggi.

5. Derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji

Biji kakao yang dapat memberi cita rasa khas coklat adalah biji kakao yang difermentasi. Pembentukan calon cita rasa selama fermentasi terbentuk seiring dengan terjadinya degradasi warna ungu pada keping biji. Derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tingkatan sebagai berikut:

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

Biji yang berwarna sebagian ungu dan sebagian coklat tidak dianggap merusak cita rasa apabila jumlahnya tidak lebih dari 20%, dan masih dapat diterima apabila jumlahnya antara 30-40%, namun apabila jumlahnya melebihi 50% akan menimbulkan rasa pahit. Penentuan derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji dilakukan dengan membelah biji kakao (uji belah/*cut test*) dengan arah melintang sehingga permukaan biji yang terbelah dapat dilihat dengan jelas. Berikut tersaji pada tabel 2.5 komposisi kimia dari biji kakao tidak terfermentasi.

Tabel 2.5. Komposisi Kimia Biji Kakao Kering Tidak Terfermentasi

Bahan	Presentase %
Lemak	53.05
Total abu	2.63
Glukosa	8,0-13,0
Sukrosa	0,4-1,0
Asama Non-Volatile	0,2-0,4
Garam-garam	0,4-0,45
Besi Oksida	0,03
Karbohidrat	14.31
Total N	2.28
Protein	1.50
Ammonia	0.028
Amida	0.188
Theobromin	1.17
Osalat	0.29
Asam-asam	0.304
Selilosa	1.92
Gum	0.38
Tanin	7.54
Asetat	0.014
Kafein	0.085

Sumber: Minifine (1980)

2.6 Wadah Fermentasi

2.6.1 Krat plastik

Wadah plastik merupakan wadah yang berbentuk kotak persegi yang memiliki kedalaman sekitar 50 cm dimana pada wadah plastik atau krat plastik sudah memiliki

banyak fungsi diantaranya sebagai pelindung kedua dari bahan yang dilapisi plastik seperti barang pecah belah krat plastik sudah banyak diproduksi dan bentuknya beragam kegunaan krat plastik pada penelitian ini yaitu sebagai wadah untuk fermentasi biji kakao dimana wadah plastik yang digunakan berukuran (625mm x 425mm x 294mm) dengan lubang udara disetiap sisinya. (Ariefandie, 2013).

penggunaan krat plastik sebagai wadah fermentasi bertujuan untuk mempermudah bagi setiap petani kakao khususnya bagi perkebunan rakyat dimana untuk wadah fermentasi tidak perlu menggunakan lembaran kayu yang disusun menjadi kotak, penggunaan krat plastik juga telah memenuhi syarat sebagai kotak fermentasi dimana krat plastik memiliki lubang serta tidak melepaskan bagian atau unsur yang dapat mengganggu kesehatan atau mempengaruhi mutu hasil. (Ariefandie, 2013).

Untuk jangka waktu kedepan jika penggunaan wadah fermentasi menggunakan krat plastik memberikan mutu dan karakteristik fisik kimia yang baik akan mudah untuk menjadikan industrialisasi kakao bagi para perkebunan rakyat. Selain perawatan krat plastik ini mudah penanganannya juga dapat digunakan untuk beberapa kali fermentasi kakao sehingga para petani kakao tidak perlu membeli baru setiap melakukan proses fermentasi. (Ariefandie, 2013).

2.6.2 Daun Pisang

Dalam penelitian ini metode fermentasi daun pisang dilakukan dengan cara menimbun atau menumpuk biji kakao segar diatas daun pisang hingga membentuk kerucut. Permukaan atas biji ditutup dengan daun pisang kembali, Penutupan berfungsi untuk mencegah pembuangan panas yang terlalu besar (Wahyudi, 2008).

Daun pisang yang digunakan untuk menutup biji kakao biasanya ditindih dengan potongan-potongan kayu. Metode daun pisang ini biasa diterapkan oleh perkebunan besar seperti yang dilakukan di daerah Afrika Barat, dimana metode ini

sering dilakukan dan termasuk tindakan yang disarankan untuk fermentasi biji kakao segar oleh petani yang ada di daerah tersebut. (Wood dan Lass, 2001)

Fermentasi menggunakan metode ini membutuhkan waktu sekitar 6 hari dengan pengadukan sebanyak dua kali, tetapi umumnya sebagian besar petani hanya melakukan fermentasi selama 3-5 hari dan pengadukan dilakukan hanya sekali atau tidak sama sekali. (Wahyudi, 2008)

Keuntungan metode fermentasi dalam tumpukan adalah penggunaannya yang sederhana dan tidak memerlukan banyak biaya sehingga meringankan para petani dalam hal wadah fermentasi. Namun, karena dilakukannya diatas daun pisang, fermentasi ini harus dilakukan di tempat yang teduh dan terlindung dari cahaya matahari langsung serta perlu dijaga dari kemungkinan biji menjadi kotor oleh tanah. (Wahyudi, 2008).

2.7 Syarat Mutu Biji Kakao

Berikut persyaratan mutu biji kakao menurut SNI 2323:2008 Standart mutu terbagi atas dua syarat mutu, yaitu syarat mutu umum dan syarat mutu khusus. Syarat mutu umum biji kakao dapat dilihat pada tabel 2.6 dan syarat mutu khusus pada tabel 2.7.

Tabel 2.6. Persyaratan mutu umum

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

2.7.1 Syarat khusus

Berikut merupakan syarat mutu khusus yang diterapkan oleh SNI 2323:2008 pada biji kakao kering hasil fermentasi dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7. Persyaratan mutu khusus

Jenis mutu		Persyaratan				
Kakao Mulia (<i>Fine Cocoa</i>)	Kakao Lindak (<i>Bulk Cocoa</i>)	Kadar biji berjamur (biji/biji)	Kadar biji <i>slaty</i> (biji/biji)	Kadar biji berserangga (biji/biji)	Kadar kotoran waste (biji/biji)	Kadar biji berkecambah (biji/biji)
I – F	I – B	Maks. 2	Maks. 3	Maks. 1	Maks. 1,5	Maks. 2
II – F	II – B	Maks. 4	Maks. 8	Maks. 2	Maks. 2,0	Maks. 3
III - F	III - B	Maks. 4	Maks. 20	Maks. 2	Maks. 3,0	Maks. 3

Keterangan : Satuan dalam persen

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya buah kakao jenis lindak/*bulk cocoa* yang diperoleh dari PTPN XII Kebun Kalikempit, Kalisepanjang,

Kalitelepak – Banyuwangi dan diterima dalam bentuk buah (pod/kolven) dan dipecah sebelum fermentasi dilakukan. Klon yang digunakan antara lain PA 161, TSH 858, ICS dan Scavina 6 tanpa dipisahkan. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah krat plastik berkapasitas \pm 50 kg berukuran 80cm x 50cm dengan ketinggian/kedalaman wadah 60cm, dan daun pisang kepok raja berukuran besar (tua) sebanyak 6 helai.

Bahan analisis yang digunakan adalah methanol 90%, HCl pekat 37%, aquades, petroleum benzen, larutan perak nitrat (AgNO_3), kertas saring, dan benang wol.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah fermentasi, kotak kayu, krat plastik, daun pisang, thermometer, pH meter (Trans Instrument), Neraca analitik (Toledo XP 205 Plus), Soxhlet apparatus, oven, eksikator, spektrofotometer (Shimadzu UV-Visible Recording Spektrofotometer model UV-160A), kuvet, pipet ukur, pipet volume 50ml, penangas air, labu didih, kaca arloji, corong kaca, spatula, mortar dan penumbuk.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di 2 tempat yang berbeda disetiap tahapnya, untuk tahap pertama penelitian dilakukan di kebun percobaan Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia bertempat di kaliwining, Desa Nogosari, Kec. Rambipuji, Kab. Jember. Penelitian tahap kedua dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan Laboratorium Analisa Terpadu Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Agustus 2014 sampai Januari 2015.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Analisa deskriptif dilakukan pada pengukuran suhu fermentasi, derajat keasaman luar dan dalam biji kakao pada saat fermentasi, indeks fermentasi biji kakao basah, dan kadar biji cacat.

Data yang diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan uji sidik ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%, apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Tukey. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, diagram batang, atau grafik untuk mempermudah interpretasi data.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

3.3.2.1 Penelitian Tahap Pertama

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap pertama melakukan fermentasi biji kakao segar selama 96-114 jam sampai proses penjemuran selama 7-10 hari dan kadar air biji kakao mencapai 7%, tahap kedua melakukan karakterisasi fisik dan kimia biji kakao kering hasil fermentasi dari masing-masing perlakuan.

Biji kakao kering dikarakteristik fisik dan kimia meliputi pengukuran jumlah biji per 100 gram, kadar kulit, kadar air, kadar lemak, indeks fermentasi biji kakao kering.

1. Fermentasi Dalam Kotak Kayu

Fermentasi ini melibatkan penggunaan kotak kayu berkapasitas 750 kg yang kuat dan dilengkapi dengan lubang-lubang di setiap sisi dan dasar kotak yang berfungsi sebagai pembuangan cairan fermentasi atau lubang untuk keluar masuknya udara (aerasi). (Wahyudi, 2008).

Biji dalam kotak fermentasi sebelumnya dilakukan pengurangan pulpa sebanyak 40% hal ini untuk mengurangi aroma dan cita rasa asam yang berlebih pada hasil biji kakao terfermentasi. selanjutnya biji kakao dimasukkan kedalam kotak fermentasi dan ditutup karung goni, tujuannya adalah untuk mempertahankan panas saat proses fermentasi. Biji kakao yang difermentasi

dilakukan pengadukan setiap 48 jam sekali selama proses fermentasi berlangsung. Fermentasi diakhiri sekitar 4 hari atau 96 jam masa fermentasi.

