



**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGIS  
BIJI KAKAO KERING PRODUKSI PTPN XII  
KEBUN KALIKEMPIT-BANYUWANGI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Arsyta Zeinka Diansari  
NIM 101710101056**

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



**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGIS  
BIJI KAKAO KERING PRODUKSI PTPN XII KEBUN  
KALIKEMPIT, BANYUWANGI**

**SKRIPSI**

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

oleh

**Arsyta Zeinka Diansari  
NIM 101710101056**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada orang-orang yang selama ini telah mendukung saya, memberi semangat serta do'a sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini:

1. Ayahanda tercinta Sumarsono (alm), Ibunda Reny Mulyantina dan nenekku tersayang Siani, atas segala ketulusan cinta kasih sayang, dukungan, pengorbanan dan do'a yang tiada henti.
2. Dosen Pembimbing Utama Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc dan Dosen Pembimbing Anggota Dr. Ir. Sih Yuwanti, MP yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan pengalaman dengan penuh kesabaran.
3. Jajaran pimpinan PTPN XII Kebun Kalikempit, Ir. Arief Budiyanto, M.M selaku manajer, Achmad Hendy J, S.TP. dan Juni, S.P. selaku wakil manajer, bapak Afid Tri Prasetyo, S.TP. selaku Astekpol, dan bapak Satrio Supriyadi selaku mandor besar serta staf karyawan di PTPN XII Kebun Kalikempit, Banyuwangi atas bimbingan, bantuan dan kesabaran selama pengerjaan skripsi ini.
4. Almamater yang kubanggakan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

## MOTTO

Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. \*)

Jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar. \*\*)

Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak. \*\*\*)

Jika Anda tidak mampu berlari maka berjalanlah, jika masih tidak mampu maka merangkaklah. Karena pada hakekatnya setiap usaha akan membuahkan hasil. \*\*\*\*)

---

\*) Terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11

\*\*) Terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 153

\*\*\*) Aldus Huxley

\*\*\*\*) Penulis

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Arsyta Zeinka Diansari

NIM : 101710101056

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGIS BIJI KAKAO KERING PRODUKSI PTPN XII KEBUN KALIKEMPIT, BANYUWANGI”** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini benar.

Jember, 25 Mei 2015

Yang menyatakan,

Arsyta Zeinka Diansari

NIM 101710101056

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGIS  
BIJI KAKAO KERING PRODUKSI PTPN XII KEBUN  
KALIKEMPIT, BANYUWANGI**

Oleh :  
**Arsyta Zeinka Diansari**  
**101710101056**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P  
NIP.196507081994032002

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Karakteristik Fisik, Kimia Dan Mikrobiologis Biji Kakao Kering Produksi PTPN XII Kebun Kalikempit, Banyuwangi**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Selasa, 10 Februari 2015

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua Penguji,

Anggota,

**Dr. Ir. Jayus**

**NIP. 196805161992031004**

**Nurud Diniyah, S.TP, M.P**

**NIP. 198202192008122002**

Mengesahkan

Dekan

FTP Universitas Jember

**Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P**

**NIP. 196912121998021001**

## RINGKASAN

**Karakteristik Fisik, Kimia Dan Mikrobiologis Biji Kakao Kering Produksi PTPN XII Kebun Kalikempit, Banyuwangi;** Arsyta Zeinka Diansari, 101710101056; 2015: 43 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan di Indonesia. Besarnya produksi kakao di Indonesia tidak didukung oleh kualitas biji yang baik. Rendahnya mutu biji kakao selain disebabkan masih ditemukannya biji tidak terfermentasi, disebabkan juga oleh tingginya tingkat keasaman biji yang diikuti oleh cita rasa yang lemah dan belum mantapnya konsistensi mutu.

Perkebunan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi merupakan salah satu perkebunan besar yang memproduksi biji kakao. Besarnya produksi biji kakao tersebut menjadikan biji kakao yang dihasilkan beragam. Kondisi ini menurunkan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas biji yaitu dengan melakukan fermentasi karena selama fermentasi akan terjadi penguraian senyawa-senyawa yang membentuk aroma, cita rasa, perubahan warna, tekstur dan kenampakan fisik. Lama fermentasi juga menentukan kualitas biji karena fermentasi yang kurang atau biji yang tidak difermentasi akan menghasilkan biji *slaty* yang bertekstur pejal dan berwarna keabu abuan, sedangkan fermentasi biji yang terlalu lama akan menghasilkan biji berjamur dan rapuh sehingga mudah pecah yang dapat menurunkan kualitas biji. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kualitas biji kakao maka perlu diketahui perubahan karakteristik baik fisik, kimia dan mikrobiologis selama fermentasi sehingga dapat ditentukan lama fermentasi yang menghasilkan kualitas biji terbaik.

Penelitian dilaksanakan dengan mengambil sampel biji kakao pada fermentasi hari ke-0, 1, 2, 3, 4 dan hari ke-4 setelah pembilasan, masing masing 5 kg sebanyak 3 kali ulangan. Biji kakao kemudian dikeringkan dengan menjemur biji selama 6 jam yang dilanjutkan dengan menggunakan *vis dryer* selama 18-20 jam. Selanjutnya biji kakao kering yang dihasilkan dikarakterisasi fisik, kimia dan



mikrobiologis di laboratorium. Karakteristik fisik meliputi jumlah biji per 100 gram, uji belah (*cut test*), bentuk biji dan warna. Karakteristik kimia meliputi kadar air, kadar lemak, indeks fermentasi dan pH, sedangkan karakteristik mikrobiologis dengan menentukan total bakteri pada biji kakao kering. Data yang diperoleh kemudian disajikan menggunakan tabel atau histogram yang kemudian dijelaskan.

Biji kakao hasil pengolahan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi berdasarkan hasil pengujian menghasilkan jumlah biji/100 gram sampel berkisar antara 93-100 biji yang diklasifikasikan dalam golongan A. Persentase biji utuh per 100 gram sampel berkisar 91-94%. Selain itu tidak ditemukan biji berjamur, berkecambah, berserangga, serta tidak ditemukan pula biji *slaty* pada akhir fermentasi.

Fermentasi biji kakao dengan kualitas terbaik terdapat pada fermentasi selama 4 hari dengan perlakuan pembilasan yang menghasilkan biji dengan kenampakan fisik lebih bersih, warna lebih cerah dengan nilai *lightness* sebesar 46,289 dan nilai indeks fermentasi sebesar 1,022 yang menunjukkan biji terfermentasi sempurna dibandingkan biji tanpa dilakukan pembilasan. Selain itu kandungan lemak biji cukup tinggi sekitar 59% dan kadar air pada biji sekitar 5,8% yang tidak melebihi standar yang diatur SNI tahun 2008, serta pH berkisar 5,37 yang tidak kurang dari standar yaitu sebesar 5,0, namun kandungan bakterinya lebih besar yaitu  $12 \times 10^7$  CFU/g dibandingkan tanpa pembilasan sekitar  $4 \times 10^6$  CFU/g, besarnya total bakteri ini diduga karena air yang digunakan mengandung banyak bakteri sehingga mengkontaminasi biji.

## SUMMARY

*Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Dry Cocoa Bean Production in PTPN XII Kalikempit Estate, Banyuwangi*; Arsyta Zeinka Diansari, 101710101056; 2015: 43 pages; Agricultural Product of Technology Department, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Cocoa is one of main agricultural and plantation commodities in Indonesia. On the contrary, the production of this commodity is not supported by good quality cocoa beans. The low quality of cocoa beans may be caused by nonfermented beans resulting in a high level of acidity, weak flavor and low consistency or performanc of beans.

PTPN XII Kalikempit Estate, Banyuwangi is oneof the big estate in East Java that produce cocoa beans. High amount of cocoa beans production make the quality of cocoa beans are varied and some of them are in low quality. One way to improve the quality of beans is through afer mentation process. During this process, intrinsic cocoa compounds will be degraded to provide aroma, taste, change of color, texture and physical appearance. Fermentation time also determine the quality of beans because the less fermented or unfermented beans will cause slaty beans with solid texture and gray color, while long fermentation will result in moldy and fragile beans that can reduce the quality of beans. Therefore, to improve the quality of cocoa beans, it is necessary to know the changes of physical, chemical and microbiological characteristics during the fermentation, so that it can be determined how so long fermentation that produces the best quality seeds.

The research was conducted by taking samples 5 kg of cocoa beans during fermentation on day 0, 1, 2, 3, 4 and 4 after rinsing. Then cocoa beans are dried by sun drying for 6 hours and followed by using a vis dryer for 18-20 hours. Furthermore, dried cocoa beans was evaluated for physical, chemical and microbiological characteristics in laboratory. Physical characteristics include the number of beans per 100 grams, cut test, shape and color. Chemical characteristics include moisture content, fat content, fermentation index and

acidity, while the microbiological characteristics by determining the total bacterial of dry beans. The data obtained will be showed using tables or histograms and then described.

Based on the results, cocoa beans of PTPN XII Kalikempit Estate, Banyuwangi produced the number of beans per 100 grams samples in a range between 93-100 beans which was classified in group A. The percentage of whole beans per 100 grams of samples was in a range between 91-94%. Furthermore, moldy, germinated, insect-infected, and slaty beans were not found until the end of fermentation.

Cocoa beans fermentation that produced the best beans occurred on the fourth day after rinsing which produced cocoa beans with cleaner and brighter physical appearance, a lightness value of 46,289 and a fermentation index value of 1,022. These results indicated the quality of fermented cocoa beans after rinsing was better than without rinsing. Besides that, cocoa fat content was about 59% and moisture content was about 5.8%, and acidity was 5,37 which were still in a range of Indonesian National Standard of Indonesia-2008, but the bacteria compound was greater about  $12 \times 10^7$  CFU/g than beans without rinsing with total bacteria of  $4 \times 10^6$  CFU/g, the amount of total bacteria was estimated that the water used contained more bacteria, so it can contaminate the beans.

## PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah, berupa skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisik, Kimia Dan Mikrobiologis Biji Kakao Kering Produksi PTPN XII Kebun Kalikempit, Banyuwangi”. Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Sih Yuwanti, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penyusunan skripsi serta Dr. Ir. Jayus selaku dosen penguji I dan Nurud Diniyah, S.TP, M.P selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan masukan pada skripsi ini;
4. Kedua orang tuaku tercinta Ayahanda Sumarsono (alm) dan Ibu Reny Mulyantina atas kasih sayang dan pengorbanannya selama ini;
5. Semua dosen-dosen Fakultas Teknologi Pertanian yang selama ini telah banyak membimbing serta memberikan ilmu kepada penulis sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan studi ini;
6. Jajaran pimpinan pimpinan PTPN XII Kebun Kalikempit, Ir. Arief Budiyanto, M.M selaku manajer, Achmad Hendy J, S.TP. dan Juni, S.P. selaku wakil manajer, bapak Afid Tri Prasetyo, S.TP. selaku Astekpol, Bapak Satrio Supriyadi selaku mandor besar serta staf karyawan di PTPN XII Kebun Kalikempit yakni: Bapak Supanto, Bapak Asmuni, Bapak

Sugiyanto, Bapak Awok Efendi, Bapak Imam Hanafi, Bapak Yusuf, Bapak Rohim, Ibu Ponira, dan Ibu Ulfi, yang membantu pengerjaan skripsi ini;

7. Segenap teknisi Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yakni Neni Novita Y, S.Si., Akhmad Mistar, S.P., Ni Ketut Leseni, AMd., dan Subekah Nawa K., SP.;
8. Sahabat-sahabatku di kampus: Sayi Hatiningsih, Jatu Dyah Permatasari, Ernawati, Hamidatun Wafiroh (alm), Icha Laili, Sielvy Gustantin, Binarti Agustina, Fani Firdausi, dan teman-teman Fakultas Teknologi Pertanian terutama angkatan 2010 yang senasib dan seperjuangan;
9. Teman-teman kost: Sisil, Monic, Anisa, Krisna, Ocha, Mimim yang selalu menyemangatiku dan membawa keceriaan di kosan;
10. Semua pihak yang membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Jember, 25 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Sifat Biji Kakao <i>Forastero</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Fermentasi Kakao .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Pengolahan Kakao di PTPN XII Kebun         Kalikempit-Banyuwangi.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Penggolongan Mutu Biji Kakao Kering.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Mutu Biji Kakao.....</b>	<b>15</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....</b>	<b>18</b>

2.3.1 Bahan Penelitian.....	18
2.3.2 Alat Penelitian .....	18
<b>3.3 Rancangan Percobaan .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Rancangan Penelitian .....	19
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.3.2.1 Analisis Data .....	21
<b>3.4 Parameter Pengamatan .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Prosedur Pengukuran.....</b>	<b>21</b>
3.5.1 Analisis Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering .....	21
3.5.2 Analisis Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering .....	23
3.5.3 Penentuan Total Bakteri Biji Kakao Kering .....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering .....</b>	<b>26</b>
4.1.1 Penggolongan Biji Kakao Kering .....	26
a. Penggolongan Biji Berdasarkan Jumlah Biji Kakao per 100 gram .....	26
b. Bentuk Biji Kakao Kering .....	26
4.1.2 Uji Belah ( <i>CutTest</i> ) Biji Kakao Kering.....	28
4.1.3 Warna Biji Kakao Kering.....	29
<b>4.2 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering .....</b>	<b>31</b>
4.2.1 Kadar Air Biji Kakao Kering .....	31
4.2.2 Kadar Lemak Biji Kakao Kering .....	33
4.2.3 Indeks Fermentasi (IF) Biji Kakao Kering.....	34
4.2.4 pH Biji Kakao Kering .....	35
<b>4.3 Perubahan Total Bakteri Biji Kakao Kering Selama Fermentasi .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>39</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Komposisi <i>pulp</i> biji kakao .....	6
Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kakao yang difermentasi.....	7
Tabel 2.3 Persyaratan umum biji kakao .....	16
Tabel 2.4 Persyaratan khusus biji kakao .....	16
Tabel 4.1 Jumlah biji kakao kering per 100 gram.....	26
Tabel 4.2 Pengukuran warna biji kakao kering hasil fermentasi .....	30
Tabel 4.3 Total bakteri biji kakao kering .....	37