2. Fermentasi Dalam Krat Plastik

Pada metode ini, biji kakao segar hasil panen dimasukkan ke dalam krat plastik berukuran (625mm x 425mm x 294mm) berkapasitas ± 50 kg yang memiliki lubang disetiap sisi, permukaan krat plastik ditutup menggunakan karung goni seperti halnya fermentasi dalam kotak kayu. Fermentasi dalam krat plastik juga dilakukan pengadukan dan pembalikan setelah 48 jam (2 hari) fermentasi. Caranya dengan mengaduk ditempat krat plastik tersebut dan ditutup kembali dengan karung goni. Keuntungan penggunaan fermentasi dengan cara ini adalah wadah mudah didapat, pengadukan mudah dilakukan, mudah dipindah-pindah, dan biji bisa terhindar dari kotor akibat bersentuhan fisik dengan tanah.

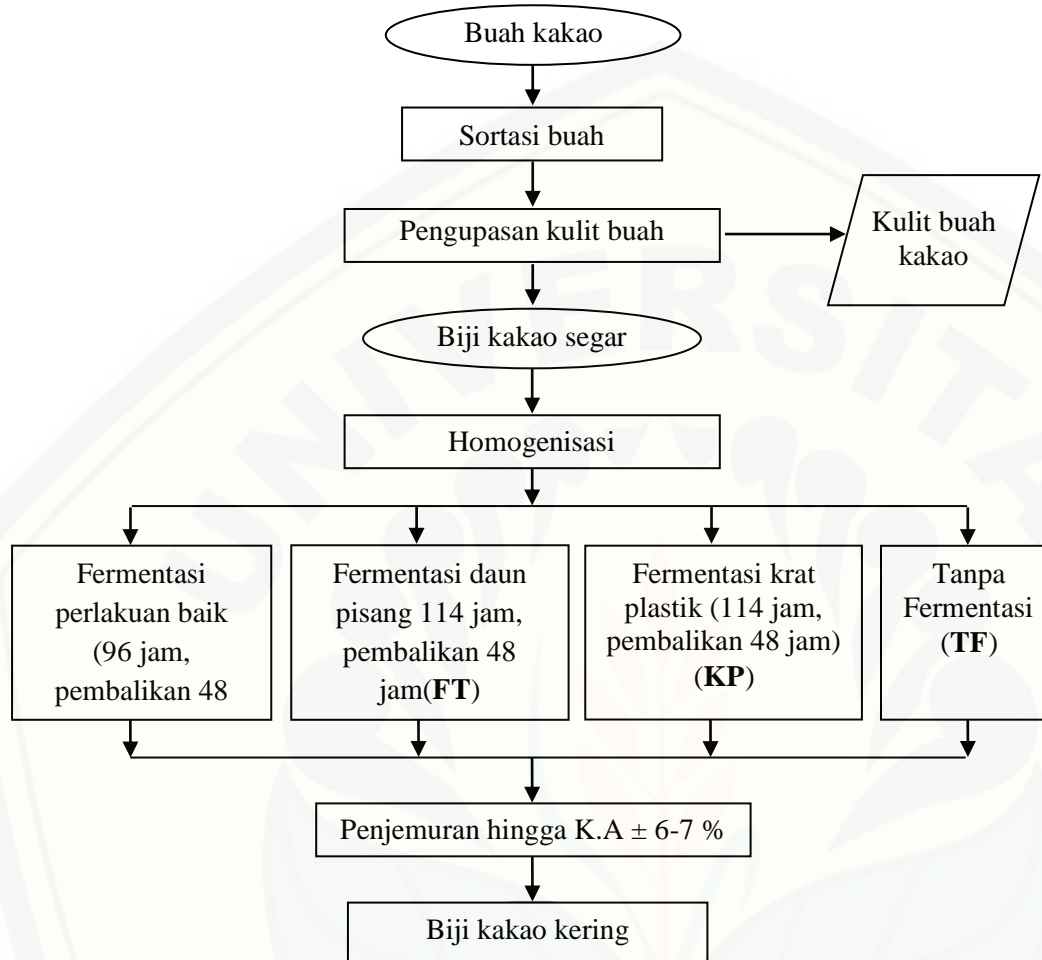
3. Fermentasi Dalam Daun Pisang

Metode fermentasi dalam daun pisang dilakukan dengan cara menimbun atau menumpuk biji kakao segar di atas daun hingga membentuk kerucut dengan metode ini kapasitas dapat mencapai 150kg pada setiap fermentasinya. Permukaan atas biji ditutup dengan daun pisang kembali yang memungkinkan udara masuk. Penutupan berfungsi untuk mencegah pembuangan panas yang terlalu besar. Daun pisang yang digunakan sebagai penutup biasanya diberi tindihan berupa potongan lebar kayu. Pada fermentasi tumpuk diperlukan 6 hari fermentasi dan dilakukan pengadukan sebanyak 2 kali pada proses fermentasinya pada jam ke 48. Keuntungan metode fermentasi tumpuk adalah penggunaannya yang sederhana dan tidak membutuhkan wadah khusus.

4. Tanpa Fermentasi

Biji kakao yang telah dipecah langsung disebar pada alas terpal dan langsung dilakukan penjemuran menggunakan sinar matahari langsung tanpa fermentasi khusus dan tidak dilakukan pembalikan, waktu penjemuran berlangsung 5-6 hari dengan kondisi cuaca kering dan tidak lembab.

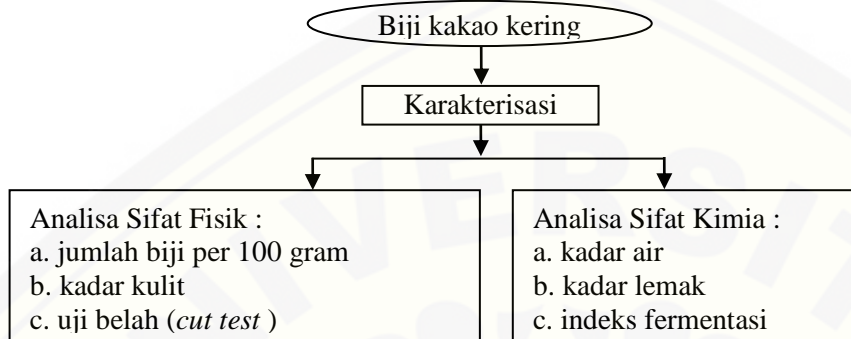
Diagram alir proses fermentasi biji kakao segar menggunakan perlakuan diatas dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tahap 1

3.3.2.2 Penelitian Tahap Kedua

Penelitian tahap kedua dilakukan untuk mengamati karakteristik fisik dan kimia biji kakao kering serta pengukuran indeks fermentasi biji kakao basah. Pengamatan karakteristik fisik biji kakao kering meliputi jumlah biji per 100 gram, kadar kulit dan uji belah. Karakteristik kimia biji kakao kering meliputi kadar air, kadar lemak dan indeks fermentasi. Berikut diagram alir tahap kedua Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Tahap 2

3.4 Parameter Pengamatan

3.4.1 Biji Kakao Basah

Parameter yang diamati untuk biji kakao basah meliputi indeks fermentasi biji kakao basah setiap 6 jam, nilai pH dalam dan luar biji basah kakao, suhu proses fermentasi biji kakao setiap 6 jam.

3.4.2 Biji kakao Kering

Parameter yang diamati adalah karakteristik biji kakao kering yang meliputi kadar air biji kakao, kadar lemak biji kakao kering, indeks fermentasi biji kakao kering, mutu biji kakao kering meliputi uji warna (slaty, coklat ungu,) berjamur, berserangga, berkecambah, bentuk, berat dan uji belah (*cut test score*).

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Pengukuran pH Biji Kakao Basah Luar dan Dalam

Pengukuran pH luar biji dilakukan setiap 6 jam sekali menggunakan pH meter jenis digital, pengukuran pH dilakukan dengan melarutkan 15 g biji kakao basah

kedalam aquades terlebih dahulu dan memasukkan pH meter ke dalam larutan tersebut.

Prosedur pengukuran pH biji dalam kakao yaitu dengan 10 g bubuk nib (biji kakao basah yang dihaluskan tanpa kulit biji), kemudian ditambah 10 ml aquades aduk sampai homogen dan saring lalu ukur larutan menggunakan pH meter digital.

3.5.2 Suhu Biji Kakao Basah

Pengukuran suhu biji kakao dilakukan setiap 6 jam sekali selama proses fermentasi. Pengukuran suhu menggunakan thermometer batang yang telah ditancapkan dalam bak fermentasi selama proses fermentasi hingga akhir proses fermentasi.

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

Biji kakao basah di pilih secara acak ± 3 biji dan dipastikan ketika di belah biji bukan biji slaty dihaluskan sampel diulang secara duplo dan ditimbang masing-masing seberat 0,5 g dimasukkan kedalam beaker glass 100 ml, kemudian tambahkan pelarut berupa larutan (Methanol – Hcl 30%) sebanyak 50 ml ditutup rapat dengan plastik atau aluminium foil kemudian disimpan pada lemari es dengan suhu 4⁰ C diamkan selama satu malam, larutan disaring dengan kertas saring dan hasil saringan disiapkan dalam cuvet dan siap di ukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm.

3.5.4 Penentuan Kadar Air Biji Kakao Kering

Pengukuran kadar air menggunakan metode oven, dimulai dengan pengeringan sampel dan diteruskan dengan penimbangan cawan yang terbuat dari stainless steel untuk mengetahui berat cawan. Cawan yang sudah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam. Kemudian tambahkan bahan

seberat 10 g untuk masing-masing cawan. Bahan yang digunakan adalah biji kakao kering yang di potong kecil beserta kulit. Setelah itu, sampel dimasukkan oven selama 16 jam. Setelah 16 jam sampel dikeluarkan dari oven. Kadar air dinyatakan dalam persentase bobot seperti berikut:
$$\text{Kadar air} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100\%$$

(SNI 2323:2008).

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

Pengukuran kadar lemak pada biji kakao kering menggunakan acuan SNI Biji kakao 2323:2008. Prinsip pengukuran kadar lemak biji kakao adalah ekstraksi lemak biji kakao dengan menggunakan pelarut organik non polar (petroleum benzen 40 °C sampai dengan 60 °C), yang sebelumnya dihidrolisis dengan larutan HCl.

Prosedur yang dilakukan dalam analisis kadar lemak adalah sebagai berikut:

a. Persiapan contoh yang akan diuji

Timbang 3 – 5 g ke dalam gelas piala 300 – 500 ml. Tambahkan 45 ml air suling mendidih dan 55 ml HCl ke dalam gelas piala. Kocok dan tutup gelas piala tersebut dengan kaca arloji dan didihkan perlahan-lahan selama 15 menit. Bilas kaca arloji dengan 100 ml air suling dan masukkan air pencucian tersebut ke dalam gelas piala, kemudian saring endapan melalui kertas saring yang bebas lemak. Bilas gelas piala tersebut 3 kali dengan air suling melalui kertas saring dan pencucian diteruskan sehingga bebas Cl (tidak memberikan endapan putih AgCl dengan penambahan 1 – 3 tetes 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.

b. Ekstraksi lemak

Keringkan selama 1 jam labu didih dan timbang hingga bobot konstan, kemudian sambungkan dengan alat ekstraksi soxhlet. Masukkan timbal ekstraksi atau selongsong kertas saring ke dalam soxhlet. Bilas beberapa kali gelas piala dan kaca arloji yang telah dikeringkan dengan 150 ml petroleum benzen dan tuangkan ke dalam labu. Selanjutnya refluks selama 4 jam dengan kecepatan ekstraksi kira-kira 3 tetes per detik. Setelah ekstraksi selesai, keluarkan timbal ekstraksi kemudian uapkan pelarut petroleum benzen dengan alat penguapan atau dengan memanaskan labu di atas penangas air. Keringkan labu beserta lemak didalam oven pada suhu 100 – 101⁰C, 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 :

Mo 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

Ka adalah kadar air contoh uji

3.5.6 Indeks Fermentasi Biji Kakao Kering

Biji kakao dihaluskan dan sudah di ayak kemudian ditimbang setelah itu dimasukkan dalam beaker glass 100 ml, kemudian tambah pelarutnya (Methanol – HCL 30%) sebanyak 50 ml ditutup rapat dengan plastik atau alumunium foil kemudian disimpan pada lemari es dengan suhu 4⁰ C diamkan selama satu malam larutan disaring dengan kertas saring dan hasil saringan disiapkan dalam cuffet lalu siap di ukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm.

3.5.7 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

1. Bentuk Biji Kakao Kering

Penentuan bentuk biji kakao dilakukan dengan cara pengamatan secara visual. Biji kakao ditimbang sebanyak 100 gram kemudian diamati secara visual kenampakannya. Klasifikasi bentuk biji dibagi menjadi biji utuh, biji tidak utuh, biji berplasenta, biji dempet, biji pipih, dan biji pecah.

2. Berat Biji Kakao Kering (SNI 2323:2008)

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

- AA : jumlah biji (x) sampai dengan 85 biji
- A : jumlah biji (x) kurang dari 100 biji
- B : jumlah biji (x) kurang dari 110 biji
- C : jumlah biji (x) kurang dari 120 biji
- S : jumlah biji (x) lebih dari 120 biji

3. Uji Belah

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati perubahan warna secara visual dan subyektif. Sebanyak 50 biji kakao dibelah membujur tepat dibagian tengahnya menjadi dua dengan ukuran yang sama besar. Dari 100 belahan biji tersebut diamati satu per satu warna keping biji kakao berdasarkan klasifikasinya (Mulato, dkk. 2008). Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi menjadi 3 klas dimana warna slaty dimasukkan ke dalam klas biji unfermented, warna ungu dominan terhadap coklat ke dalam klas biji underfermented, dan coklat dominan masuk klas biji fermented. Persentase dari ketiga klasifikasi tersebut slaty (0-20%), ungu (20-60%), dan coklat (60-100%). Kemudian dihitung persentasenya dengan rumus sebagai berikut :

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

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

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

3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan uji sidik ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi $\leq 5\%$, apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Tukey. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, diagram batang, atau grafik untuk mempermudah interpretasi data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan kimia biji kakao hasil fermentasi menggunakan variasi wadah krat plastik dan fermentasi menggunakan daun pisang. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui mutu dari biji kakao yang melalui tahap proses fermentasi yang menggunakan ketiga wadah tersebut. Pengamatan selama proses fermentasi yang dilakukan adalah pengukuran suhu fermentasi, pH luar dan pH dalam biji kakao pada saat proses fermentasi berlangsung serta indeks fermentasi biji kakao basah, pengamatan setelah biji kakao dikeringkan meliputi kadar air biji kakao kering, uji belah (*cut test*), dan indeks fermentasi, kadar lemak, klasifikasi mutu (biji cacat).

Penelitian ini menggunakan bahan baku biji kakao jenis lindak / *bulk cocoa* yang diperoleh dari PTPN XII Kebun Kalikempit, kali telepak, kali sepanjang –

Banyuwangi dan diterima dalam bentuk buah (pod/kolven) lalu dipecah di lokasi fermentasi sebelum proses fermentasi dilakukan. Klon yang digunakan antara lain jenis PA 161, TSH 858, ICS dan Scavina 6.

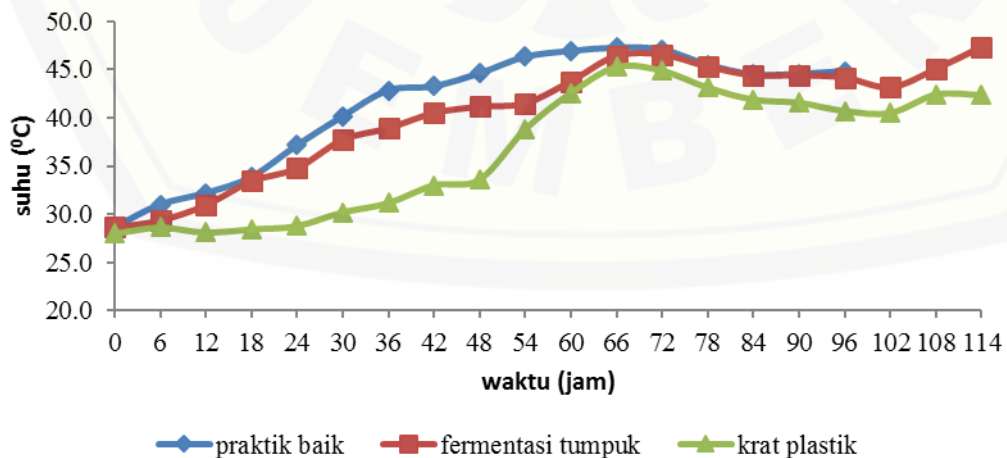
Biji kakao yang telah dipecah dipisahkan antara plasenta dan biji, biji kakao diberi perlakuan yaitu di fermentasi menggunakan krat plastik dan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang proses fermentasi dilakukan selama 114 jam dengan pembalikan setiap 24 jam. Sebagai kontrol positif dari perlakuan yang dilakukan adalah perlakuan terbaik dari pihak puslitkoka yaitu fermentasi biji kakao menggunakan kotak kayu dan difermentasi selama 96 jam dengan pengurangan jumlah pulpa pada biji kakao sebanyak 40%, dan sebagai kontrol negatif biji kakao tidak dilakukan proses fermentasi namun langsung dijemur dibawah sinar matahari selama $\pm 5-6$ hari.

4.1 Karakteristik Proses Fermentasi Biji Kakao

Karakteristik proses fermentasi yang diamati meliputi suhu fermentasi, derajat keasaman biji luar dan dalam kakao, indeks fermentasi, dan uji belah (*cut test*).

4.1.1 Suhu Fermentasi Biji Kakao

Secara fisik, aktifitas proses fermentasi dapat diketahui dan dikontrol dengan laju peningkatan suhu fermentasi mulai awal hingga akhir fermentasi, Perubahan senyawa pada proses fermentasi ditandai dengan terjadinya perubahan suhu sebagaimana tersaji pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1. Suhu Proses Fermentasi

Selama proses fermentasi terjadi perubahan senyawa-senyawa pada biji kakao, perubahan yang terjadi melibatkan aktifitas mikroorganisme dan beberapa aktifitas enzim.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa suhu awal ketiga perlakuan proses fermentasi berkisar $28,3^{\circ}\text{C}$. Seiring dengan lamanya proses fermentasi maka suhu fermentasi akan meningkat, masing-masing dari semua perlakuan mengalami kenaikan suhu fermentasi secara linier hingga proses fermentasi pada jam ke-72 yaitu berkisar $45,3^{\circ}\text{C}$ sebagai puncak suhu fermentasi, terlihat suhu mulai menurun secara perlahan pada ketiga perlakuan fermentasi hingga mencapai $43,8^{\circ}\text{C}$ pada jam ke-78. Proses fermentasi masih terus dilanjutkan untuk perlakuan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang dan krat plastik hingga ke-114 jam dengan waktu pembalikan setiap 48 jam dimana pembalikan dapat berfungsi untuk menyetarakan atau menyeragamkan suhu dalam proses fermentasi, terlihat dalam gambar bahwa setelah jam ke-102 terjadi kenaikan dan penurunan suhu yang tidak konstan pada perlakuan fermentasi menggunakan krat plastik dan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang seperti yang terjadi pada krat plastik suhu fermentasi pada jam ke-102 turun menjadi $39,8^{\circ}\text{C}$ dan terjadi kenaikan pada jam ke-108 yaitu $42,4^{\circ}\text{C}$ lalu mengalami penurunan kembali pada jam ke-114 menjadi $41,3^{\circ}\text{C}$. Pada fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang pada jam ke-102,108,114 berturut-turut yaitu $43,1^{\circ}\text{C}$, $44,4^{\circ}\text{C}$, $47,1^{\circ}\text{C}$. Peningkatan suhu biji kakao tersebut terjadi secara bertahap setelah mikroba memulai aktifitas dan menghasilkan panas yang kemudian di transmisikan ke seluruh bagian tumpukan biji kakao. Proses peningkatan suhu tumpukan biji kakao sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Pasau (2013) bahwa seiring dengan lamanya waktu fermentasi maka suhu fermentasi akan meningkat

karena merupakan fermentasi mikrobiologis secara alami sehingga suhu meningkat karena adanya aktifitas mikroorganisme. Soenaryo dan Situmorang (1978) menyatakan bahwa proses selanjutnya yang terjadi yaitu mengubah alkohol menjadi asam asetat yang dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam asetat yang ditandai dengan peningkatan suhu yang cukup tinggi.