**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Tampilan bagian dalam biji pada berbagai tingkatan fermentasi .....	10
Gambar 3.1 Alur rancangan penelitian .....	19
Gambar 3.2 Diagram alir pengambilan sampel biji kakao di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi .....	20
Gambar 4.1 Persentase sifat fisik biji kakao hasil fermentasi H0,H1, H2, H3, H4, H4+ .....	27
Gambar 4.2 Persentase biji kakao kering <i>nonfermented</i> , <i>underfermented</i> , dan <i>fermented</i> selama fermentasi .....	28
Gambar 4.3 Diagram warna biji kakao kering .....	30
Gambar 4.4 Kadar air biji kakao kering selama fermentasi .....	31
Gambar 4.5 Kadar lemak biji kakao kering selama fermentasi .....	33
Gambar 4.3 Indeks fermentasi biji kakao kering selama fermentasi .....	34
Gambar 4.7 Nilai pH <i>pulp</i> dan biji kakao kering selama fermentasi .....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A. Jumlah biji kakao per 100 gram.....	44
Lampiran B. Bentuk biji kakao kering.....	45
B1. Jumlah biji per 100 gram.....	45
B2. Persentase bentuk biji kakao kering .....	46
Lampiran C. Pengukuran uji belah ( <i>cut test</i> ) .....	47
Lampiran D. Pengukuran warna biji kakao kering .....	48
Lampiran E. Pengukuran indeks fermentasi biji kakao kering .....	49
Lampiran F. Pengukuran kadar air biji kakao kering.....	50
Lampiran G. Pengukuran kadar lemak biji kakao kering .....	52
Lampiran H. Pengukuran pH <i>pulp</i> .....	53
Lampiran I. Pengukuran pH biji kakao kering.....	54
Lampiran J. Data rata-rata total bakteri biji kakao kering .....	55
Lampiran K. Foto uji belah ( <i>cut test</i> ) biji ulangan 1 .....	56
Lampiran L. Foto uji belah ( <i>cut test</i> ) biji ulangan 2 .....	58
Lampiran M. Foto uji belah ( <i>cut test</i> ) biji ulangan 3 .....	60
Lampiran N. Foto total bakteri biji ulangan 1 pada 48 jam .....	62
Lampiran O. Foto total bakteri biji ulangan 2 pada 48 jam .....	65
Lampiran P. Foto total bakteri biji 3 pada 48 jam .....	68
Lampiran Q. Contoh tabel <i>uji cut test</i> biji kakao kering.....	71

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia terutama sebagai penyedia lapangan pekerjaan dan sumber devisa negara. Indonesia menjadi negara pemasok kakao terbesar ketiga setelah Pantai Gading (38,3%) dan Ghana (20,2%) dengan jumlah persentasi sebesar 13,6% (BPS, 2011). Devisa yang diperoleh dari komoditi kakao mencapai US\$ 1,053 milyar pada tahun 2012. Perkebunan kakao telah menyediakan lapangan pekerjaan bagi sekitar 1,4 juta kepala keluarga di Indonesia (Dirjen Perdagangan, 2013).

Produksi dan ekspor biji kakao di Indonesia cukup besar yaitu berkisar 740.513 ton pada tahun 2012 dengan luas area tanaman mencapai 1.774.463 ha. Jumlah biji kakao yang diekspor sekitar 80-90% dalam bentuk biji kakao kering dan 10-20% berupa produk olahan. Salah satu daerah penghasil biji kakao yang cukup besar di Indonesia yaitu Jawa Timur yang mampu menyumbang produksi sebesar 28.575 ton (Dirjen Perkebunan, 2013).

Besarnya produksi kakao di Indonesia tidak didukung oleh kualitas biji yang baik. Mutu kakao yang diekspor oleh Indonesia dikenal sangat rendah berada di *grade* 3. Rendahnya mutu biji kakao Indonesia, selain disebabkan masih ditemukannya biji tidak terfermentasi, disebabkan juga oleh tingginya tingkat keasaman biji yang diikuti oleh cita rasa yang lemah, penampakan fisik yang kurang bagus dan belum mantapnya konsistensi mutu (Wahyudi, 2008).

Karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologis merupakan faktor penting dalam menentukan mutu biji kakao. Karakteristik fisik seperti keseragaman biji dan kadar biji cacat digunakan untuk menggolongkan mutu berdasarkan kenampakan fisik, sedangkan karakteristik kimia digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman dan kandungan air pada biji. Keasaman biji berpengaruh terhadap cita rasa pada biji, sedangkan kadar air berpengaruh terhadap rendemen hasil (*yield*) dan berhubungan dengan umur simpan. Batas maksimal kadar air

pada biji kakao sebesar 7,5%, apabila melebihi standar tersebut maka yang turun bukan hanya hasil rendemennya saja, melainkan juga beresiko terserang bakteri dan jamur (Wahyudi dkk., 2008), sehingga karakteristik mikrobiologis juga perlu dilakukan untuk memastikan keamanan biji untuk dikonsumsi.

Peningkatan mutu pengolahan hulu biji kakao perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas biji kakao di Indonesia, salah satu caranya yaitu dengan melakukan fermentasi. Fermentasi merupakan titik kritis pengolahan biji kakao. Pada proses ini akan terjadi pembentukan cita rasa khas kakao, pengurangan rasa pahit, sepat dan asam, serta perbaikan kenampakan fisik (Susanto, 1994). Selama fermentasi, akan terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh adanya enzim yang membentuk senyawa calon aroma dan perubahan warna pada biji kakao.

Perkebunan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi merupakan salah satu perkebunan besar negara (badan usaha milik Negara) yang terletak di Desa Tulungrejo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Perkebunan ini memproduksi biji kakao paling banyak diantara perkebunan-perkebunan besar yang ada di Banyuwangi dengan luas area mencapai 432,28 ha untuk kakao *foraster /bulk* dan menghasilkan 255,149 ton pada tahun 2013. Besarnya produksi biji kakao tersebut menjadikan biji kakao yang dihasilkan beragam yaitu 80% biji berkualitas baik, 16% berkualitas sedang dan 4% berupa biji cacat (sumber PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi). Kondisi ini menurunkan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Proses pengolahan berperan penting dalam menentukan kualitas biji. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas biji yaitu dengan melakukan fermentasi karena selama fermentasi akan terjadi penguraian senyawa-senyawa seperti polifenol, protein dan gula oleh adanya enzim sehingga terbentuk aroma, cita rasa, perubahan warna, tekstur dan kenampakan fisik yang lebih baik (Wahyudi dkk., 2008). Lama fermentasi juga menentukan kualitas biji karena fermentasi yang kurang atau biji yang tidak difermentasi akan menghasilkan biji *slaty* yang bertekstur pejal dan berwarna keabu abuan, sedangkan fermentasi biji yang terlalu lama akan menghasilkan biji berjamur dan rapuh sehingga mudah pecah yang dapat menurunkan kualitas biji. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan

kualitas biji kakao maka perlu diketahui perubahan karakteristik baik fisik, kimia dan mikrobiologis selama fermentasi sehingga dapat ditentukan lama fermentasi yang menghasilkan kualitas biji terbaik.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Besarnya produksi biji kakao di Indonesia belum diimbangi oleh kualitas biji yang baik. PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi merupakan salah satu perkebunan besar milik negara yang memproduksi biji kakao kering. Biji kakao kering yang dihasilkan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi cukup banyak yaitu berkisar 255,149 ton pada tahun 2013 (sumber PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi). Besarnya produksi ini menjadikan kualitas biji yang dihasilkan beragam, yaitu 80% biji berkualitas baik, 16% berkualitas sedang dan 4% berupa biji cacat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas biji kakao yaitu dengan melakukan fermentasi dan menentukan lama fermentasi terbaik karena kualitas biji yang baik dapat dilihat dari tercapainya proses fermentasi yang ditandai dengan indeks fermentasi yang cukup, keasaman biji yang tidak terlalu tinggi, dan tidak ditemukannya biji cacat seperti biji *slaty*, berjamur, dempet dan pecah. Selama fermentasi, terjadi penguraian senyawa-senyawa yang akan merubah warna, tekstur, aroma, cita rasa, kandungan air dan kenampakan biji. Fermentasi biji yang kurang atau biji tidak fermentasi akan menghasilkan biji berwarna abu-abu dan bertekstur keras yang disebut biji *slaty*, sedangkan fermentasi biji yang terlalu lama akan menghasilkan biji berjamur dan rapuh sehingga biji akan mudah pecah yang dapat menurunkan kualitas biji. Oleh sebab itu, untuk menghasilkan biji dengan kualitas yang baik maka harus diketahui perubahan-perubahan yang terjadi selama fermentasi dengan melakukan karakterisasi baik fisik, kimia dan mikrobiologis, sehingga dapat ditentukan lama fermentasi yang menghasilkan karakteristik biji terbaik.

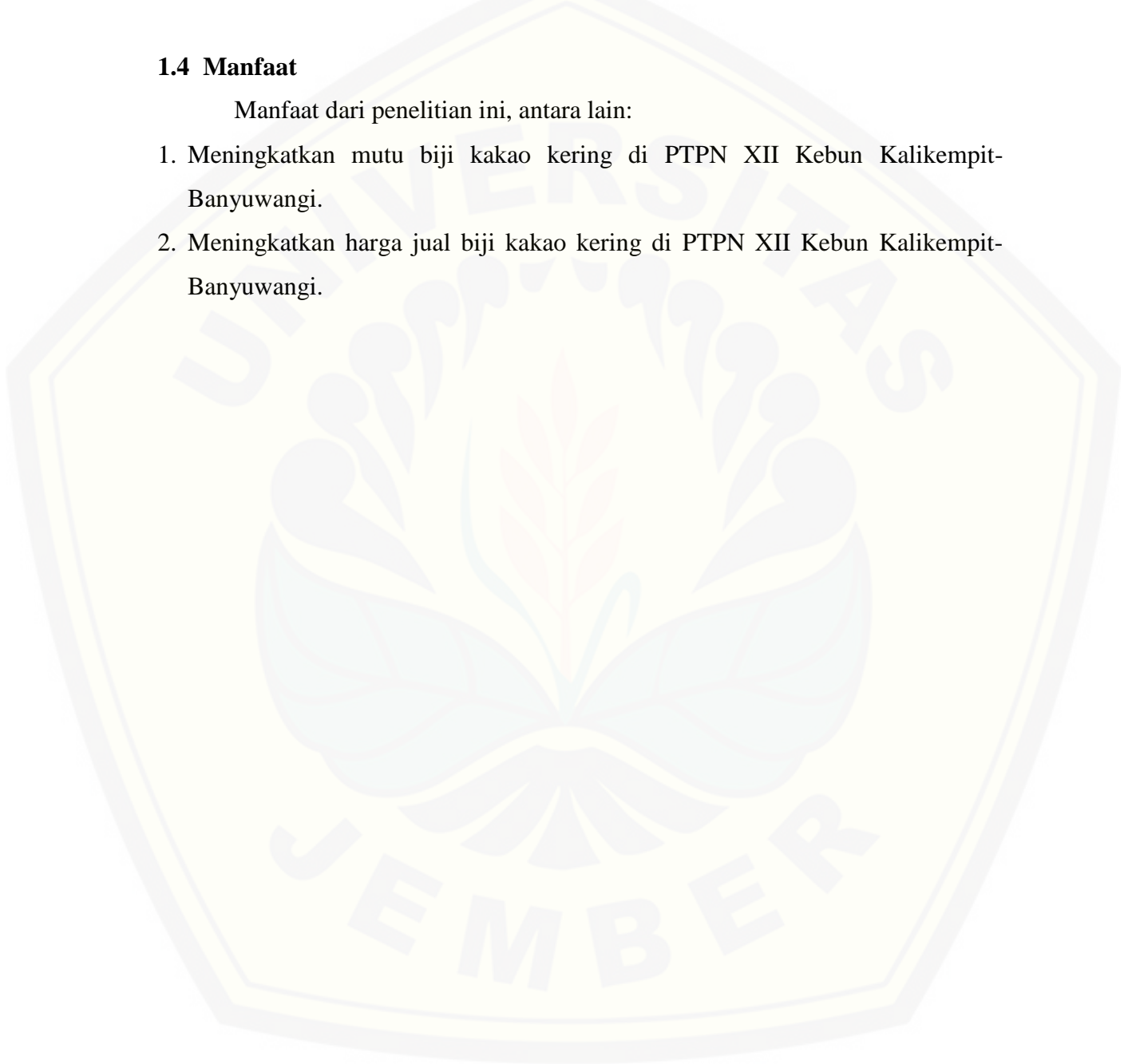
### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologis biji kakao kering selama fermentasi di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Meningkatkan mutu biji kakao kering di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi.
2. Meningkatkan harga jual biji kakao kering di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sifat Biji Kakao *Forastero*

Menurut Sunanto (1994), tanaman kakao memiliki jenis yang cukup banyak, namun jenis yang sering ditanam untuk produksi cokelat secara besar-besaran hanya ada tiga yaitu *Criollo* atau kakao mulia, *Forastero* atau kakao lindak dan *Trinitario*. Dari ketiga jenis kakao tersebut, jenis kakao *Forastero* yang banyak diusahakan diberbagai negara produsen coklat dan menghasilkan coklat yang bermutu sedang. Selain disebut kakao lindak, kakao jenis *Forastero* ini disebut juga dengan *bulk cocoa* atau *ordinary cocoa*. Meskipun kualitas kakao *Forastero* ini dikenal sedang, namun produksinya paling tinggi diantara jenis kakao lainnya.

Biji kakao *forastero* merupakan salah satu jenis kakao yang disebut juga kakao lindak (*bulk cacao*). Biji kakao jenis ini memiliki endosperma berwarna ungu tua dan berbentuk gepeng, proses fermentasinya lebih lama dibandingkan *Criollo* yaitu 3-7 hari karena *pulp* pada biji lebih tebal, rasa biji lebih pahit, berat biji kering rata-rata 1 gram, kandungan lemak 56%, ukuran dan berat biji heterogen, setelah mengalami proses fermentasi dan pengeringan biji berwarna coklat tua dan bila disangrai aromanya kurang kuat bila dibandingkan dengan kakao *criollo*. Jenis kakao ini menghasilkan biji kakao bermutu sedang (Sunanto, 1992).