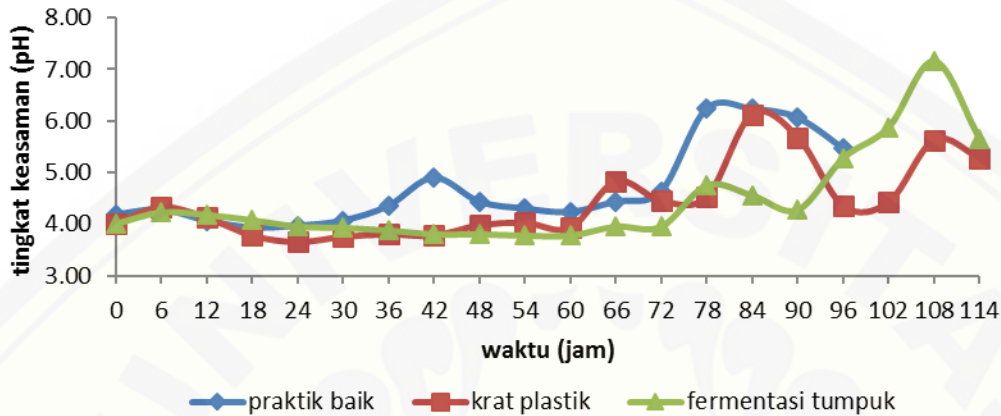
Pada Gambar 4.1 juga menunjukkan bahwa meningkatnya suhu tumpukan biji kakao dicapai pada lama fermentasi 66 jam dan mencapai puncak pada fermentasi ke-72 jam. Peningkatan suhu tersebut terjadi saat fermentasi memasuki lama fermentasi 48 jam yakni dari $39,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $45,3^{\circ}\text{C}$. Peningkatan suhu dipicu oleh adanya oksigen setelah pembalikan pada jam ke-48 yang mengakibatkan kondisi tumpukan menjadi aerob.

Gumbira (1978) dalam Atiqoh (2007) menyatakan bahwa peningkatan suhu fermentasi disebabkan oleh perubahan gula menjadi alkohol, suhu dalam proses fermentasi biji kakao berkisar 45°C - 48°C dapat menghasilkan kualitas biji kakao yang baik hal ini juga sesuai dengan pernyataan Jinap dkk (2008) yang menyatakan bahwa suhu yang mencapai 45°C - 50°C atau lebih dapat memicu adanya asam asetat dan ethanol yang merupakan hasil oksidasi oleh bakteri asam asetat yang menyebabkan kematian pada biji. Apabila fermentasi tersebut terlalu lama maka produksi asam asetat berlebihan sehingga menghasilkan flavor rendah. Maka dari itu, dalam proses fermentasi menggunakan krat plastik dan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang fermentasi di hentikan pada jam 114 pada suhu $44,2^{\circ}\text{C}$.

4.1.2 Tingkat Keasaman Fermentasi Biji Kakao

Secara kimiawi, indikator berlangsungnya proses fermentasi dapat diketahui dari laju perubahan derajat keasaman (pH) biji kakao sebagai akibat dari aktivitas mikroba selama proses fermentasi. Adanya proses fermentasi mengakibatkan terjadinya perubahan pH. Baik pH luar maupun dalam biji, tingkat keasaman pH biji luar dan biji dalam kakao selama proses fermentasi berbanding lurus terbalik, dimana

derajat keasaman biji luar kakao selama proses fermentasi mengalami peningkatan dan sebaliknya pada derajat keasaman biji dalam kakao semakin lama akan semakin asam. Perubahan pH luar dan pH dalam biji kakao dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



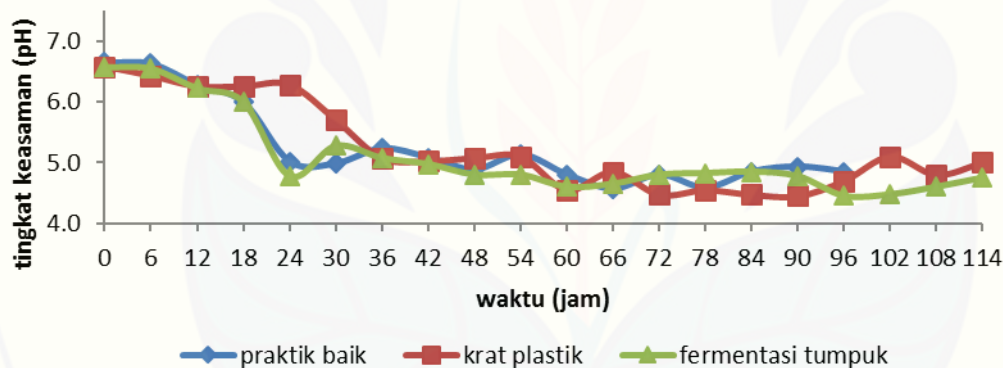
Gambar 4.2 Grafik Perubahan pH Luar Biji Kakao Selama Fermentasi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi perubahan pH luar biji kakao saat proses fermentasi berlangsung. Pada gambar 4.2 terlihat bahwa pH luar biji ketiga perlakuan yang diberikan terhadap proses fermentasi pada jam ke-0 yaitu berkisar 4,1 dan terus berangsur menurun sampai pada jam ke-18 yaitu sebesar 3,8 hal ini karena pulpa biji kakao masih mengandung asam sitrat dan asam-asam organik lainnya dalam pulpa kakao yang menempel pada permukaan biji. Pada jam ke-36 tingkat keasaman (pH) yaitu 4,0 berangsur-angsur naik dan terus meningkat sampai jam ke-66 yaitu 4,4 dari ketiga perlakuan proses fermentasi kenaikan pH terjadi secara konstan dan terus menerus meningkat hingga jam ke-78 yaitu 5,0 dan berangsur meningkat hingga 5,5 pada akhir fermentasi 114 jam. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pembalikan setiap 48 jam tidak memberikan perubahan nilai derajat keasaman (pH) yang signifikan karena ditunjukkan dengan pola grafik dari masing-masing perlakuan yang hamper serupa. Dumadi (1996) juga menambahkan bahwa peningkatan pH biji yang terjadi saat fermentasi disebabkan karena adanya oksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O . oksidasi asam akan mengurangi asam sehingga derajat keasaman (pH) akan naik. selain itu, penurunan kandungan asam

dikarenakan asam asetat padaakhir fermentasi berpenetrasi kedalam biji kakao sehingga kondisi asam berpindah pada bagian dalam biji kakao dan mengakibatkan jumlah asam pada permukaan biji kakao berkurang.

Dari penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Kustyawati dan Setyani (2008), melakukan fermentasi secara alami menyatakan penurunan pH tidak berlangsung secara terus menerus karena keterbatasan substrat dari pulpa kakao. Ketika pulpa kakao habis di metabolisir oleh mikroorganisme tersebut pH akan segera naik sebagai akibat adanya pertumbuhan mikroorganisme aerofilik yang ditandai dengan perubahan warna biji menjadi gelap dan mengalami perubahan aroma (Nurhayati, 2012).