Pada dasarnya buah kakao terdiri atas empat bagian yaitu kulit, plasenta, *pulp*, dan biji. Kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah kakao, yaitu lebih dari 70% berat buah masak. Prosentase biji kakao didalam buah hanya sekitar 27-29%, sedangkan sisanya adalah plasenta yang merupakan pengikat. Buah kakao masak berisi 30-40 biji. Biji kakao terdiri atas dua bagian yaitu kulit biji dan keping biji. Keping biji meliputi 86% sampai 90% dari berat kering keping biji, sedangkan kulit biji sekitar 10 – 14% (Mulato dkk., 2004). Biji yang masih basah diselubungi oleh *pulp* dan plasenta. *Pulp* merupakan jaringan halus berlendir yang membungkus biji kakao. Kandungan *pulp* terdiri dari 80-90% air

dan 8-14% gula yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam proses fermentasi (Bintoro, 1977). Menurut Haryadi dan Supriyanto (2001) komposisi kimia *pulp* dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan komposisi kimia biji kakao menurut Minifie (1999) dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.1** Komposisi *pulp* biji kakao

Komponen	Kandungan rata-rata (%)
Air	80-90
Albuminoid, <i>Astringents</i> dsb	0,5-0,7
Glukosa	8-13
Sukrosa	0,4-1,0
Pati	-
Asam non-volatil	0,2-0,4
Besi oksida	0,003
Garam-garam	0,4-0,45



**Tabel 2.2** Komposisi kimia biji kakao yang difermentasi

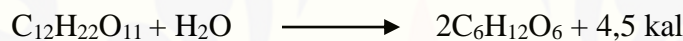
<b>Komponen</b>	<b>Persen (%)</b>
Keping biji	
Lemak	54,7
Air	2,1
Abu	2,7
Nitrogen	
Total N	2,2
Protein N	1,3
Theobromine	1,4
Kafein	0,07
Karbohidrat	
Glukosa	0,1
Pati	6,1
Pektin	4,1
Serat	2,1
Selulosa	1,9
Pentosa	1,2
Gum	1,8
Tanin	6,2
Asam organik	
Asetat	0,1
Oksalat	0,3
Sitrat	0,7

## 2.2 Fermentasi Kakao

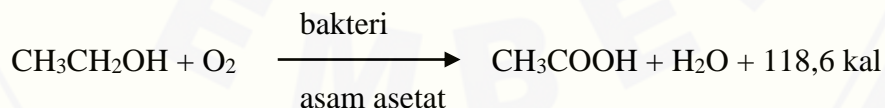
Fermentasi adalah proses perombakan senyawa organik yang dikatalisis oleh enzim. Proses fermentasi berlangsung didalam suatu sistem yang melibatkan reaksi hidrolisa, reaksi oksidasi reduksi yang menghasilkan energi (Winarno, 1993). Fermentasi merupakan tahapan awal proses yang penting dari seluruh

rangkaian pengolahan kakao. Pada proses ini, senyawa pembentuk citarasa dan aroma khas coklat akan terbentuk melalui mekanisme reaksi biokimia yang kompleks.

Pada awalnya, fermentasi dipicu oleh perkembangan mikroba khususnya khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces theobroma*, *Saccharomyces apiculatus*, *Saccharomyces animalus*, dan *Saccharomyces ellipsoideus* yang memanfaatkan substrat gula dari *pulp* yang melapisi permukaan biji kakao menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> disertai dengan pelepasan panas (eksotermis) dan peningkatan suhu biji sampai 47-50 °C. Oleh karena itu, reaksi ini hanya akan berjalan dengan baik, apabila biji kakao yang masih segar setelah dikupas dari kulit buahnya langsung dimasukkan dalam kotak fermentasi (Schwan, 1998). Reaksi perombakan gula menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> adalah sebagai berikut:



Perombakan gula selain menghasilkan alkohol dan CO<sub>2</sub> juga menghasilkan panas. Panas yang dibebaskan mengakibatkan massa kakao yang diperam menjadi lebih tinggi dan sebagian *pulp* akan hancur sehingga suplai oksigen lebih baik. Hal ini menjadikan kondisi fermentasi lebih aerob dan memicu bakteri untuk tumbuh. Senyawa alkohol hasil dari perombakan gula oleh khamir kemudian diubah oleh bakteri asam asetat seperti *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter peroxydans*, *Acetobacter aceti*, *Liquifaciens* dan *Gluconobacter oxydans* menjadi asam asetat secara eksotermis (Suwasono, 2005). Reaksi perombakan alkohol menjadi asam asetat adalah sebagai berikut:



Asam asetat yang terbentuk kemudian berdifusi ke dalam daging biji (nib) melalui testa (dinding daging biji) dan berperan dalam proses kematian biji serta

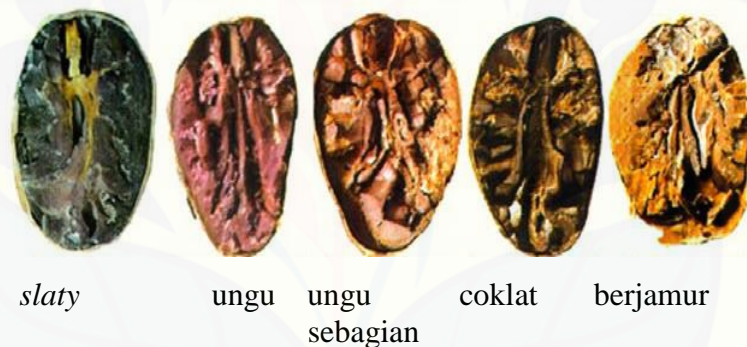
penurunan pH keping biji. Struktur daging biji terdiri atas sel lemak yang berwarna putih dan sel polifenol yang berwarna ungu. Keberadaan asam asetat pada lingkungan suhu tinggi menyebabkan dinding sel dalam struktur daging biji terpecah atau rusak. Senyawa-senyawa kimia yang semula didalam sel menjadi terbebas dan bereaksi satu sama lain dengan bantuan enzim-enzim tertentu membentuk senyawa pembentuk citarasa dan aroma khas coklat (Camu dkk., 2008). Proses ini berlangsung secara alami dan sangat tergantung pada keaktifan mikroba serta membutuhkan waktu yang cukup lama 4 sampai 6 hari.

Enzim-enzim seperti endoprotease, amino peptidase, karboksi peptidase, polifenol oksidase and glikosidase sangat berperan selama proses fermentasi (Hansen dkk., 1998). Protein yang terkandung dalam biji akan terurai oleh enzim protease menjadi senyawa polipeptida dan asam amino. Senyawa gula reduksi akan terlepas dalam bentuk glukosa dan fruktosa. Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa pembentuk citarasa coklat melalui reaksi Maillard. Senyawa polifenol yang merupakan penentu warna keping biji, teroksidasi dengan bantuan enzim polifenol oksidase membentuk senyawa tanin dan sebagian senyawa fenol yang tidak teroksidasi berdifusi keluar keping biji. Dengan teroksidasinya senyawa polifenol, warna keping biji yang semula ungu berubah menjadi coklat. Diferensiasi warna tersebut berlangsung secara bertahap berkorelasi dengan penurunan konsentrasi polifenol dan lamanya proses fermentasi (Schwan, 1998). Oleh karena itu, perubahan warna keping biji dipakai sebagai salah satu tolok ukur untuk penghentian proses fermentasi. Melalui metode uji belah keping biji (*cut test*), perubahan warna ini digunakan secara visual untuk membedakan kesempurnaan proses fermentasi dari berbagai sampel biji kakao dan sekaligus sebagai acuan penentuan mutu dan harga biji kakao. Cara uji ini bersifat sangat subyektif, kualitatif dan bersifat universal (tidak dibatasi oleh orang, ruang dan waktu).

Selama fermentasi, di dalam biji kakao akan terjadi penguraian senyawa polifenol, protein, dan gula oleh adanya enzim yang akan menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan cita rasa, dan perubahan warna. 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. Proses fermentasi membuat perubahan pH dari 3,5 pada biji segar sebelum fermentasi menjadi sekitar 4,8 pada hari ke-3 fermentasi dan akhirnya menjadi sekitar 5,5 pada biji yang telah dikeringkan (Atmawijaya, 1993).

Lama fermentasi optimal biji yaitu 4 – 5 hari (4 hari apabila udara lembab dan 5 hari apabila udara kering). Proses fermentasi biji yang terlalu singkat kurang dari 3 hari (*underfermented*) akan menghasilkan biji ungu sedangkan biji yang tidak terfermentasi (*nonfermented*) akan menghasilkan biji *slaty* dengan tekstur pejal dan warna keabu-abuan. Proses fermentasi biji yang terlalu lama yaitu lebih dari 5 hari menghasilkan biji berwarna coklat gelap, rapuh, berbau kurang sedap dan berjamur (Yusianto, 1995). Perbedaan warna biji kakao dapat dilihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Tampilan bagian dalam biji pada berbagai tingkatan fermentasi (Sumber : Permentan, 2012)

Fermentasi kakao yang telah selesai biasanya ditandai dengan *pulp* mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji berwarna coklat, dan beraroma asam cuka. Biji-biji kakao yang belum cukup mengalami fermentasi warna *pulpnya* putih, kulit biji belum berwarna coklat dan beraroma alkohol. Fermentasi berfungsi memberi warna dan aroma yang lebih baik dibandingkan kakao tanpa fermentasi (Bahri, 2002).

Indeks fermentasi merupakan tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Hasil pengukuran kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah (*cut test*), karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-

senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya. Senyawa hasil fermentasi adalah tanin kompleks berwarna coklat yang memberikan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antosianin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm. Tercapai atau tidaknya fermentasi ditunjukkan dengan nilai indeks fermentasi yang dihasilkan, apabila nilai indeks fermentasi kurang dari 1, maka fermentasi pada biji kakao masih kurang dan apabila nilainya sama dengan 1 atau lebih dari 1 menunjukkan bahwa fermentasi pada biji kakao sudah cukup (Misnawi, 2008).

### **2.3 Pengolahan Kakao di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi**

Pengolahan kakao adalah usaha untuk memproses biji kakao guna menghasilkan biji kakao kering yang memenuhi standar mutu dan dapat memunculkan karakteristik khas kakao, yaitu cita rasa. Tahap awal proses pengolahan biji kakao di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi yaitu pemanenan. Pemanenan kakao meliputi pemetikan, sortasi dan pemecahan buah. Pemetikan dilakukan pada saat buah tepat masak yaitu warna hijau pada buah berubah menjadi kuning untuk jenis *bulk cocoa*, apabila diguncang-guncangkan terdengar bunyi benturan antara biji dengan kulit buah. Biji kakao yang diperoleh kemudian dikumpulkan diatas wadah plastik untuk dipisahkan plasenta dan biji inferior (biji busuk, terserang penyakit dan mentah). Masing-masing biji hasil sortasi basah dimasukkan dalam karung berbeda untuk dilakukan penimbangan dan setelah itu diangkut ke pabrik untuk difermentasi.

Fermentasi merupakan tahap paling penting dalam proses pengolahan biji kakao, karena pada tahap ini akan terbentuk cita rasa, pengurangan rasa pahit dan sepat, serta perbaikan kenampakan fisik biji kakao. Fermentasi dilakukan dalam kotak fermentasi selama 4 hari dengan pembalikan setiap satu hari sekali. Kotak fermentasi disusun bertingkat agar memudahkan pembalikan. Kotak harus dalam keadaan bersih sebelum biji kakao dimasukkan kedalam kotak fermentasi agar fermentasi berjalan dengan baik.

Suhu fermentasi setiap harinya mengalami peningkatan yaitu pada hari pertama berkisar pada suhu 25-35 °C selama 16 jam, hari kedua 35-45 °C selama 24 jam, hari ketiga 45-50 °C selama 24 jam dan hari keempat 45-55 °C selama 22 jam. Meningkatnya suhu pada saat fermentasi disebabkan oleh reaksi eksotermis yang terjadi pada saat perubahan gula *pulp* menjadi alkohol oleh aktivitas khamir yang mengakibatkan *pulp* pecah sehingga tetesan air *pulp* dan oksigen akan mengalir ke dalam tumpukan biji. Aerasi ini menyebabkan kenaikan suhu yang tajam dan mengakibatkan kematian biji. Pada saat biji mati maka akan dimulai reaksi kimiawi didalam kotiledon. Reaksi ini berperan dalam pembentukan *flavor* biji kakao. Terdapat dua fase penting selama fermentasi kakao yaitu: pertama, aktivitas *yeast* yang mengubah gula *pulp* menjadi alkohol selama fermentasi anaerobik diawal fermentasi dan kedua, aktivitas bakteri asam asetat mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat dan selanjutnya menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Passos *et al.*, 1984). Setelah fermentasi selesai, biji kakao kemudian dicuci dengan menyiram biji kakao dengan air bersih serta diaduk. Pencucian ini berfungsi untuk menghentikan fermentasi, menghilangkan sisa *pulp* yang masih menempel pada biji dan kotoran yang ada selama fermentasi, mengurangi rasa asam, menghasilkan warna yang baik, biji akan terlihat bersih, tetapi lebih rapuh dan mudah pecah. Selanjutnya biji dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 6 jam dan dilanjutkan dengan *vis dryer* selama 18-20 jam. Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air biji kakao dari sekitar 60% menjadi 7% agar terjadi pembentukan aroma coklat dan memperpanjang umur simpan.

Biji kakao kering yang dihasilkan kemudian disortasi secara manual dengan memisahkan antara biji pecah, dempet, kepek/gepeng, dan kotoran dengan cara biji kakao diayak. Biji yang tidak lolos ayakan kemudian disortasi berdasarkan ukuran, bentuk dan cacatnya. Standar biji yang telah disortasi diklasifikasikan kedalam beberapa mutu seperti berikut:

- a. I-AA BC/W, jumlah biji tidak lebih dari 85 biji/100 gram
- b. I-A BC/W, jumlah biji antara 86-100 biji/100 gram
- c. I-B BC/W, jumlah biji antara 101-110 biji/100 gram
- d. I-C BC/W, jumlah biji antara 111-120 biji/100 gram

- e. I-Sa BC/W, jumlah biji antara 121-140 biji/100 gram
- f. I-Sb BC/W, jumlah biji antara 141-160 biji/100 gram
- I-Sc BC/W, jumlah biji lebih dari 160 biji/100 gram

#### **2.4 Penggolongan Mutu 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), karakteristik biji kakao kering yang baik harus memiliki beberapa persyaratan sebagai berikut:

a. 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 yang diklasifikasikan dalam golongan AA, kurang dari 100 biji/100 gram diklasifikasikan dalam golongan A, 100-110 biji/ 100 gram diklasifikasikan dalam golongan B, 110-120 biji / 100 gram diklasifikasikan dalam golongan C dan lebih dari 120 biji/ 100 gram diklasifikasikan dalam golongan S (BSN, 2008). Pengklasifikasian ukuran biji kakao tersebut untuk memperoleh keseragaman biji dengan berbagai mutu.

b. 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 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 (POP), oleodistearin (SOS),

dan oleopalmitearin (POS), selain itu juga terdapat sedikit *unsaturated* trigliserida. Komposisi asam lemak menentukan karakteristik lemak, yaitu kekerasannya. Karakteristik lemak kakao yang baik adalah yang mempunyai titik cair sekitar suhu badan dan dapat mengeras pada suhu kamar atau ruang.

c. Kadar air

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

d. 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. Menurut Wahyudi, dkk (2008), derajat fermentasi berdasarkan warna keping biji dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tingkatan sebagai berikut:

- i. Fermentasi berlebihan, ditandai dengan warna keping biji coklat gelap dan berbau tidak enak.
- ii. Terfermentasi sempurna, ditandai dengan keping biji berwarna coklat dominan, bertekstur agak remah atau mudah dipecah, cita rasa pahit dan sepat tidak dominan.
- iii. Biji tidak terfermentasi (*slaty*), ditandai dengan keping biji berwarna keabu-abuan, bertekstur pejal, memiliki rasa sangat pahit.
- iv. 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 (Wahyudi dkk., 2008).

### **2.5 Mutu Biji Kakao**

Menurut Prawirosentono (2002), mutu produk adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai nilai uang yang di keluarkan. Mutu biji kakao merupakan aspek paling penting dalam produksi kakao, apabila biji kakao bermutu rendah, maka tidak hanya harganya yang akan turun, melainkan juga produk olahannya pun akan berkualitas jelek. Oleh karena itu, semua pihak yang berkaitan dengan pengolahan kakao berperan penting dalam mengendalikan dan meningkatkan mutu biji kakao. Salah satu cara untuk menangani hal tersebut dapat dilakukan dengan menjalankan setiap proses pengolahan sesuai dengan SOP (*Standart Operating Prosedure*) kemudian melakukan pengawasan.

Biji kakao yang akan diperdagangkan terutama diekspor harus memenuhi persyaratan SNI biji kakao. Persyaratan mutu yang diatur pemerintah meliputi karakteristik fisik, pencemaran dan organoleptik. Karakteristik fisik merupakan faktor utama yang pertama kali dilihat karena berpengaruh terhadap hasil yang akan diterima oleh konsumen serta mudah diukur dengan cepat. Dengan demikian, pengawasan mutu berdasarkan sifat-sifat fisik biji kakao lebih mudah untuk dilakukan daripada berdasarkan sifat organoleptik ataupun lainnya (Wahyudi dkk., 2008). Persyaratan mutu biji kakao menurut BSN (2008) dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

**Tabel 2.3** Persyaratan umum biji kakao

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

**Tabel 2.4** Peryaratan khusus biji kakao

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

Kenampakan fisik biji kakao merupakan salah satu indikator awal untuk menentukan baik tidaknya mutu biji. Mutu biji kakao dipengaruhi oleh jumlah biji yang bermutu jelek, semakin banyak biji yang bermutu jelek maka mutu biji kakao akan semakin rendah. Menurut BSN (2008), ada beberapa macam biji cacat yang menurunkan kualitas biji kakao, diantaranya:

a. Biji pipih

Biji yang tidak mengandung keping biji atau bijinya tidak dapat dibelah. Biji ini terbentuk dari biji yang tidak matang sempurna sehingga fermentasi tidak berjalan normal karena nutrisi yang terkandung dalam *pulp* tidak cukup banyak

untuk proses peromabakan yang mengakibatkan banyak kehilangan berat selama fermentasi.

b. Biji berjamur

Biji kakao yang ditumbuhi jamur dibagian dalamnya dan apabila dibelah dapat terlihat dengan mata. Biji berjamur dapat terbentuk dari proses fermentasi yang terlalu lama yaitu lebih dari 5 hari yang menghasilkan biji berwarna coklat gelap, rapuh, berbau kurang sedap dan berjamur (Yusianto, 1995).

c. Biji berserangga

Biji kakao yang dibagian dalamnya terdapat serangga pada stadia atau terdapat bagian-bagian dari tubuh serangga, atau yang memperlihatkan kerusakan karena serangga yang dapat dilihat oleh mata. Biji berserangga dapat disebabkan oleh proses penyimpanan yang salah. Tempat penyimpanan yang kotor dan lembab dapat menjadi salah satu faktor penyebab biji terserang serangga.

d. Biji berkecambah

Biji kakao yang kulitnya telah pecah atau berlubang karena pertumbuhan lembaga. Biji ini terbentuk dari biji yang terlalu matang saat dipanen, sehingga didalam kotiledon biji telah tumbuh lembaga. Biji berkecambah tidak memberi cita rasa coklat karena mudah diserang hama dan kapang (Wahyudi dkk., 2008).

e. Biji pecah

Biji kakao dengan bagian yang hilang berukuran setengah (1/2) atau kurang dari bagian biji kakao yang utuh. Biji pecah dapat terbentuk dari proses fermentasi yang terlalu lama yang membuat biji kehilangan banyak kandungan air dan menjadi rapuh. Rapuhnya biji ini akan membuat biji mudah pecah.

f. Biji dempet (*cluster*)

Biji kakao yang melekat (dempet) tiga atau lebih yang tidak dapat dipisahkan dengan satu tangan. Biji dempet dapat terbentuk akibat proses pengadukan yang kurang selama fermentasi dan tumpukan biji yang terlalu banyak, sehingga biji akan melekat satu sama lain.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel berupa biji kakao kering dari proses fermentasi di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi pada bulan Januari 2014 dan bulan Juni 2014. Selanjutnya biji kakao dikarakterisasi di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Januari sampai September 2014.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao kering jenis *lindak/bulk cocoa* hasil fermentasi hari ke-0 sampai fermentasi hari ke-4 dan hari ke-4 setelah pembilasan yang diperoleh dari 5 afdeling di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi, metanol, HCl, aquades steril, petroleum benzen, kertas saring, media NA (*Nutrient Agar*), alkohol, kapas, benang wol dan aluminium foil.

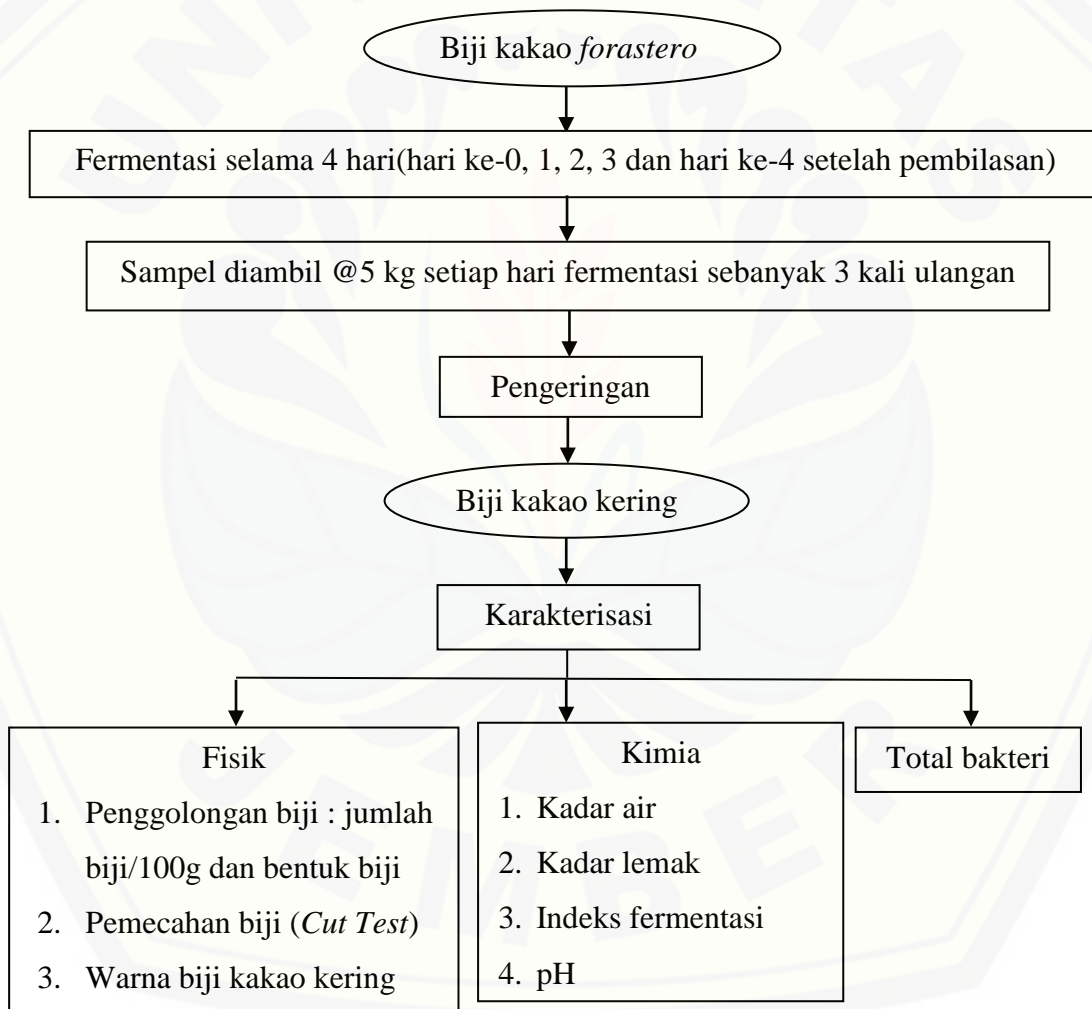
#### 3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan antara lain soxhlet apparatus, oven, eksikator, spektrofotometer UV-Vis merek Shimadzu, tipe UV-1800, kuvet, timbangan analitik merek Ohaus, Analytical Plus, blender, alat-alat gelas, penangas air, vortex, inkubator 37 °C merek Heracus Instruments, tipe B-6200 Jerman, *color reader* merek Minolta, spatula, magnet stirrer, ayakan 40 mesh, kulkas, laminar *air flow* merek Cruma SA tipe 9005-FL, Spanyol, *colony counter*, mortar dan penumbuk, *pipet* mikro, *blue tip* dan bunsen.

### 3.3 Rancangan Percobaan

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

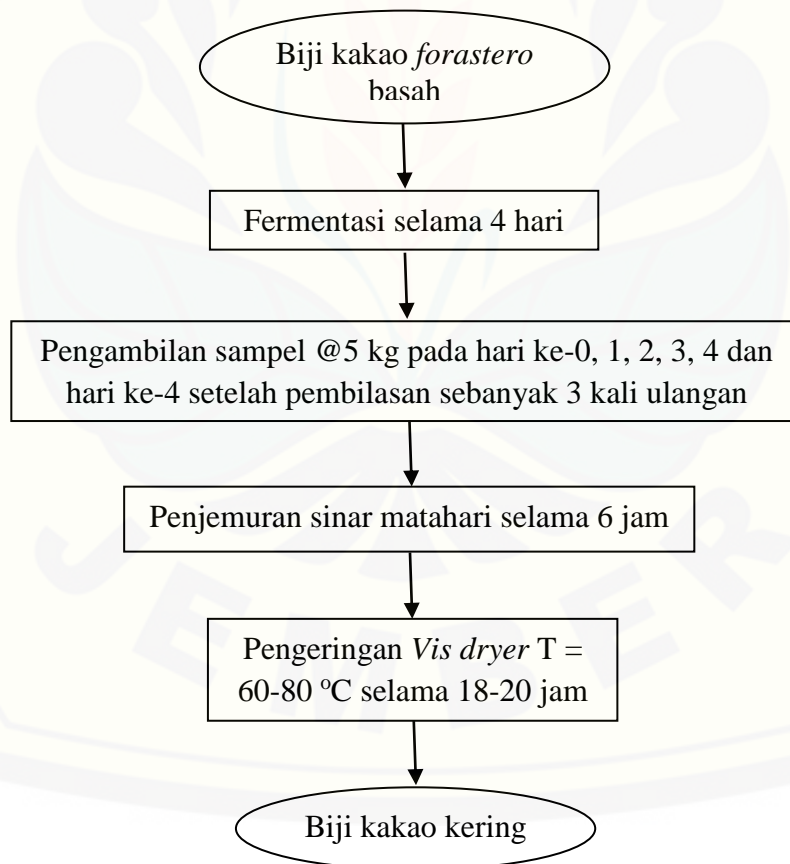
Pada penelitian ini, biji kakao jenis *forastero* difermentasi selama 4 hari kemudian setiap hari fermentasi dari hari ke-0, ke-1, ke-2, ke-3, ke-4 dan hari ke-4 setelah pembilasan dilakukan pengambilan sampel masing-masing sebanyak 5 kg. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan yang kemudian dilakukan pengeringan. Biji kakao kering yang dihasilkan kemudian dianalisa karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologisnya. Data yang diperoleh disajikan menggunakan tabel atau histogram. Alur rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Alur rancangan penelitian

### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan proses fermentasi selama 4 hari. Fermentasi dilakukan dengan menumpuk biji kakao basah dari beberapa afdeling pada kotak fermentasi yang kemudian ditutup dengan karung goni. Setiap hari dilakukan pembalikan dengan memindahkan biji pada kotak fermentasi yang lain sampai hari ke-4. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil biji basah sebanyak 3 kali ulangan, masing-masing sebanyak 5 kg pada hari ke-0, hari ke-1, hari ke-2, hari ke-3, hari ke-4 dan pada hari ke-4 setelah dilakukan pembilasan. Sampel kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 6 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan *vis dryer* pada suhu 60-80°C selama 18-20 jam. Biji kakao kering yang dihasilkan kemudian dianalisa karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologisnya. Proses pengambilan sampel biji kakao dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Diagram alir pengambilan sampel biji kakao di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi

### 3.3.2.1 Analisis Data

Data yang didapat dari hasil pengamatan 3 kali ulangan disajikan menggunakan tabel atau histogram dan kemudian dijelaskan.

## 3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Karakteristik fisik biji kakao kering meliputi jumlah biji per 100 gram, bentuk biji, uji belah (*Cut Test*) dan warna;
- b. Karakteristik kimia meliputi kadar air, kadar lemak, indeks fermentasi dan pH;
- c. Penentuan total bakteri (*Total Plate Count*).