Berikut merupakan grafik mengenai tingkat keasamaan pH biji dalam kakao fermentasi menggunakan perlakuan terbaik, krat plastik, fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang yang tersaji pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Perubahan pH Dalam Biji Kakao Selama Fermentasi

Gambar 4.3 Grafik Perubahan pH dalam biji kakao selama proses fermentasi menunjukkan bahwa pH bagian dalam biji mengalami penurunan dari jam pertama fermentasi sampai jam ke-24. Hal ini disebabkan asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme selama fermentasi berpenetrasi ke dalam biji dan menyebabkan nilai pH biji bagian dalam menurun dan menjadi lebih asam. Menurut Atiqoh (2007), tingkat keasaman biji kakao biasanya berada antara pH 5,0-5,8 pH biji > 5,8 berarti proses fermentasi

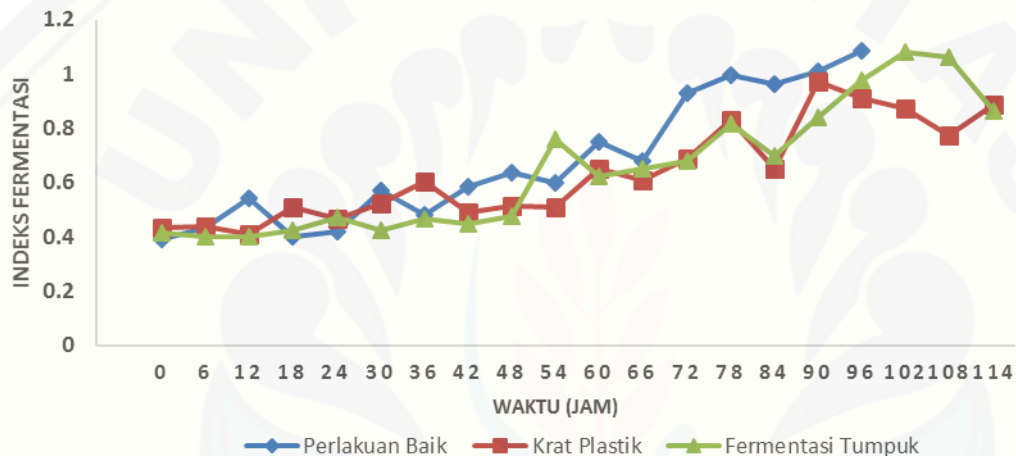
kurang sempurna, sedangkan pH biji <5,0 berarti biji mempunyai tingkat keasaman yang cukup tinggi. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa pH biji dalam yang keasamannya paling baik terletak pada proses fermentasi jam ke-48 sampai ke-54 ketiga perlakuan menunjukkan hasil pH 5,0 namun pada perlakuan fermentasi tumpuk pada jam ke-54 menunjukkan pH dalam biji semakin menurun dengan nilai 4,8 hal ini menunjukkan proses pembentukan asam mulai terjadi kemudian terus menurun sampai jam ke-96 dengan nilai 4,5 perubahan lama waktu fermentasi juga berakibat pada produksi asam asetat yang berlebihan sehingga jika kondisi terlalu asam atau < 5,0 dapat menghasilkan flavor yang rendah (Putra,dkk,2009). Pada perlakuan fermentasi perlakuan baik dan fermentasi tumpuk memiliki derajat keasaman yang rendah sampai proses fermentasi pada jam ke-114 untuk perlakuan terbaik yaitu 4,7 dan untuk fermentasi tumpuk 4,8. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan di kedua perlakuan tersebut belum sempurna karena pH biji <5,0 yang berarti biji kakao mempunyai tingkat keasaman cukup tinggi. Dan untuk perlakuan fermentasi menggunakan krat plastik pada jam ke-114 memiliki derajat keasaman yaitu 5,0 yang berarti sudah sesuai dengan referensi dimana Putra, dkk (2009) menyatakan bahwa keasaman biji kakao umumnya dengan batas pH antara 5,0-5,8 dan biji yang memiliki derajat keasamaan <5,0 tergolong asam tinggi, dan berpengaruh pada rasa yang dihasilkan.

4.1.3 Indeks Fermentasi Biji Kakao Basah

Analisis indeks fermentasi dilakukan untuk mengetahui tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah biji kakao yang difermentasi dapat terfermentasi secara sempurna atau tidak sempurna. Hasil pengukuran kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah (*cut test*), karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya. Senyawa hasil fermentasi adalah tannin kompleks berwarna coklat yang memberikan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna

ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm (Gourieva dan Tserevitinov dalam Misnawi, 2008).

Nilai indeks fermentasi kurang dari 1 menunjukkan bahwa warna ungu dari antosianin lebih dominan dibandingkan dengan warna coklat, nilai indeks fermentasi lebih dari 1 menunjukkan bahwa warna coklat pada biji kakao lebih banyak dan menandakan biji kakao terfermentasi secara sempurna (Yusianto, dkk, 1995). Besarnya nilai indeks fermentasi pada biji kakao basah yang digunakan dapat dilihat dari hasil perhitungan indeks fermentasi secara spektroskopi sebagaimana terlihat pada gambar 4.4:



Gambar 4.4 Grafik Perubahan Indeks Fermentasi Selama Fermentasi

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai IF menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi, nilai indeks fermentasi semakin meningkat. Hal ini disebabkan meningkatnya intensitas warna coklat pada biji kakao. Pada fermentasi jam ke-0 sampai jam ke-66 (± 3 hari) menunjukkan bahwa nilai IF kurang dari 0,8 dimana hal ini menunjukkan ketiga perlakuan fermentasi masih belum berjalan secara sempurna. Nilai indeks fermentasi kurang dari 0,8 menunjukkan biji tidak terfermentasi sempurna atau terfermentasi sebagian karena warna ungu dari antosianin lebih dominan daripada warna coklat dari tannin kompleks pada biji kakao. (Gourieva dan Tserevitinov dalam Misnawi, 2008).

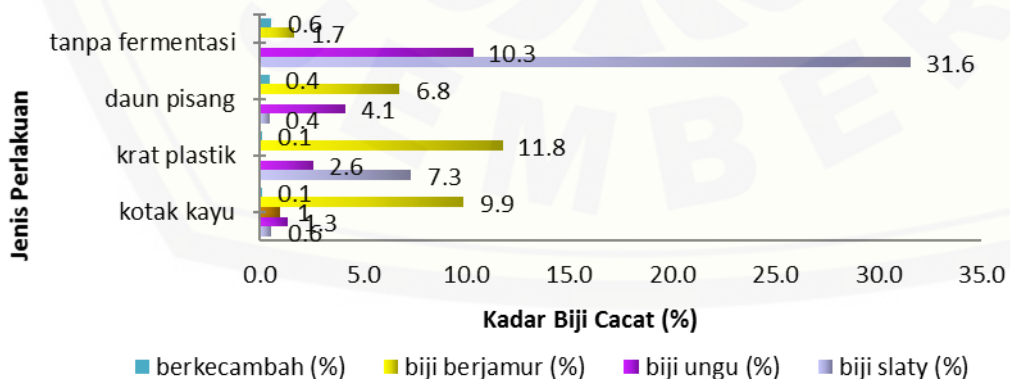
Fermentasi sempurna ditunjukkan pada hari ke empat dimana dari ketiga perlakuan fermentasi menunjukkan nilai lebih dari 0,8 dan mencapai 1 untuk perlakuan praktik baik dan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang.

Nilai IF dapat dikaitkan dengan pH dalam biji. Semakin rendah nilai pH maka nilai IF semakin meningkat. Tingkat keasaman biji berpengaruh terhadap kerja enzim, semakin rendah pH, enzim bekerja lebih optimal. Enzim bekerja optimal pada kisaran pH 4,5-8 (winarno, 1997). Hal ini juga sesuai dengan hasil dari derajat keasaman biji dalam yang ditunjukkan pada gambar 4.3 yang tersaji di atas bahwa semakin lama proses fermentasi maka tingkat keasaman biji dalam semakin asam (pH menurun).

4.1.4 Uji Belah Biji Kakao Kering

Penentuan derajat fermentasi juga ditentukan secara fisik yaitu dengan melakukan pengamatan warna keping biji dengan cara membelah biji kakao secara melintang sehingga warna permukaan biji yang terbelah dapat dilihat dengan jelas. Warna dan tekstur di dalam biji kakao yang awalnya ungu dan pejal berangsur-angsur berubah menjadi warna coklat dan memiliki rongga didalamnya.

Proses fermentasi yang terlalu singkat akan menghasilkan biji tidak terfermentasi atau yang disebut biji *slaty* (non fermented) dengan tekstur pejal dan warna tidak menarik. Yusianto (1995) menyatakan bahwa lama fermentasi optimal biji yaitu sekitar 4-5 hari yang akan menghasilkan warna coklat pada biji. Hasil dari uji belah (*cut test*) biji kakao kering yang dianalisa sebagaimana terlihat pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Grafik Uji Belah

Berdasarkan dari gambar 4.5 terlihat bahwa terdapat penurunan biji slaty di kedua perlakuan fermentasi jika dibandingkan dengan biji kakao yang tidak difermentasi (TF) dimana jumlah biji slaty pada kakao yang tidak difermentasi persentasenya mencapai 30,9%, akan tetapi pada biji kakao yang tidak difermentasi (TF) didapati pula biji berwarna coklat hal tersebut menunjukkan adanya fermentasi secara spontan yang diperoleh dari tumpukan-tumpukan biji kakao yang langsung dijemur tanpa melakukan pembilasan sehingga pulpa yang ada masih menempel akan menimbulkan reaksi perombakan senyawa organik yang dikatalisa oleh enzim yang melibatkan aktivitas mikroorganisme seperti khamir (*yeast*), bakteri asam cuka, dan bakteri asam laktat. (Winarno, 1997).

Pada fermentasi tumpuk dari ketiga replikasi menunjukkan bahwa kadar biji *slaty* tidak mencapai 10% dan seiring dengan lamanya proses fermentasi biji kakao menunjukkan telah terfermentasi sempurna (*Fermented*). Pada perlakuan fermentasi menggunakan wadah krat plastik tingkat biji *slaty* juga tergolong sangat rendah karena dari ketiga replikasi yang dilakukan presentase dari biji *slaty* sebesar 0,4% hal ini tentunya menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan di wadah krat plastik berjalan dengan baik dan memiliki lebih dominan warna ungu coklat, meski terdapat pula biji yang berwarna ungu pada perlakuan menggunakan wadah krat plastik dimana warna ungu jumlahnya masih terbilang cukup aman atau dapat dikatakan sedikit hal ini sesuai dengan pernyataan yang di kemukakan oleh Wahyudi, dkk (2008) bahwa biji yang sebagian ungu dan sebagian coklat tidak dianggap merusak cita rasa kakao apabila jumlahnya tidak lebih dari 20%, dan masih dapat diterima apabila jumlahnya antara 30-40%, namun apabila jumlahnya melebihi 50% akan menimbulkan rasa pahit.

Pada fermentasi praktik baik sebagai kontrol dari grafik yang telah disajikan bahwasanya jumlah biji (*slaty*) tergolong sangat rendah dan dominan biji berwarna ungu coklat dari ketiga replikasi tersebut hanya 0,6% saja yang termasuk biji *slaty* hal

ini menunjukkan bahwa proses fermentasi berjalan dengan baik meskipun terdapat biji berwarna ungu namun jumlahnya tergolong rendah sehingga biji hasil fermentasi masih dapat diterima.

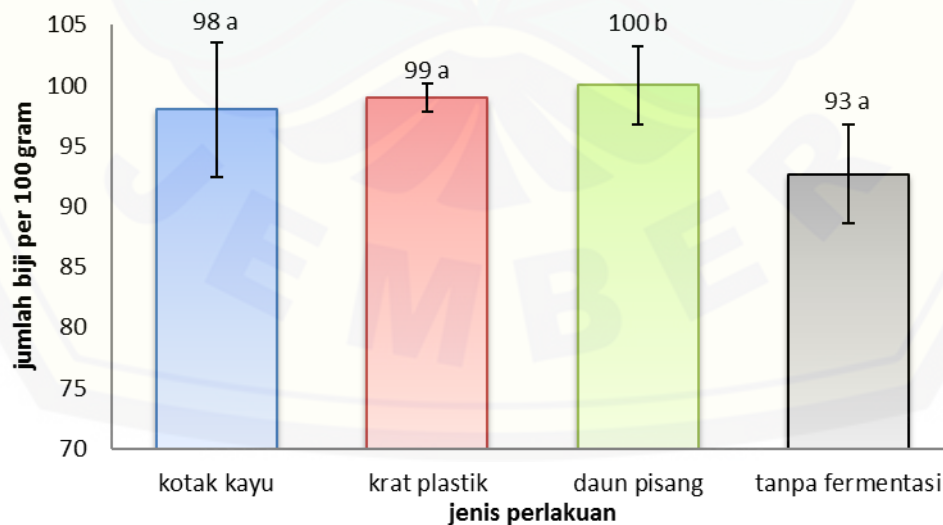
Pada pengamatan uji belah (*cut test*) dapat diketahui pula presentase biji cacat yang ada pada biji kakao hasil fermentasi, kadar biji cacat pada biji kakao juga merupakan salah satu indikator baik tidaknya mutu secara fisik dan sebagai indikasi proses fermentasi berjalan optimal atau sebaliknya, penentuan kadar biji kakao cacat tergolong pada persyaratan khusus mutu biji kakao sesuai SNI 2323:2008/Amd 2010.

4.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

Karakteristik biji kakao kering yang dianalisis meliputi penggolongan mutu biji kakao kering berdasarkan jumlah biji kakao per 100 gram, kadar biji kakao cacat, kadar kulit dan berat biji kakao.

4.2.1 Jumlah Biji Kakao Kering

Biji kakao dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan menurut SNI 2323:2008, SNI yang digunakan peneliti merupakan SNI yang telah di amandemen 2010 yang telah dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gram. Penggolongan ukuran biji (jumlah biji /100 gram) merupakan persyaratan khusus pada pengujian mutu biji kakao. Hasil penentuan jumlah biji kakao kering dapat dilihat pada gambar 4.6:



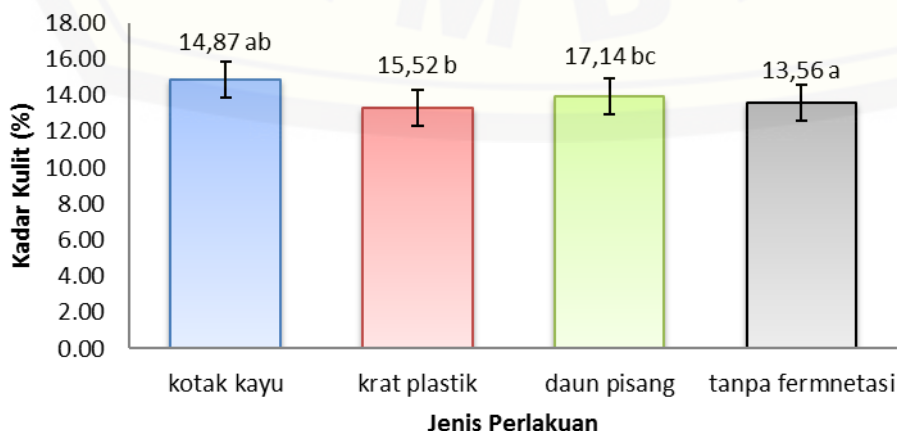
Gambar 4.6 Jumlah biji kakao per 100 gram

Biji kakao kering tanpa fermentasi dan langsung mengalami penjemuran menggunakan tenaga surya sekitar ± 7 hari dan di ambil secara acak yang mewakili populasi secara merata dan ditimbang sebanyak 100 gram. Hasil penentuan jumlah biji kakao kering menunjukkan bahwa rata-rata jumlah biji kakao berkisar antara 95-100 biji per 100 gram sampel. Hal ini menunjukkan bahwa biji kakao kering diberi perlakuan fermentasi variasi wadah krat plastik, perlakuan baik, dan tanpa fermentasi dikategorikan dalam golongan A karena jumlah biji kurang dari 100 biji/100 gram (SNI 2323:2008/ Amd 2010). Sedangkan untuk perlakuan fermentasi dalam daun pisang dikategorikan pada golongan B karena jumlah biji kakao kering dari 100 biji/100 gram berkisar 101 sampai 102 itu berarti jumlah biji pada kakao kering yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan signifikan.

4.2.2 Kadar Kulit

Kadar kulit merupakan limbah dari kakao dimana kadar kulit yang tinggi menyebabkan kakao kurang menguntungkan dari segi ekonomi maupun konsumen kakao, 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.

Dari penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan adanya perbedaan terhadap setiap perlakuan fermentasi yang diberikan sebagaimana yang tersaji pada gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Nilai rata-rata kadar kulit biji kakao

Berdasarkan hasil penelitian gambar 4.7 menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan fermentasi dapat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar kulit biji kakao dari kedua perlakuan proses fermentasi wadah krat plastik dan fermentasi tumpuk serta perlakuan terhadap kontrol yaitu kotak kayu dan tanpa fermentasi, presentase kadar kulit dari semua perlakuan berkisar 13-17% dari berat kering biji kakao, kadar kulit tertinggi terdapat pada perlakuan fermentasi tumpuk menggunakan daun pisang selanjutnya krat plastik dan kotak kayu besar dan tanpa fermentasi berturut-turut 17,14%, 15,52%, 14,87%, 13,56%.

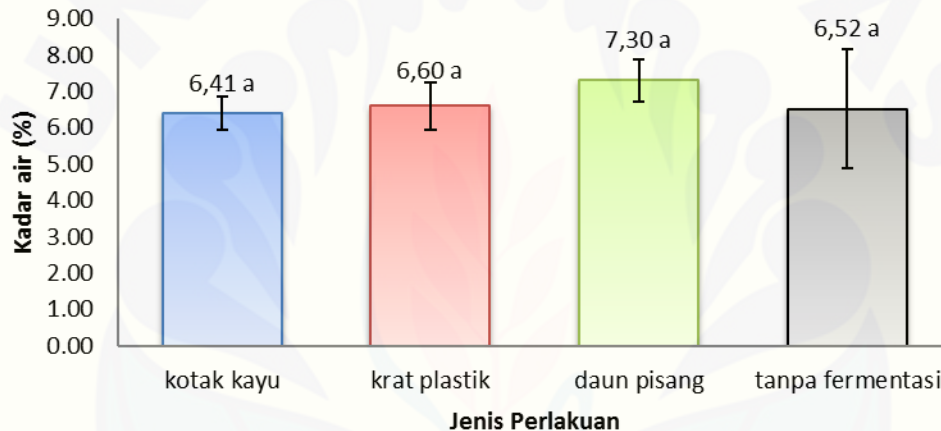
Proses fermentasi menyebabkan komponen pada keping biji yang berupa cairan keluar akibat eksudasi (proses yang menyebabkan keluarnya cairan yang mengandung sejumlah komponen terlarut dari suatu bahan dan sebagian menempel pada kulit, sehingga meningkatkan kadar kulit biji. Kadar kulit biji kakao hasil fermentasi tumpuk dengan daun pisang paling besar diantara perlakuan yang lain dikarenakan proses eksudasi pada proses fermentasi tumpuk lebih banyak dari pada ketiga perlakuan lainnya selain itu dapat dikarenakan pulpa yang masih menempel akibat proses fermentasi yang kurang sempurna (Nuraeni,1997).

Pada proses fermentasi menggunakan daun pisang memiliki pulpa yang lebih banyak sehingga masih menempel pada biji kakao kering dikarenakan pada perlakuan fermentasi menggunakan daun pisang celah yang ada pada saat fermentasi lebih tertutup jika dibandingkan dengan kotak kayu atau krat plastik sehingga cairan tidak banyak terbuang keluar dan pulpa yang terkandung relatif tinggi.