## 3.5 Prosedur Pengukuran

### 3.5.1 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

#### a. Jumlah Biji per 100 gram

Contoh uji ditimbang sebanyak 100 g kemudian dihitung jumlah biji yang terdapat dalam 100 g tersebut. Menurut BSN (2008), hasil uji dinyatakan sesuai dengan jumlah biji yang dihitung dalam 100 g contoh uji, yaitu sebagai berikut:

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

#### b. Bentuk Biji Kakao Kering

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

berplasenta, biji dempet, biji pipih, dan biji pecah. Hasil masing-masing uji kemudian dihitung persentasenya (BSN, 2008).

c. Uji Belah (*Cut Test*)

Pengujian *cut test* dilakukan berdasarkan metode Mulato dkk., (2008), yaitu 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 50 belahan biji tersebut diamati satu per satu warna keping biji kakao berdasarkan klasifikasinya. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi menjadi tiga kelas yaitu warna *slaty* dimasukkan ke dalam kelas biji *nonfermented*, warna ungu dominan terhadap coklat ke dalam kelas biji *underfermented*, dan coklat dominan masuk kelas biji *fermented* yang kemudian hasilnya dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ Biji } \textit{Unfermented} &= \sum \frac{\text{belahan biji berwarna slaty}}{\text{belahantotalbijikakao}} \times 100\% \\ \% \text{ Biji } \textit{Underfermented} &= \sum \frac{\text{belahan biji berwarna ungu}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\% \\ \% \text{ Biji } \textit{Fermented} &= \sum \frac{\text{belahan biji berwarna coklat}}{\text{belahan total biji kakao}} \times 100\% \end{aligned}$$

d. Warna Biji Kakao Kering

Penentuan warna dilakukan dengan menggunakan *Color Reader* Minolta CR-300. Alat *colour reader* distandarkan dengan cara mengukur nilai dL pada keramik putih yang telah diketahui standar nilai L. Selanjutnya sampel diletakkan dalam tempat yang tersedia kemudian pengukuran dilakukan pada tiga titik yang berbeda hingga diperoleh nilai L, a, dan b. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan, kemudian dapat dihitung nilai L\* (*Lightness*) dengan rumus sebagai berikut:

$$L^* = \frac{L \text{ standar} + L \text{ sampel}}{L \text{ keramik}}$$



### 3.5.2 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

#### a. Kadar air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode BSN (2008), yaitu dengan menimbang contoh uji yang telah dipecahkan sebanyak 10 g kedalam cawan tertutup yang terlebih dahulu telah ditetapkan bobotnya ( $M_0$ ). Cawan beserta isinya ( $M_1$ ) ditempatkan dalam oven pada suhu ( $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (cawan dalam keadaan terbuka) selama 16 jam, dengan tidak sekali-kali membuka oven. Sesudah 16 jam, cawan ditutup menggunakan penutupnya dan keluarkan dengan segera untuk dimasukkan kedalam eksikator. kemudian timbang cawan bertutup beserta isinya ( $M_2$ ). Kadar air dinyatakan dalam persentase bobot seperti berikut:

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

#### b. Kadar Lemak

##### i. Hidrolisis lemak:

Pengukuran kadar lemak dilakukan menurut metode BSN (2008) yaitu dengan menghidrolisis dan mengekstraksi lemak. Pada hidrolisis lemak, biji kakao kering yang telah dihaluskan ditimbang 3-5 g ke dalam gelas piala 300-500 ml, kemudian ditambahkan 45 ml air suling mendidih dan 55 ml HCl ke dalam gelas piala. Gelas piala tersebut lalu dikocok dan tutup dengan kaca arloji dan didihkan perlahan-lahan tepat 15 menit. setelah itu kaca arloji dibilas dengan 100 ml air suling dan air pencucian tersebut dimasukkan ke dalam gelas piala, kemudian endapan disaring melalui kertas saring yang bebas lemak. Gelas piala tersebut kemudian dibilas sebanyak 3 kali dengan air suling melalui kertas saring dan pencucian diteruskan sehingga bebas Cl (tidak memberikan endapan putih AgCl dengan penambahan 1 tetes sampai 3 tetes  $\text{AgNO}_3$ ). Kertas saring lalu dipindahkan beserta isinya ke dalam timbal ekstraksi atau selongsong kertas saring yang bebas lemak dan dikeringkan selama 6-18 jam pada suhu 100-101  $^{\circ}\text{C}$ .

ii. Ekstraksi lemak :

Labu didih dikeringkan selama satu dalam oven dengan suhu 100-101 °C dan ditimbang hingga bobot tetap, kemudian labu didih disambungkan dengan alat ekstraksi soxhlet. Setelah itu timbal ekstraksi atau selongsong kertas saring dimasukkan ke dalam soxhlet. gelas piala dan kaca arloji yang telah dikeringkan dibilas beberapa kali dengan 150 ml petroleum benzen dan dituangkan ke dalam labu. Selanjutnya bahan direfluks selama 4 jam dengan kecepatan ekstraksi sekitar 3 tetes per detik. Setelah ekstraksi selesai, timbal ekstraksi dikeluarkan kemudian pelarut petroleum benzen diuapkan dengan alat penguapan atau dengan memanaskan labu di atas penangas air. Labu beserta lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 100-101 °C. Setelah itu bahan didinginkan dan ditimbang, sisa pelarut terakhir setelah pengeringan diuapkan dengan menghembuskan udara melalui labu didih. Pengeringan diulangi sampai perbedaan penimbangan berat lemak yang dilakukan berturut-turut kurang dari 0,05%. Cara menyatakan hasil kadar lemak dinyatakan dalam presentase bobot per bobot dan dihitung dalam bobot kering dengan perhitungan sebagai berikut:

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

Dengan pengertian :

M0 adalah bobot contoh uji, dinyatakan dalam gram

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

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

KA adalah kadar air contoh uji

c. Indeks Fermentasi

Pengukuran nilai indeks fermentasi berdasarkan metode Gourieva dan Tserevitinov (1979). Keping biji kakao yang telah dihaluskan sampai 40 mesh ditimbang sebanyak 0,5 g kemudian diekstrak dengan campuran metanol dan HCl

pekat (30%) dengan perbandingan 97 : 3 sebanyak 50 ml. Ekstrak biji kakao dihomogenkan selama 20 detik menggunakan homogenizer, setelah itu disimpan selama 20 jam pada suhu 8 °C. Ekstrak diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 460 nm dan 530 nm. Nilai indeks fermentasi dihitung sebagai berikut:

$$\text{Indeks fermentasi} = \frac{\text{Absorbansi 460 nm}}{\text{Absorbansi 530 nm}}$$

#### d. pH

Pengukuran nilai pH dilakukan berdasarkan metode Apriyantono dkk (1989) dengan menggunakan alat pH meter. Caranya yaitu biji kakao yang telah diblender diambil sebanyak 10 gram, kemudian dimasukkan dalam beaker glass 100 ml kemudian tambahkan aquades 90 ml. Setelah itu diaduk sampai homogen dan disaring, kemudian sampel diukur dengan alat pH meter yang telah dikalibrasi pada buffer 7. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

#### 3.5.3 Penentuan Total Bakteri Biji Kakao Kering

Penentuan total bakteri dilakukan berdasarkan metode *Total Plate Count* dengan menggunakan media NA. Biji kakao yang telah dihaluskan sebanyak 5 gram dan dilarutkan dalam 45 ml aquades steril lalu dilakukan pengenceran mulai dari  $10^{-5}$  sampai dengan  $10^{-7}$ . Selanjutnya diambil sebanyak 1 ml dari setiap pengenceran secara duplo untuk dituang dalam cawan petri steril diikuti dengan penambahan media NA (*Nutrient Agar*). Setelah media memadat, lalu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Jumlah bakteri yang tumbuh kemudian dihitung dengan menggunakan *colony counter*.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Fisik Biji Kakao Kering

#### 4.1.1 Penggolongan Biji Kakao Kering

##### a. Penggolongan Biji Berdasarkan Jumlah Biji Kakao per 100 gram

Biji kakao dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan menurut ukuran berat bijinya. Hasil penentuan jumlah biji kakao kering dapat dilihat pada Tabel 4.1.

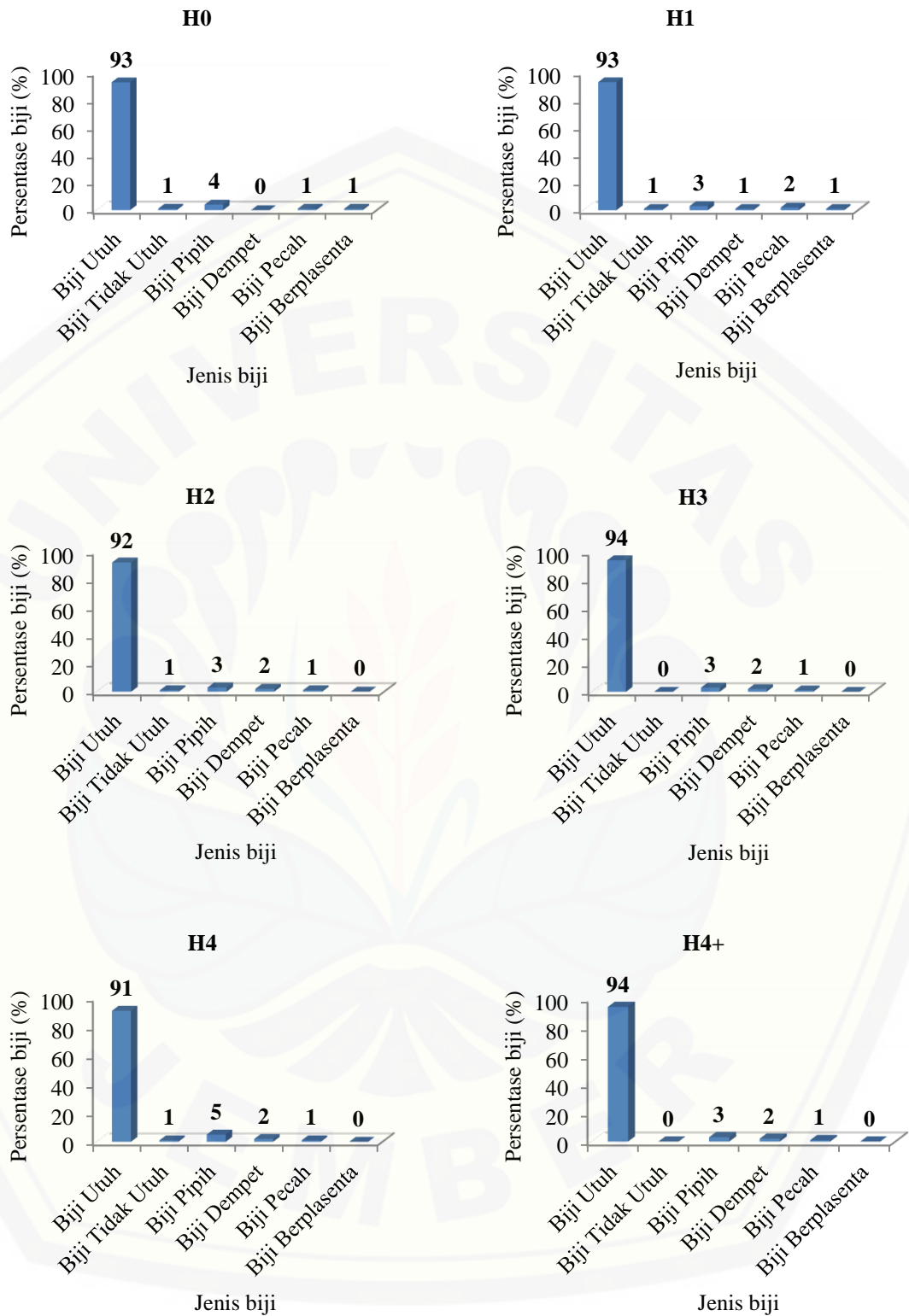
**Tabel 4.1** Jumlah biji kakao kering per 100 gram

Fermentasi	Jumlah Biji	Kriteria
H0	93	A
H1	93	A
H2	94	A
H3	96	A
H4	99	A
H4+	100	A

Hasil penentuan jumlah biji kakao kering menunjukkan bahwa rata-rata jumlah biji kakao kering berkisar antara 93-100 biji per 100 gram sampel. Hal ini menunjukkan bahwa biji kakao kering di PTPN XII Kebun Kalikempit – Banyuwangi dapat dikategorikan dalam golongan A karena jumlah biji berkisar antara 86-100 biji/100 gram (BSN, 2008).

##### b. Bentuk Biji Kakao Kering

Berdasarkan hasil pengklasifikasian bentuk pada biji kakao kering dari fermentasi hari ke-0 sampai hari ke-4 setelah pembilasan didapatkan hasil sebagai berikut:

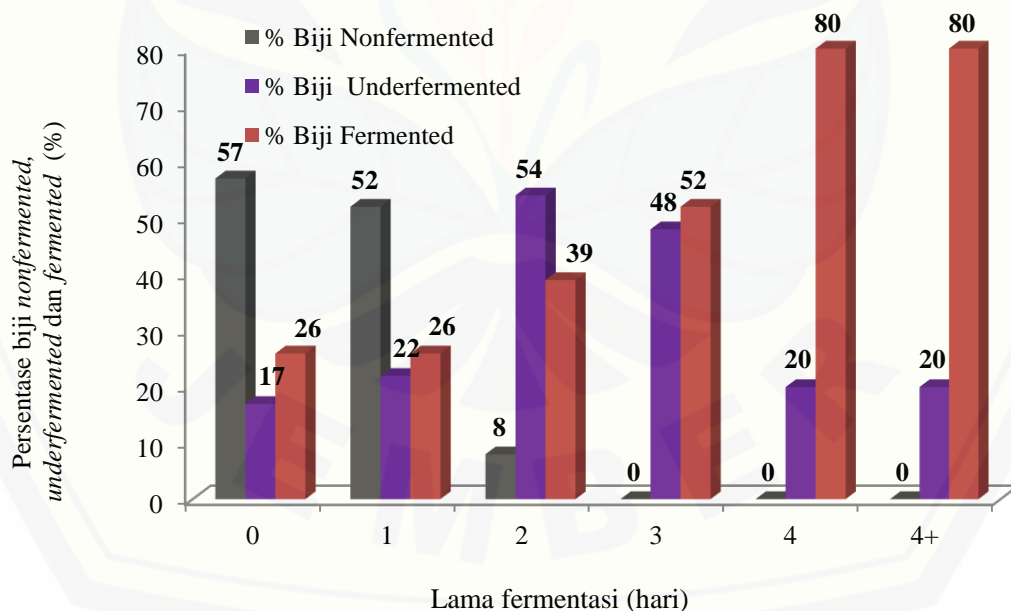


Gambar 4.1 Persentase bentuk biji kakao hasil fermentasi H0, H1, H2, H3, H4, dan H4+

Hasil penentuan bentuk biji kakao menunjukkan bahwa rata-rata persentase biji utuh di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi dari hari ke-0 sampai hari ke-4 setelah pembilasan sebesar 91-94%, sedangkan persentase biji pipih sebesar 3-5%. Biji dempet dan pecah memiliki persentase yang sama sebesar 1-2% dan persentase biji tidak utuh serta biji berplasenta rata-rata hanya 1%. Hasil ini menunjukkan bahwa biji kakao kering yang dihasilkan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi memiliki mutu yang baik karena persentase jumlah biji utuh jauh lebih banyak dibandingkan persentase jumlah biji cacatnya. Fermentasi dapat meningkatkan kualitas biji karena dapat merombak dan menghilangkan *pulp* pada biji yang menyebabkan biji dempet, biji berjamur karena adanya kandungan air pada biji yang terlalu banyak dan hilangnya cita rasa pada biji.

#### 4.1.2 Uji Belah (*Cut Test*) Biji Kakao Kering

Berdasarkan pengujian *cut test* pada biji kakao kering selama fermentasi, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 4.2



**Gambar 4.2** Persentase biji kakao kering *nonfermented*, *underfermented* dan *fermented* selama fermentasi

Hasil penentuan *cut test* menunjukkan bahwa pada fermentasi hari ke-0 sampai hari ke-1, biji kakao dominan berwarna keabu-abuan yang mengindikasikan bahwa pada hari ke-0 sampai hari ke-1 biji tidak mengalami fermentasi (*nonfermented*). Pada fermentasi hari ke-2 dan ke-3, warna biji mulai berubah menjadi ungu yang artinya bahwa biji mulai terfermentasi sebagian (*underfermented*). Selanjutnya pada hari ke-4 biji dominan berwarna coklat seiring semakin lamanya proses fermentasi yang menunjukkan bahwa biji telah terfermentasi sempurna (*fermented*).