4.3 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

4.3.1 Kadar Air

Kadar air menjadi salah satu faktor penting dalam penentuan mutu biji kakao karena berkaitan dengan daya simpan biji kakao. Biji kakao yang memiliki kadar air tinggi akan mudah diserang oleh serangga dan jamur. Menurut SNI 2323-2008, standar kadar air pada biji kakao tidak boleh melebihi 7,5%. Hal ini karena jika kadar air melebihi standar maka yang turun bukan hanya hasil rendemen saja melainkan juga dapat beresiko terserang bakteri dan jamur, namun apabila kadar air kurang dari 5%, maka kulit biji akan mudah pecah atau rapuh (Wahyudi dkk, 2008). Hasil pengukuran dalam kadar air biji kakao tersaji dalam gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8. Nilai kadar air

Hasil penentuan kadar air biji kakao kering menunjukkan presentase kadar air paling tinggi pada perlakuan fermentasi tumpuk dengan kadar air mencapai 7,3% dimana hasil ini dikarenakan adanya lapisan *pulp* atau *plasenta* yang masih menempel pada biji kakao kering yang tidak dapat diurai oleh mikroba, dikarenakan pada proses fermentasi menggunakan daun pisang celah atau lubang aerasi tergolong cukup rendah namun hasil yang didapatkan masih dapat diterima dikarenakan tidak melebihi standart SNI 2323-2008, hasil lain ditunjukkan oleh penelitian dari juniaty, 2012 pada studi kasus mengenai keragaman mutu biji kakao dan turunannya pada berbagai tingkat fermentasi menunjukkan bahwa Tingkat fermentasi secara umum menyatakan adapun parameter yang tidak berbeda nyata adalah kadar air. Walaupun

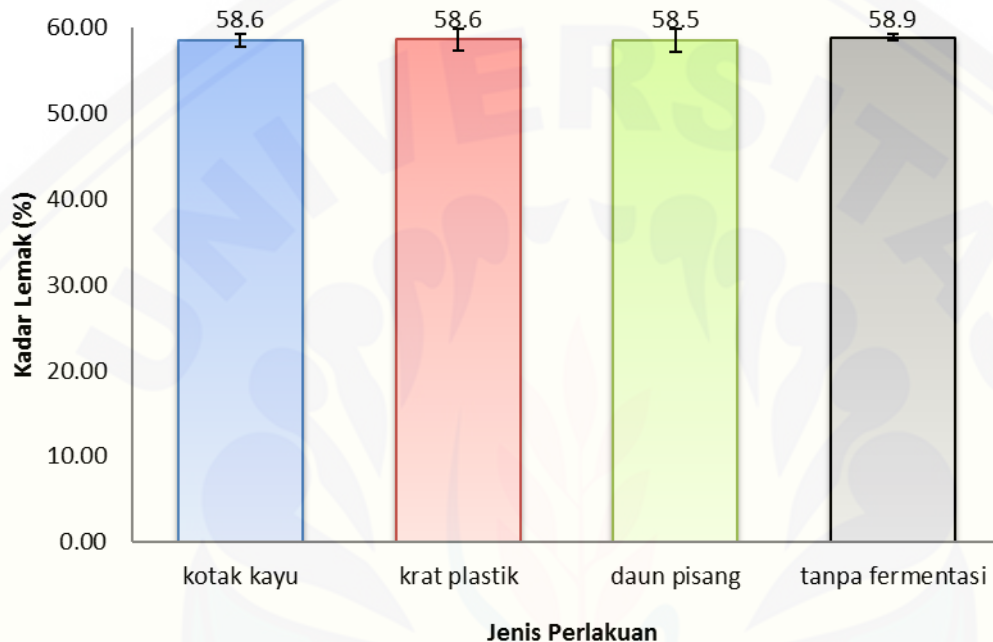
demikian, kadar air biji kakao kering hasil fermentasi sempurna maupun fermentasi tidak sempurna lebih kecil daripada tanpa fermentasi yaitu kurang dari 7,5% namun tidak kurang dari 5% sehingga memenuhi SNI 2323:2008 yang mensyaratkan kadar air biji kakao kering maksimal 7,5% (BSN,2008).

Dari hasil penelitian kadar air biji kakao kering dari semua perlakuan telah sesuai dengan standar karena tidak melebihi standar maksimal yang ditetapkan oleh SNI 2323-2008 sebesar 7.5%. Selain itu kadar air biji kakao kering tidak berada dibawah 5% yang dapat mengakibatkan kulit biji akan mudah pecah atau rapuh (Wahyudi dkk, 2008).

4.3.2 Kadar Lemak Biji Kakao Kering

Biji kakao mengandung lemak kakao dengan kadar antara 50-58% (berat nib kering). Kadar lemak pada umumnya dinyatakan dengan persen dari berat kering keping biji. Lemak kakao merupakan campuran trigliserida, yaitu senyawa gliserol dan tiga asam lemak. Lebih dari 70% dari gliserida penyusun tersebut terdiri dari tiga senyawa tidak jenuh tunggal, yaitu oleodipalmitin, oleodistearin dan oleopalmistearin. Di dalam lemak kakao juga terdapat sedikit *unsaturated* trigliserida (Wahyudi dkk, 2008)

Penentuan kadar lemak dengan pelarut, selain lemak juga terikut fosfolipida, sterol, asam lemak bebas, karotenoid dan pigmen yang lain. Karena itu hasil analisisnya disebut lemak kasar. Pada garis besarnya analisis lemak kasar dilakukan dengan cara kering atau basah. Dalam penelitian ini penentuan kadar lemak kakao dilakukan dengan perhitungan keseimbangan massa dari proses ekstraksi. Proses ekstraksi lemak yang bisa dilakukan adalah proses soxlet modifikasi atau proses maserasi dengan pelarut non-polar. Proses soxlet/maserasi dipisahkan antara lemak kakao dan bubuk kakao. Besarnya kadar lemak biji kakao kering dari masing-masing perlakuan yang digunakan sebagaimana terlihat pada gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Nilai kadar lemak biji kakao kering

Pada gambar 4.9 menunjukkan bahwa presentase kadar lemak dari semua perlakuan memiliki rata-rata yang sama yaitu 58% dan dari analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi wadah fermentasi berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap presentase kadar lemak biji kakao kering.

Hasil penentuan kadar lemak menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi, kadar lemak biji kakao semakin meningkat. Peningkatan kadar lemak ini disebabkan oleh kadar air yang cenderung menurun selama proses fermentasi yang berpengaruh pada rendemen lemak yang dihasilkan (Jumriah,2012). Selain itu menurut Yusianto (1997), kadar lemak biji kakao tanpa fermentasi lebih rendah 0.07-5,69% dari pada biji kakao yang difermentasi tergantung pada waktu fermentasinya.

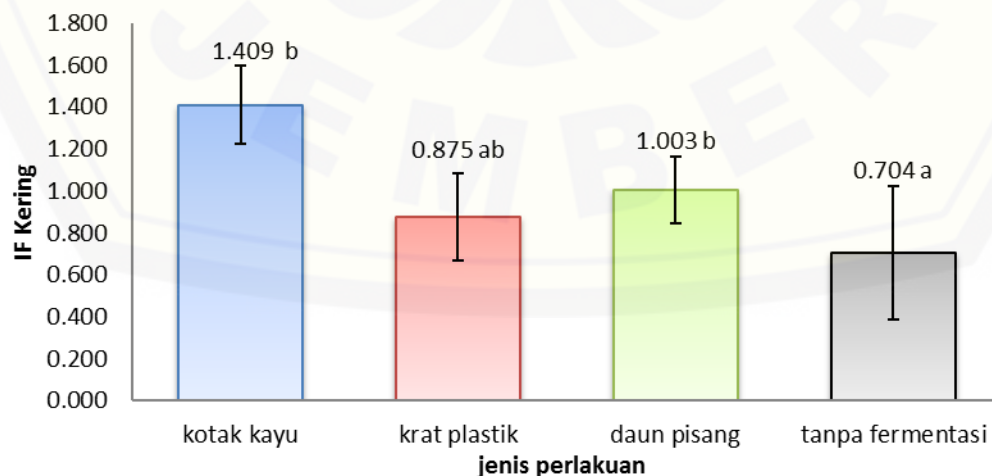
Fermentasi dapat menurunkan kadar bahan bukan lemak biji dikarenakan komponen selain lemak dapat larut dalam air dan terurai menjadi komponen-komponen lain yang lebih kecil, sehingga dapat berdifusi keluar dari keping biji, hal ini lah yang mengakibatkan kadar lemak cenderung meningkat.

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Knapp, 1937 dalam Atmawijaya 1993). Selama fermentasi terjadi pengurangan komponen bukan lemak pada keping biji kakao. Sebagian komponen tersebut larut dalam air dan terurai menjadi komponen-komponen lain yang lebih kecil dan terdifusi ke luar keping biji, sehingga kadar lemak relatif pada keping biji meningkat

4.3.3 Indeks Fermentasi

Indeks fermentasi merupakan salah satu yang berperan penting terhadap kualitas mutu kakao hasil fermentasi karena pada pengukuran indeks fermentasi dapat mengetahui apakah biji kakao kering terfermentasi sempurna atau tidak. Hasil pengukuran kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah (*cut test*), karena nilainya didasarkan pada pengukuran tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya.

Senyawa hasil fermentasi adalah tannin kompleks berwarna coklat yang memberikan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal panjang gelombang 530 nm (Gourieva dan Tserevitinov dan Misnawi, 2008). Hasil dari pengukuran indeks fermentasi tersaji pada Gambar 4.10 berikut:



Gambar 4.10 Indeks Fermentasi biji kakao kering

Hasil pengukuran nilai indeks fermentasi biji kakao kering menunjukkan perlakuan menggunakan kotak kayu besar memiliki nilai indeks fermentasi paling besar yaitu 1,409 dan secara berturut-turut ialah perlakuan; fermentasi daun pisang sebesar 1,003; dengan wadah krat plastik 0,875; dan tanpa fermentasi 0,704. Terlihat dari hasil pengamatan pada penelitian ini bahwasanya tanpa fermentasi memang tidak memiliki nilai indeks fermentasi mencapai 1 atau lebih dari 1 hal ini menunjukkan tidak ada proses fermentasi sempurna pada perlakuan tersebut.