Perubahan warna disebabkan oleh kandungan senyawa polifenol pada biji kakao. Selama fermentasi, polifenol teroksidasi oleh enzim polifenol oksidase dengan bantuan udara membentuk senyawa tanin yang menimbulkan rasa sepat dan warna coklat. Dengan teroksidasinya senyawa polifenol seiring lamanya fermentasi, warna keping biji yang semula ungu berubah menjadi coklat.

Berdasarkan hasil pengukuran fisik, fermentasi terbaik terjadi pada hari keempat dan hari keempat setelah pembilasan, dimana pada akhir fermentasi, 80% biji yang dihasilkan sudah berwarna coklat, hanya 20% yang berwarna ungu serta tidak ditemukannya biji *slaty*, berkecambah, berjamur maupun berserangga. Sementara itu, karena tidak ditemukannya biji berjamur pada hasil pengamatan, maka tidak dilakukan uji untuk penentuan total jamur pada biji kakao kering.

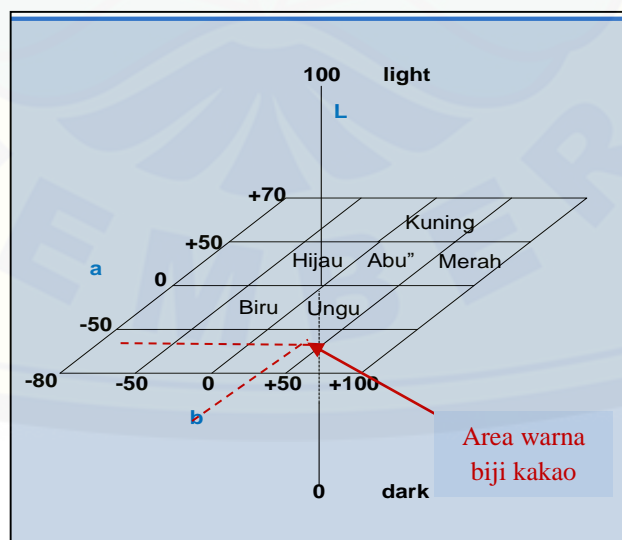
#### 4.1.3 Warna Biji Kakao Kering

Pengukuran warna biji kakao dilakukan dengan mengukur L, a dan b. *Lightness* (L) atau kecerahan mendeskripsikan kecerahan warna dari suatu bahan yang nilainya berkisar antara 0 hingga 100. Nilai 0 menunjukkan warna gelap, sedangkan nilai 100 menunjukkan warna cerah. Sementara itu, parameter kromatik (a, b) memiliki kisaran nilai antara -80 hingga 100. Hasil pengukuran warna dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Pengukuran warna biji kakao kering hasil fermentasi

Fermentasi	Rata-rata		
	L*	a*	b*
H0	48,382 ± 1,386	-7,593 ± 1,802	5,735 ± 1,667
H1	50,560 ± 0,518	-7,519 ± 1,822	5,805 ± 1,465
H2	47,183 ± 1,291	-9,694 ± 1,352	5,779 ± 1,469
H3	45,360 ± 0,367	-9,571 ± 1,333	5,679 ± 1,379
H4	45,867 ± 1,243	-10,382 ± 2,039	5,839 ± 2,090
H4+	46,289 ± 0,987	-9,915 ± 1,802	5,809 ± 1,791

Hasil pengukuran warna pada tabel diatas, secara keseluruhan hasil fermentasi dari hari ke-0 sampai hari ke-4 apabila diplotkan kedalam koordinat L\*, a\*, b\* pada diagram warna akan menghasilkan warna ungu gelap. Rentang nilai L\* (*lightness*) antara 45-50, mengindikasikan bahwa warna yang dihasilkan cenderung gelap, namun warna biji pada akhir fermentasi dengan perlakuan pembilasan menghasilkan warna lebih terang dengan nilai L\* sebesar 46,289 dibandingkan biji tanpa pembilasan dengan nilai L\* sebesar 45,867. Hal ini disebabkan karena pencucian dapat menghilangkan sisa *pulp* yang masih menempel pada biji sehingga menghasilkan kenampakan fisik yang lebih baik, sedangkan warna ungu dihasilkan dari menarik koordinat dari nilai a\* dan b\* yang berada dalam rentang warna ungu, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.3

**Gambar 4.3** Diagram warna biji kakao kering hasil fermentasi

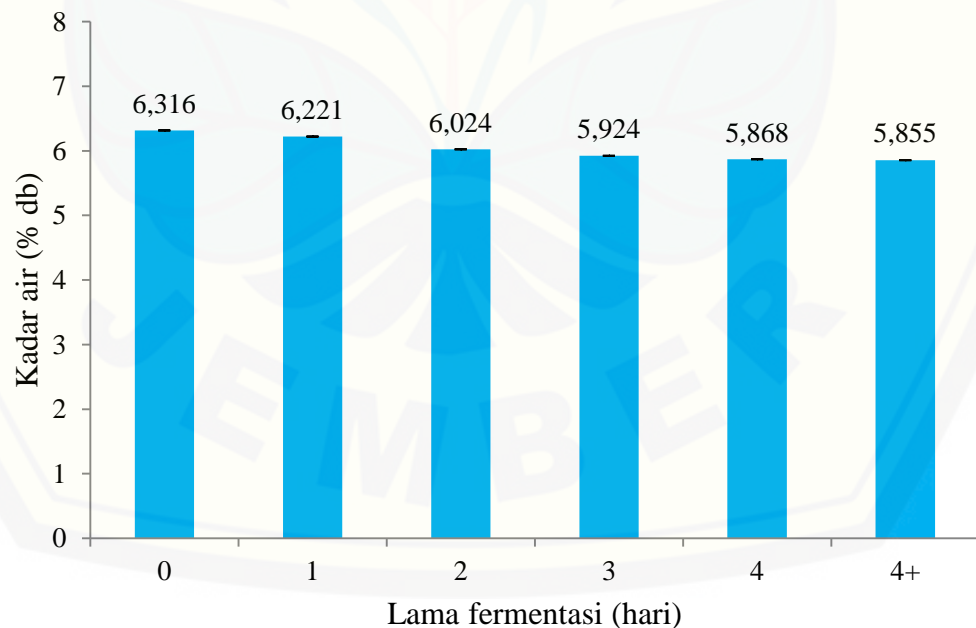


Berdasarkan diagram warna, biji kakao cenderung berwarna ungu gelap. Hal ini diduga masih adanya senyawa antosianin di dalam biji saat dilakukan penghancuran yang menyebabkan biji berwarna ungu. Antosianin merupakan senyawa penyusun polifenol yang terdapat pada biji kakao. Senyawa polifenol tersusun atas katekin 33–42%, leukosianidin 23–25% dan antosianin 5%. Antosianin merupakan pigmen berwarna merah, biru, dan ungu. Selama fermentasi antosianin terhidrolisis menghasilkan antosianidin, galaktosa dan arabinosa. Antosianidin yang merupakan hasil hidrolisis antosianin kemudian mengalami polimerasi dengan katekin membentuk leukosianidin yang tidak berwarna. Leukosianidin dan epikatekin dalam pengeringan akan menghasilkan warna coklat (Sulistyowati, 1989). Apabila selama fermentasi antosianin tidak terhidrolisis, maka biji akan cenderung berwarna ungu.

## 4.2 Karakteristik Kimia Biji Kakao Kering

### 4.2.1 Kadar Air Biji Kakao Kering

Berdasarkan pengukuran kadar air biji kakao kering selama fermentasi, didapatkan hasil sebagai berikut:



**Gambar 4.4** Kadar air biji kakao kering selama fermentasi

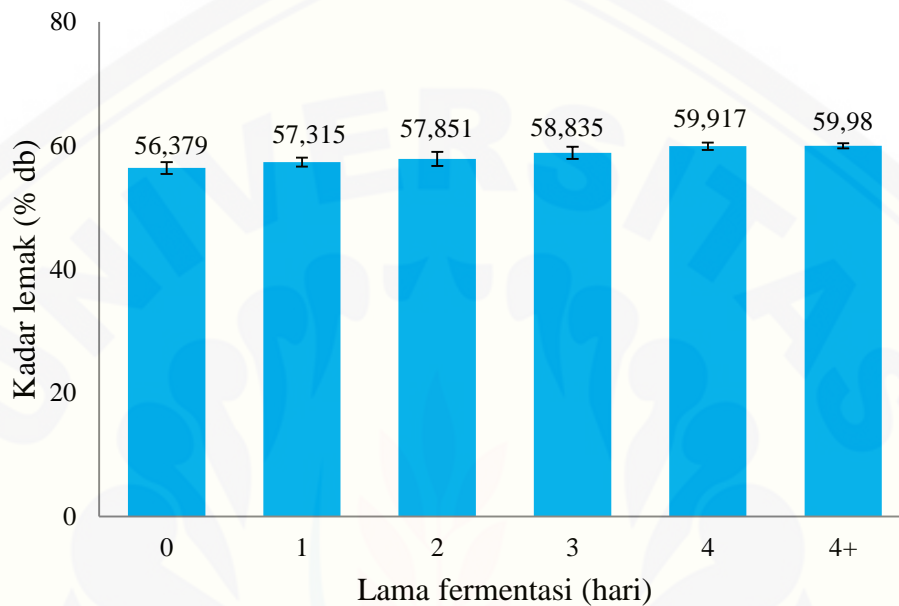
Hasil penentuan kadar air biji kakao kering menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi maka kadar air pada biji kakao semakin menurun. Kadar air biji kakao pada awal fermentasi sebesar 6,316% dan semakin menurun seiring lamanya proses fermentasi yang dapat dilihat pada fermentasi hari ke-4 kadar air berkurang menjadi 5,868% dan setelah dilakukan pembilasan menjadi 5,855%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar air biji kakao kering di PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi telah sesuai standar karena tidak melebihi standar maksimal yang ditetapkan oleh BSN (2008) sebesar 7,5%. Selain itu, kadar air biji kakao kering juga tidak dibawah 5% yang dapat mengakibatkan kulit biji akan mudah pecah atau rapuh (Wahyudi dkk., 2008).

Penurunan kadar air ini disebabkan oleh lepasnya *pulp* pada biji kakao akibat proses penguraian oleh mikroba, sehingga kadar bobot biji berkurang dan memudahkan dalam proses pengeringan. Selain itu, selama fermentasi kandungan-kandungan bahan pada biji seperti air, polifenol dan protein akan pecah dan berdifusi keluar dari keping biji karena adanya panas yang dihasilkan oleh proses fermentasi. Keluarnya komponen-komponen biji tersebut membuat bobot biji berkurang seiring lamanya proses fermentasi sehingga saat dilakukan pengeringan, kadar air biji akan cenderung menurun.

Pada biji kakao fermentasi hari ke-4 yang dilakukan pembilasan, kadar air biji kakao yang dihasilkan juga mengalami penurunan dibandingkan dengan fermentasi hari ke-4 tanpa pembilasan, hal ini disebabkan karena pencucian biji kakao yang telah difermentasi berfungsi untuk menghilangkan sisa *pulp* yang masih menempel pada biji dan kotoran yang ada selama fermentasi sehingga biji yang bersih dari *pulp* maupun kotoran lebih cepat dan mudah dikeringkan. Disamping itu, menurut Poedjiwidodo (1996), biji yang dilakukan pembilasan/pencucian akan mengalami penurunan berat antara 10-15%.

#### 4.2.2 Kadar Lemak Biji Kakao Kering

Rendemen lemak biji kakao dipengaruhi oleh karakter fisik biji kakao pasca pengolahan seperti kadar air, tingkat fermentasi dan kadar kulit. (Jumriah, 2012). Hasil pengukuran kadar lemak biji kakao kering dapat dilihat pada Gambar 4.5



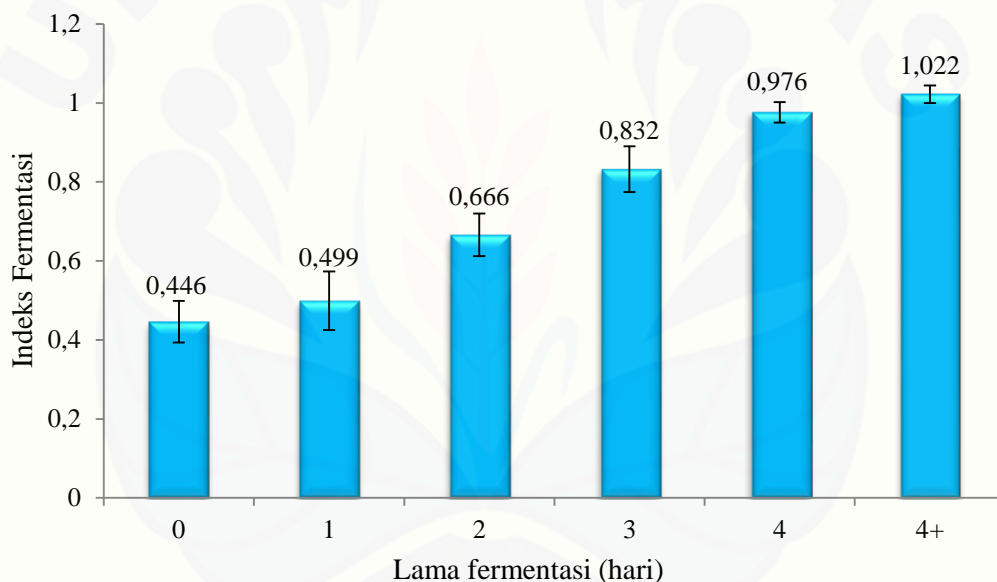
**Gambar 4.5** Kadar lemak biji kakao kering selama fermentasi

Hasil penentuan kadar lemak menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi, kadar lemak biji kakao semakin meningkat. Pada hari ke-0, kadar lemak biji kakao sebesar 56,379% dan semakin meningkat sampai hari ke-4 sebesar 59,917% dan hari ke-4 setelah pembilasan sebesar 59,98%. Peningkatan kadar lemak ini selain disebabkan oleh kadar air yang cenderung menurun selama proses fermentasi yang berpengaruh pada rendemen lemak yang dihasilkan, juga disebabkan oleh menyusutnya bobot biji seiring lamanya fermentasi akibat adanya panas dan enzim yang dapat merombak komponen dalam biji sehingga berdifusi keluar dari keping biji. Menyusutnya bobot biji membuat kadar lemak cenderung meningkat. Hal ini terlihat pada fermentasi hari ke-4 setelah pembilasan yang memiliki kadar lemak sebesar 59,98% dibandingkan dengan fermentasi hari ke-4 sebesar 59,917%. Meningkatnya kadar lemak ini disebabkan karena pembilasan dapat menurunkan kadar air pada biji sehingga bobot biji pun akan semakin

menurun. Hal inilah yang menyebabkan kadar lemak pada biji cenderung meningkat. Fermentasi dapat menurunkan kadar bahan bukan lemak dikarenakan komponen selain lemak seperti karbohidrat dan asam dapat larut dalam air dan berdifusi keluar dari keping biji. Hal inilah yang menyebabkan kadar lemak relatif meningkat. 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.

#### 4.2.3 Indeks Fermentasi (IF) Biji Kakao Kering

Berdasarkan pengukuran indeks fermentasi pada biji kakao kering selama fermentasi, didapatkan hasil sebagai berikut:



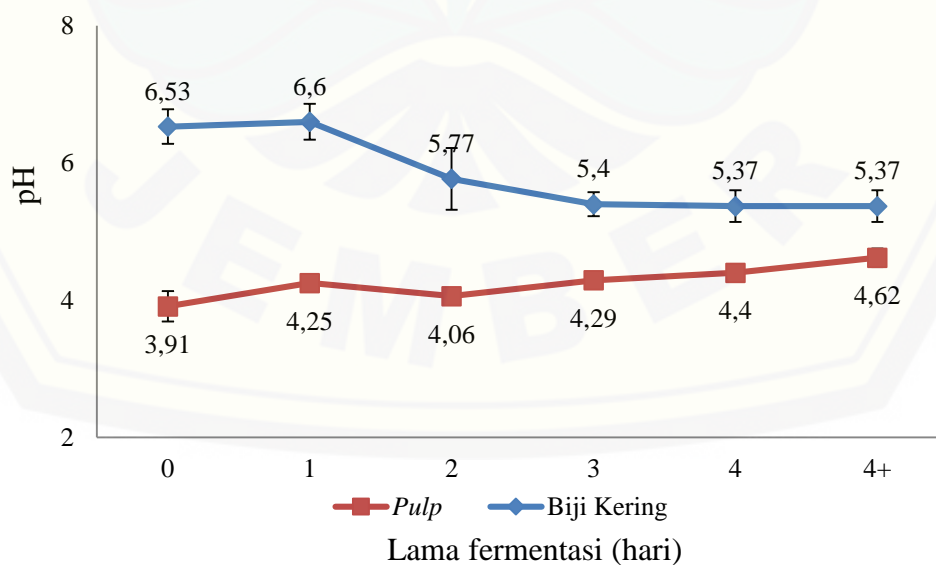
**Gambar 4.6** Indeks fermentasi biji kakao kering selama fermentasi

Hasil pengukuran nilai indeks fermentasi menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi, nilai indeks fermentasi semakin meningkat. Hal ini disebabkan meningkatnya intensitas warna coklat pada biji kakao akibat teroksidasinya senyawa polifenol oleh enzim polifenol oksidase seiring lamanya fermentasi. Pada fermentasi hari ke-0 sampai hari ke-2, nilai indeks fermentasi yang dihasilkan 0,446 - 0,666 yang berarti bahwa biji kakao tidak terfermentasi sempurna. Pada hari ke-3, biji kakao mulai terfermentasi sebagian karena nilainya

hampir mendekati 1, sedangkan fermentasi hari ke-4 dengan nilai indeks fermentasi sebesar 0,976 menunjukkan fermentasi pada biji sudah cukup. Fermentasi sempurna ditunjukkan pada fermentasi hari ke-4 setelah dilakukan pembilasan yang menghasilkan nilai 1,022. Perlakuan pembilasan dapat menghilangkan *pulp* yang menempel pada biji sehingga memudahkan dalam proses pengeringan yang membuat warna biji menjadi coklat. Nilai indeks fermentasi kurang dari 0,8 menunjukkan biji tidak terfermentasi sempurna atau terfermentasi sebagian karena warna ungu dari antosianin pada keping biji lebih dominan dari pada warna coklat dari tanin kompleks pada keping biji kakao. Sementara itu, nilai indeks fermentasi sama dengan 1 atau lebih menunjukkan bahwa fermentasi pada biji kakao sudah terfermentasi sempurna karena warna coklat dari tanin kompleks pada keping biji kakao lebih dominan (Misnawi, 2008).

#### 4.2.4 pH Biji Kakao Kering

Secara kimiawi tolak ukur kesempurnaan reaksi fermentasi dapat diketahui dari perubahan pH (derajat keasaman) biji sebagai akibat dari peruraian senyawa gula menjadi asam asetat dan asam laktat oleh bakteri asam asetat dan bakteri asam laktat dalam suasana aerobik. Hasil pengukuran pH biji kakao dapat dilihat pada Gambar 4.7



**Gambar 4.7** Nilai pH *pulp* dan biji kakao kering selama fermentasi

Berdasarkan grafik pengukuran pH biji kakao diketahui bahwa pH *pulp* pada fermentasi hari ke-0 cenderung asam dengan nilai pH sebesar 3,91 karena *pulp* pada biji banyak mengandung asam sitrat. Pada fermentasi hari ke-1, pH *pulp* meningkat menjadi 4,25. Kenaikan ini disebabkan karena pada awal fermentasi, *pulp* biji banyak mengandung gula dan keasaman yang tinggi, kondisi ini sangat ideal untuk pertumbuhan khamir. Khamir akan merubah sebagian besar gula dalam *pulp* menjadi alkohol. Perombakan tersebut membuat *pulp* pecah dan mengalir keluar melalui lubang peti fermentasi. Perombakan ini umumnya selesai setelah 24-36 jam pertama fermentasi yang membuat sebagian asam sitrat berkurang karena ikut terbawa cairan fermentasi yang keluar. Hal ini yang menyebabkan pH meningkat. Sementara itu pada fermentasi hari ke-3 sampai hari ke-4 setelah pembilasan, pH *pulp* semakin meningkat dari 4,06 pada hari ke-2, naik menjadi 4,29 dan 4,4 pada hari ke-3 dan hari ke-4 dan menjadi 4,62 setelah dilakukan pembilasan. Peningkatan pH *pulp* ini disebabkan oleh pecahnya sebagian besar *pulp* yang membuat komponen-komponen seperti asam keluar. Keluarnya asam ini sebagian berdifusi kedalam biji dan sisanya ikut keluar bersama air. Menurut Wahyudi (2008), peningkatan pH ini disebabkan oleh kandungan gula dan asam sitrat dalam *pulp* yang merupakan substrat pertumbuhan mikroba telah berkurang dan digantikan oleh asam asetat dan asam laktat yang dapat meningkatkan pH.

Sementara itu, hasil pengukuran pH pada biji kakao kering diketahui bahwa tingkat fermentasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap biji kakao kering. Proses fermentasi yang semakin lama membuat biji kakao yang dihasilkan semakin asam. Pada fermentasi hari ke-0 dan hari ke-1, pH yang dihasilkan sebesar 6,53 dan 6,6. Hasil pH ini cenderung naik dan diduga disebabkan karena asam sitrat pada fermentasi hari ke-1 berkurang akibat perombakan *pulp* pada biji, sehingga konsentrasi asam yang berdifusi kedalam biji berkurang, sedangkan pada fermentasi hari ke-2 sampai ke-4, pH biji semakin menurun. Nilai pH biji terbaik terdapat pada biji fermentasi hari ke-4 dan hari ke-4 setelah pembilasan sebesar 5,37. Penurunan pH biji kakao kering seiring lamanya proses fermentasi disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik seperti asam laktat dan dan

asetat yang berdifusi kedalam biji selama proses fermentasi berlangsung (Juniaty dkk., 2012). Hasil tersebut telah sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa proses fermentasi membuat perubahan pH dari 3,5 pada biji segar sebelum fermentasi menjadi sekitar 4,8 pada hari ke-3 fermentasi dan akhirnya menjadi sekitar 5,5 pada biji yang telah dikeringkan (Atmawijaya, 1993). Walaupun demikian, pH biji kakao kering tidak boleh terlalu asam dibawah 5,0 agar memiliki cita rasa yang baik. Keasaman biji merupakan aspek yang sangat penting dalam cita rasa coklat karena tidak hanya terkait dengan rasa asam, namun juga menentukan jalannya reaksi pembentukan senyawa cita rasa saat penyangraian (Cortes dkk., 2012).

#### 4.3 Perubahan Total Bakteri Biji Kakao Kering Selama Fermentasi

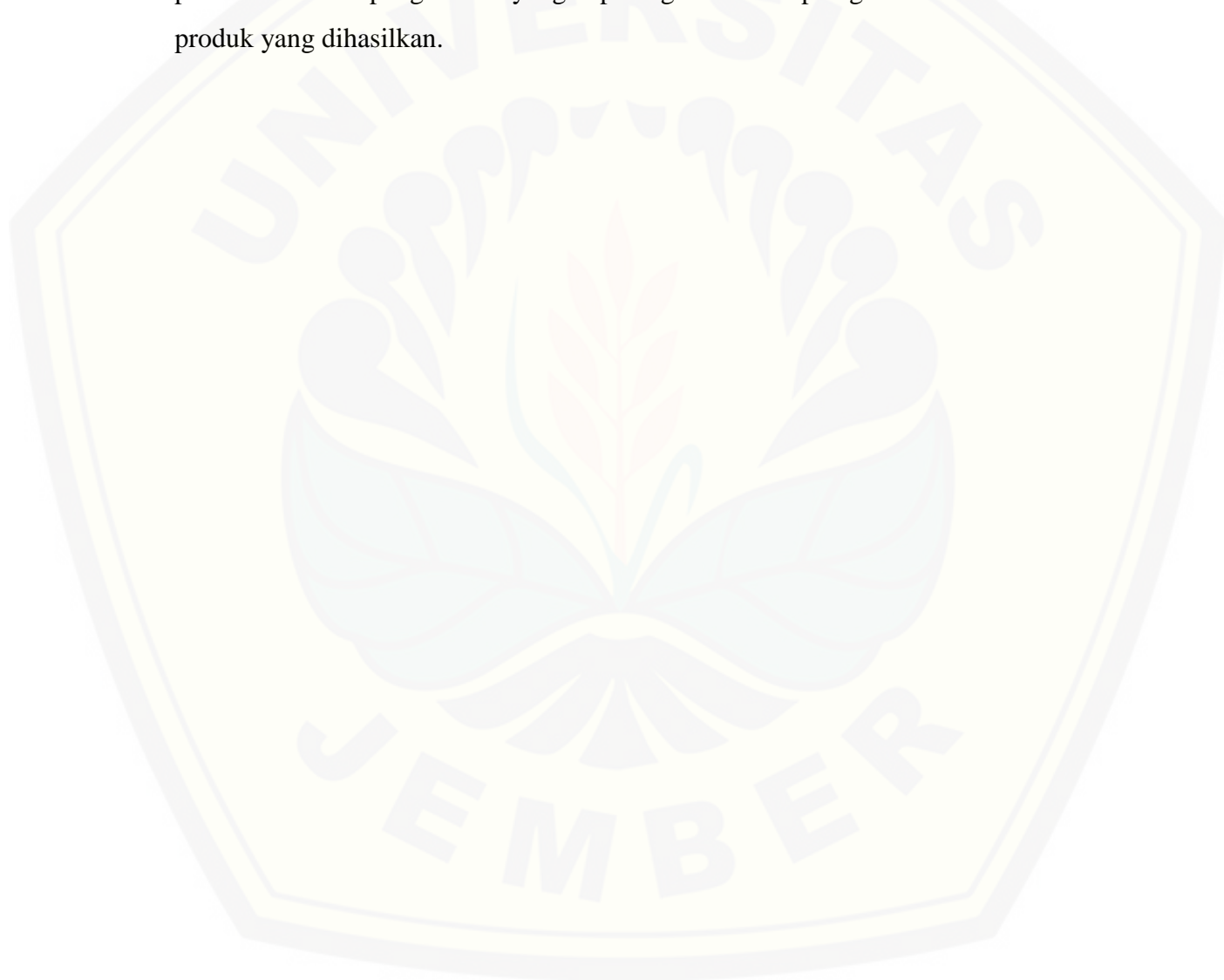
Berdasarkan perhitungan total bakteri pada biji kakao kering selama fermentasi, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Tabel 4.3** Total bakteri biji kakao kering

Fermentasi	Jumlah bakteri (CFU/g)
H0	$6 \times 10^6$
H1	$12 \times 10^8$
H2	$7 \times 10^7$
H3	$28 \times 10^6$
H4	$4 \times 10^6$
H4+	$12 \times 10^7$

Pada fermentasi hari ke-0 jumlah bakteri sebesar  $6 \times 10^6$  dan meningkat sebesar  $12 \times 10^8$  pada fermentasi hari ke-1. Peningkatan ini disebabkan fermentasi pada biji kakao mulai berlangsung dimana mikroba yang berperan dalam perombakan senyawa-senyawa selama fermentasi banyak yang tumbuh. Fermentasi hari ke-2 sampai hari ke-4, jumlah bakteri cenderung menurun. Hal ini disebabkan semakin lama proses fermentasi, jumlah *pulp* pada biji kakao semakin berkurang karena proses perombakan, sehingga substrat untuk pertumbuhan mikroba juga semakin sedikit. Selain itu, faktor pengeringan juga menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya jumlah bakteri pada biji kakao. Sementara itu

jumlah bakteri pada fermentasi hari ke-4 pada biji yang dibilas mengalami kenaikan jumlah bakteri. Penyebab kenaikan jumlah bakteri tersebut diduga karena air yang digunakan mengandung mikroba sehingga mencemari dan menambah jumlah mikroba pada biji kakao. Standar total bakteri yang diperbolehkan pada biji kakao saat ini masih belum ada, namun untuk bubuk kakao sendiri standar yang diperbolehkan menurut BSN tahun 2009 sebesar  $5 \times 10^3$  CFU/g. Oleh karena itu, untuk mencegah kontaminasi pada produk kakao maka perlu dilakukan pengolahan yang tepat agar bakteri patogen tidak mencemari produk yang dihasilkan.





## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Biji kakao hasil pengolahan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi berdasarkan hasil pengujian karakteristik fisik, jumlah biji/100 gram sampel berkisar antara 93-100 biji yang diklasifikasikan dalam golongan A. Persentase biji utuh per 100 gram sampel berkisar 91-94%. Selain itu tidak ditemukan biji berjamur, berkecambah, berserangga, serta tidak ditemukan pula biji *slaty* pada akhir fermentasi.

Biji kakao kering terfermentasi selama 4 hari memiliki kualitas baik sesuai standar yang memiliki keasaman biji dengan pH sekitar 5,37 yang tidak kurang dari standar yaitu sebesar 5,0, dan nilai indeks fermentasi sebesar 0,976 yang menunjukkan bahwa biji terfermentasi dengan baik. Selain itu, kandungan lemak biji kakao tersebut cukup tinggi sekitar 59% dan kadar airnya sekitar 5,8% yang tidak melebihi standar yang diatur SNI biji kakao tahun 2008.