Nilai indeks fermentasi kurang dari 1 menunjukkan bahwa warna ungu antosianin lebih dominan dibandingkan dengan warna coklat itu berarti proses fermentasi tidak berjalan secara optimal atau sempurna sesuai dengan pernyataan (Yusianto dkk, 1995) bahwa indeks fermentasi semakin mendekati angka 1 atau mencapai 1 menunjukkan warna coklat dari tannin kompleks yang lebih dominan dan proses fermentasi berjalan dengan optimal dan sempurna.

Indeks fermentasi biji kakao yang tidak terfermentasi sempurna berada dibawah angka satu seperti yang terjadi pada perlakuan tanpa fermentasi (lihat gambar 4.10). Pengukuran indeks fermentasi didasarkan pada kadar flavonoid yang memberikan warna coklat dengan kandungan antosianin yang memberikan warna ungu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Atmana, S.A. (2002), bahwa selama proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan senyawa kimia dalam pulpa dan kotiledon. Perubahan – perubahan senyawa yang terjadi yakni hidrofisis polifenol menjadi antosianin, hidrofisis protein menjadi asam amino dan polipeptida lain, beserta perubahan gula menjadi alkohol, yang lebih lanjut alkohol tersebut akan dipecah menjadi asam-asam organik, selain itu akan terjadi flavonoid kompleks yang mengakibatkan warna coklat pada biji.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan wadah fermentasi kotak kayu, krat plastik, dan daun pisang dapat mempengaruhi mutu fisik seperti kadar biji kakao cacat (kadar biji berjamur, kadar biji *slaty*, kadar biji berkecambah) wadah kotak kayu, dan daun pisang memiliki kadar biji berkecambah dan *slaty* rendah
2. Penggunaan perbedaan wadah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah biji setiap 100 gram, kadar air, kadar lemak, namun tanpa fermentasi memberikan pengaruh nyata pada indeks fermentasi kering dengan nilai indeks fermentasi kurang dari 1

3. Perlakuan fermentasi variasi wadah krat plastik dan daun pisang memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap presentase jumlah kadar kulit.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk melakukan uji cita rasa agar dapat melihat perlakuan mana yang memiliki cita rasa dan aroma yang lebih baik
2. Waktu pembalikan saat fermentasi biji kakao lebih banyak lagi agar mempercepat dan menyeragamkan suhu fermentasi dalam wadah serta menyeragamkan warna coklat pada biji kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin S. 2005. *Teknologi Pasca Panen Kakao Untuk Masyarakat Perkakakoan Indonesia*. Jakarta: BPPT Press.
- Arifandie, N. 2013. "Effect of Fermentation and Roasting Treatment on Fat Of Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Seeds and its Potential Utilization as Confectionery Fat. Thesis. Malaysia.: Unervesiti Sains Malaysia.
- Atiqoh, Ika. 2007. "Isolasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Senyawa Antikapang pada Fermentasi Kakao". Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Atmawijaya. 1993. *Pengkajian Terhadap Beberapa Parameter Biji Kakao Selama Waktu Fermentasi pada Proses Fermentasi Biji Kakao (Theobroma cacao L.)*. Bogor: Skripsi Fakultas Teknik Pertanian Universitas Djuanda.

- Bahri, S. 2002. *Bercocok Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Belitz HD, Grosch W. 1999. *Food Chemistry 2nd Edition*. Springer.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Statistik Indonesia 2011*. Jakarta: BPS.
- Bintoro, M. H. 1977. *Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat*. Bogor: IPB-Press.
- Chichester CO, Schweigert BS. 1988. *Advance in Food Research*. Academic Press.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2006. *Statistik Perkebunan*.
<http://ditjenbun.deptan.go.id/> [diakses 19 Februari 2015]
- Dirjen Pengolahan dan Pemasaran. 2013. *Percepatan pelaksanaan Program Peningkatan Produksi dan Produktivitas Perkebunan Berkelanjutan 2013*. Rapat Kerja Nasional Pembangunan Pertanian Tahun 2013. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan.
- Effendi, S. Tripanji. 1990. *Pedoman Pengolahan Biji Kakao*. Pusat Penelitian Perkebunan Bogor, Bogor.
- Fauziyah, N. 2002. *Pengaruh Fermentasi Terhadap Kandungan Total Polifenol, Tanin, dan Sifat Bitterness, Astrigency Serta Perubahan Warna Pada Biji Kakao Kering (Theobroma Cacao. L)*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Forsyth, W.G.C. dan Quesnel, V. C. 1963. *Mechanism of Cocoa Curing*. *Advances in Enzymology* 25.
- Francis F. J. 1999. *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology*. John Wiley and Sons.
- Gourieva, K.B. & Tserevinov, O.B. 1979. Methods Of Evaluating The Degree Fermentation Of Cocoa Beans. Dalam Misnawi. *Phsico-Chemical Changes During Cocoa Fermentation and Key Enzymes Involved*. *Review Penelitian Kopi dan Kakao* 2008, 24(1), 47-64.
- Hansen. C. E., M. D. Olmo and Burri, C. 1998. Enzyme Activities in Cocoa Beans During Fermentation. *Jurnal of Science Food Agricultural*, 77, 273-281
- Haryadi, dan Supriyanto. 2001. *Bahan Ajaran Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Yogyakarta : Pau Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.

- Jinap, S., H. Siti-Mordingah & Norsiaty, M.G. 2008. Formation of Methyl Pyrazineduring Cocoa Beans Fermentation. *Prtanika*, 17, 27-32.
- Jumriah, L. 2012. *Pemetaan Lemak Dari Biji Kakao (Theobroma Cocoa L) Di Sulawesi Selatan*. Sulawesi: Universitas Hasanudin.
- Kementrian Perindustrian. 2013. *Buletin Bulanan Indikator MakroSektor Pertanian*. Jakarta : Kantor Kementrian Perindustrian.
- Lukito A.M, 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, PT Agromedia Pustaka.
- Manurung dan Soenaryo. 1978. *Pengolahan Coklat Pada Perkebunan Besar. Balai Penelitian Perkebunan Bogor*. Bogor
- Minifie, B.W. 1999. *Chocolate, Cocoa and Confectionary: Science and Technology*. USA: The AVI Publihing, Conecticut.
- Mulato, S., Widyotomo, Misnawi, E. Suharyanto (Edisi 02). 2008. *Pengolahan Primer dan Sekunder*. Jawa Barat:Pusat penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Misnawi, E. Suharyanto, Mulato, S., Widyotomo (Edisi 02). 2002. *Pengolahan Primer dan Sekunder*. Jawa Barat: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Nasution, Z. Ciptadi W. dan Yeni, B.S.L. 1985. *Pengolahan Cokelat*. Fatemta IPB: Bogor.
- Nurhayati. 2012. “Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna”. Tesis. Jember: Universitas Jember
- Nuraeni, 1997.*Coklat Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pasau, Caturina. 2013. Efektifitas Penggunaan Asam Asetat Pada Pemeraman Biji Kakao Segar Sebagai Analog Fermentasi. *Jurnal Agrotekbis*. ISSN 2338-3011. Vol. 1 (2): 113-120.
- Poedjiwidodo, M. S. 1996. *Sambung Samping Kakao*. Jawa Tengah : Trubus Agriwidya.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*.Jember: Agromedia Pustaka.

- Putra, G. P. Ganda, L. P. Wrasiasi dan Wartini, N. M. 2009. *Pengaruh Kondisi Optimum Depolimerisasi Pulp oleh Enzim-enzim Pektolitik Endogenous selama Fermentasi Pada Pengolahan Kakao*. Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD 2009, Peran Ilmu dan Teknologi Pertanian dalam mewujudkan ketahanan Pangan. 255-261, ISBN: 978-602-8659-02-4.
- Puziah H, J Selamat, Muhammad SKS dan Ali A. 1998. Changes in Free Amino Acid, Peptide-N, Sugar and Pyrazine Concentration during Cocoa Fermentation. *Journal of Science of Food and Agriculture* 1998, 78 : 535-542
- Rahmadi, A. dan Fleet, G.H. 2008. *The Occurrence of Mycotoxigenic Fungi in Cocoa Beans From Indonesia and Queensland, Australia*. Semarang: Proceeding of International Seminar on Food Science, University of Soegiyapranata.
- Rohan, T. A. 1963. *Processing of Raw Cocoa for the Market*. FAO of the United Nations. Roma.
- Samah, O. A, M. F. putih dan Selamat, J. 1992. *Biochemical Changes During Fermentation of Cocoa Beans, Inoculated With Saccharomyces Cerevisiae (Wild Strain)*. J. Food Science Technol, Vol : 29.
- Siregar, T., Slamet, R., dan Laeli, N. 2003. *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Cokelat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Soenaryo dan Situmorang, S. 1978. *Budidaya dan Pengolahan Coklat*. Balai Penelitian dan Perkebunan Bogor, Bogor.
- Subagiyo, A. 1991. *Budidaya Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.)*. POLTEK Petanian Universitas Jember: Jember.
- SNI 2323-2008. 2008. Standar Nasional Indonesia Biji Kakao. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Sulistiyowati dan Soenaryo. 1989. *Optimasi Lama Fermentasi dan Perendaman Kakao Mulia*. Pelita Perkebunan. 5(1);37-45
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat, Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanto, T. dan Saneto, B. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: Bina Ilmu.
- Wahyudi, T., Pangabean, T.R., dan Pujianto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Winarno, F.G., 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gamedia Pustaka Utama.

Wood, G. A. R and Lass, R. A. 2001. *Cocoa (Tropical Agricultural Series)*. USA: Fourth Edition. Blackwell Science

Yusianto, Wahyudi T., & Sumartono, B. 1997. Pola Citarasa Biji Kakao Dari Beberapa Perlakuan Fermentasi. *Pelita Perkebunan*, 11, 117-131.