Perlakuan pembilasan biji hasil fermentasi 4 hari akan menghasilkan biji dengan kenampakan fisik lebih bersih, warna lebih cerah dengan nilai *lightness* sebesar 46,289 dan nilai indeks fermentasi sebesar 1,022 yang menunjukkan biji terfermentasi sempurna dibandingkan biji tanpa dilakukan pembilasan, namun kandungan bakterinya lebih besar yaitu  $12 \times 10^7$  CFU/g dibandingkan tanpa pembilasan sekitar  $4 \times 10^6$  CFU/g, besarnya total bakteri ini diduga karena air yang digunakan mengandung banyak bakteri sehingga mengkontaminasi biji.

### 5.2 Saran

Biji kakao yang dihasilkan PTPN XII Kebun Kalikempit-Banyuwangi sudah memiliki kualitas yang baik, namun untuk menghasilkan lebih banyak biji dengan kualitas baik, maka perlu diterapkan persyaratan proses pengolahan mulai dari pemanenan hingga pengemasan yang lebih ketat lagi. Kemudian harapan kedepan untuk pengujian biji kakao sebaiknya dilakukan sesuai Standar Nasional Indonesia secara rutin. Selain itu perlu dilakukan analisa lanjutan mengenai jenis

bakteri dan jamur yang ada pada biji sehingga dapat meminimalisir kontaminasi biji.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Apriyantono, A., Fardiaz, D. dan Puspitasari, N.L. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Atmawijaya. 1993. “Pengkajian terhadap Beberapa Parameter Biji Kakao Selama Waktu Fermentasi pada Proses Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cocoa L.*)”. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknik Pertanian Universitas Djuanda.
- Badan Pusat Statistik. 2011. *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia Biji Kakao*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Standar Nasional Indonesia Kakao Bubuk*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bahri, S. 2002. *Bercocok Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Bintoro, M.H. 1977. *Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat*. Bogor: IPB Press.
- Buckle, K.A., R.A. Edward., G.H. Fleet. dan Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Camu, N., T.D. Winter., S.K. Addo., J.S. Takrama., H. Bernart. dan L.D. Vuyst. 2008. Fermentation of Cocoa Beans: Influence of Microbial Activities and Polyphenol Concentrations on The Flavour of Chocolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 88: 2288-2297.
- Direktorat Jendral Perdagangan. 2013. *Rantai Tata Niaga Kakao*. Jakarta: Direktorat Jendral Perdagangan
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Statistik Perkebunan Tahun 2008 – 2012*. <http://ditjenbun.deptan.go.id/> [diakses, 26 Juni 2014].
- García-Casal, M.N., Ramírez, J., Leets, I., Pereira, A.C. dan Quiroga, M.F. 2009. Antioxidant Capacity, Polyphenol Content and Iron Bioavailability from Algae (*Ulva sp.*, *Sargassum sp.* and *Porphyra sp.*) in Human Subjects. *Journal Nutrition*. Vol. 101: 79–85.
- Guehi, T.S., Zahouli, I.B., Ban-Koffi, L., Fae, M.A. dan Nemlin, G.J. 2010. Performance of Different Drying Methods and Their Effects on

- Themchemical Quality Attributes of Raw Cocoa Material. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 45 (1): 1564–1571.
- Hansen, C.E., M.D. Olmo. dan C. Burri. 1998. Enzyme Activities in Cocoa Beans During Fermentation. *Journal of Science Food Agricultural*. Vol. 77: 273-281.
- Haryadi dan Supriyanto. 1991. *Bahan Ajaran Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada.
- Jinap, S., H. Siti Mordingah. dan M.G. Norsiasi. 1994. Formation of Methyl Pyrazine During Cocoa Beans Fermentation. *Pelita Perkebunan*. Vol. 17: 27-32.
- Jumriah, L. 2012. *Pemetaan Lemak Dari Biji Kakao (Theobroma Cocoa L) Di Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanudin Press.
- Minifie, B.W. 1999. *Chocolate, Cocoa and Confectionary: Science and Technology*. Connecticut: The AVI Publishing.
- Misnawi. 2008. Physico-Chemical Changes During Cocoa Fermentation And Key Enzymes Involved. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*. Vol. 24 (1): 47-64.
- Mulato, S., Widyotomo., Misnawi. dan E. Suharyanto. 2005. *Pengolahan Primer dan Sekunder*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Passos, F.M.L., A.S. Lopez. dan D.O. Silva. 1984. Aeration and Its Influence on The Mikrobial Sequence in Cacao Fermentation in Bahia, With Emphasis on Lactic Acid Bacteria. *Journal. of Food Science*. Vol. 49: 1470-1476.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2012. *Pedoman Penanganan Pascapanen Kakao*. Jakarta: Peraturan Menteri Pertanian.
- Poedjiwidodo, M.S. 1996. *Sambung Samping Kakao*. Semarang: Trubus Agriwidya.
- Prawirosentono, S. 2002. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rahmadi, A. dan G.H. Fleet. 2008. *The Occurrence of Mycotoxigenic Fungi in Cocoa Beans From Indonesia and Queensland, Australia*. Proceeding of International Seminar on Food Science, University of Soegiyapranata, Semarang Indonesia.
- Rodriguez, C.J., Escalona, B.H.B., Orozco, A.I., Lugo, C.E. dan Jaramillo, F.M.E. 2011. Dynamics of Volatile and Non-volatile Compounds in Cocoa

- (*Theobroma cacao L.*) During Fermentation and Drying Processes using Principal Components Analysis. *Food Research Internation*. Vol. 44: 250-258.
- Schwan, R.F. 1998. Cocoa Fermentations Conducted with a Defined Microbial Cocktail Inoculum Applied and Environmental Microbiology. *Food Control*. Vol. 64 (4): 1477-1483.
- Silva, D., Maristela, N., Juliana, D., Érika. dan Aline. 2009. Enteropathogens in Cocoa Pre-Processing. *Food Control*. Vol. 21: 408-411.
- Sukmadinata, S. 2006. *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sulistyowati dan Soenaryo. 1989. Optimasi Lama Fermentasi dan Perendaman Biji Kakao Mulia. *Pelita Pekebunan*. Vol. 5 (1): 37-45.
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanto, T. dan B. Saneto, 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: Bina Ilmu.
- Suwasono, S. 2005. *Bioteknologi Produksi Agensia Antikapang Pada Fermentasi Kakao*. Jember: Universitas Jember.
- Wahyudi, T., T.R. Pangabea. dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Winarno. 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yusianto, T., Wahyudi. dan B. Sumartono. 1995. Pola Cita Rasa Biji Kakao dari Beberapa Perlakuan Fermentasi. *Pelita Perkebunan*. Vol. 11: 117-131.

**Lampiran A. Jumlah Biji Kakao per 100 gram**

Hari ke-	Ulangan	Jumlah Biji Kakao per 100 gr (Biji)			Rata-rata	Hasil
		1	2	3		
H0	1	96	86	96	92,667	A
	2	97	96	92	95	
	3	95	97	86	92,667	
	Rata-rata			93,444		
H1	1	98	93	93	94,667	A
	2	91	96	92	93	
	3	92	90	95	92,333	
	Rata-rata			93		
H2	1	95	92	104	97,000	A
	2	95	94	92	93,667	
	3	94	91	93	92,667	
	Rata-rata			94,444		
H3	1	101	104	102	102	A
	2	87	93	90	90	
	3	97	95	101	97,667	
	Rata-rata			96,667		
H4	1	101	107	109	105,667	A
	2	94	94	97	95	
	3	95	94	101	96,667	
	Rata-rata			99,111		
H4+	1	106	108	108	107,333	A
	2	97	99	97	97,667	
	3	95	93	97	95	
	Rata-rata			100		

## Lampiran B. Bentuk Biji Kakao Kering

## B1. Jumlah biji per 100 gram

Hari ke-	Ulangan	Jumlah Biji Hasil Sortasi						Biji Total
		Biji Utuh	Biji Tdk Utuh	Biji Pipih	Biji Dempet	Biji Pecah	Biji Berplasenta	
H0	1	97	2	3	0	2	1	105
	2	87	0	6	0	1	1	95
	3	89	0	3	1	0	0	93
	Rata-rata	91	0,667	4	0,333	1	0,667	97,667
	STDV	5,292	1,155	1,732	0,577	1	0,577	6,429
H1	1	95	1	5	1	5	2	109
	2	88	1	4	0	0	0	93
	3	90	0	1	1	0	0	92
	Rata-rata	91	0,667	3,333	0,667	1,667	0,667	98
	STDV	3,606	0,577	2,082	0,577	2,887	1,155	9,539
H2	1	89	2	4	3	1	1	100
	2	87	1	4	1	1	0	94
	3	89	0	2	2	0	0	93
	Rata-rata	88,333	1	3,333	2	0,667	0,333	95,667
	STDV	1,155	1	1,155	1	0,577	0,577	3,786
H3	1	92	1	1	1	1	0	96
	2	85	0	2	3	0	0	90
	3	91	0	5	1	1	0	98
	Rata-rata	89,333	0,333	2,667	1,667	0,667	0	94,667
	STDV	3,786	0,577	2,082	1,155	0,577	0	4,163
H4	1	96	1	6	3	1	0	107
	2	87	1	5	1	1	0	95
	3	89	1	3	3	1	0	97
	Rata-rata	90,667	1	4,667	2,333	1	0	99,667
	STDV	4,726	0	1,528	1,155	0	0	6,429
H4+	1	97	1	1	1	1	0	101
	2	87	0	7	3	1	0	98
	3	92	0	2	1	0	0	95
	Rata-rata	92	0,333	3,333	1,667	0,667	0	98
	STDV	5	0,577	3,215	1,155	0,577	0	3

**B2. Persentase bentuk biji kakao kering**

Hari ke-	Ulangan	Persentase Biji					
		Biji Utuh	Biji Tdk Utuh	Biji Pipih	Biji Dempet	Biji Pecah	Biji Berplasenta
H0	1	92,381%	1,905%	2,857%	0%	1,905%	0,952%
	2	91,579%	0%	6,316%	0%	1,053%	1,053%
	3	95,699%	0%	3,226%	1,075%	0%	0%
	Rata-rata	93,220%	0,635%	4,133%	0,358%	0,986%	0,668%
	STDV	2,184%	1,1%	1,899%	0,621%	0,954%	0,581%
H1	1	87,156%	0,917%	4,587%	0,917%	4,587%	1,835%
	2	94,624%	1,075%	4,301%	0%	0%	0%
	3	97,826%	0%	1,087%	1,087%	0%	0%
	Rata-rata	93,202%	0,664%	3,325%	0,668%	1,529%	0,612%
	STDV	5,475%	0,581%	1,944%	0,585%	2,648%	1,059%
H2	1	89,000%	2%	4%	3%	1%	1%
	2	92,553%	1,064%	4,255%	1,064%	1,064%	0%
	3	95,699%	0%	2,151%	2,151%	0%	0%
	Rata-rata	92,417%	1,021%	3,469%	2,071%	0,688%	0,333%
	STDV	3,352%	1,001%	1,149%	0,971%	0,597%	0,577%
H3	1	95,833%	1,042%	1,042%	1,042%	1,042%	0%
	2	94,444%	0%	2,222%	3,333%	0%	0%
	3	92,857%	0%	5,102%	1,020%	1,020%	0%
	Rata-rata	94,378%	0,347%	2,789%	1,798%	0,687%	0%
	STDV	1,489%	0,601%	2,089%	1,329%	0,595%	0%
H4	1	89,720%	0,935%	5,607%	2,804%	0,935%	0%
	2	91,579%	1,053%	5,263%	1,053%	1,053%	0%
	3	91,753%	1,031%	3,093%	3,093%	1,031%	0%
	Rata-rata	91,017%	1,006%	4,654%	2,316%	1,006%	0%
	STDV	1,127%	0,063%	1,363%	1,104%	0,063%	0%
H4+	1	96,040%	0,990%	0,990%	0,990%	0,990%	0%
	2	88,776%	0%	7,143%	3,061%	1,020%	0%
	3	96,842%	0%	2,105%	1,053%	0%	0%
	Rata-rata	93,886%	0,330%	3,413%	1,701%	0,670%	0%
	STDV	4,444%	0,572%	3,278%	1,178%	0,581%	0%



Lampiran C. Pengukuran Uji Belah (*cut test*)

Hari ke-	Ulangan	% Biji <i>Nonfermented</i>			% Biji <i>Underfermented</i>			% Biji <i>Fermented</i>		
		Biji Slaty	Rata-rata		Biji Ungu	Rata-rata		Biji Coklat	Rata-rata	
H0	1	23	19	21	11	14	12,5	16	17	16,5
	2	20	30	25	11	11	11	19	9	14
	3	40	38	39	2	3	2,5	8	9	8,5
		Rata-rata		28,333	Rata-rata		8,667	Rata-rata		13
		STDV		9,452	STDV		5,393	STDV		4,093
		Persentase		56,667	Persentase		17,333	Persentase		26
H1	1	15	19	17	19	15	17	16	16	16
	2	28	37	33	10	3	6,5	11	10	10,5
	3	30	26	28	9	11	10	11	13	12
		Rata-rata		25,833	Rata-rata		11,167	Rata-rata		12,833
		STDV		7,974	STDV		5,346	STDV		2,843
		Persentase		51,667	Persentase		22,333	Persentase		25,667
H2	1	0	0	0	27	26	26,5	23	24	23,5
	2	16	7	12	22	23	22,5	12	20	16
	3	0	0	0	29	34	31,5	21	16	18,5
		Rata-rata		3,833	Rata-rata		26,833	Rata-rata		19,333
		STDV		6,640	STDV		4,509	STDV		3,819
		Persentase		7,667	Persentase		53,667	Persentase		38,667
H3	1	0	0	0	16	13	14,5	34	37	35,5
	2	0	0	0	29	33	31	21	17	19
	3	0	0	0	28	24	26	22	26	24
		Rata-rata		0	Rata-rata		23,833	Rata-rata		26,167
		STDV		0	STDV		8,461	STDV		8,461
		Persentase		0	Persentase		47,667	Persentase		52,333
H4	1	0	0	0	7	4	5,5	43	46	44,5
	2	0	0	0	13	20	16,5	37	30	33,5
	3	0	0	0	9	6	7,5	41	44	42,5
		Rata-rata		0	Rata-rata		9,833	Rata-rata		40,167
		STDV		0	STDV		5,859	STDV		5,859
		Persentase		0	Persentase		19,667	Persentase		80,333
H4+	1	0	0	0	3	4	3,5	47	46	46,5
	2	0	0	0	15	16	15,5	35	34	34,5
	3	0	0	0	11	10	10,5	39	40	39,5
		Rata-rata		0	Rata-rata		9,833	Rata-rata		40,167
		STDV		0	STDV		6,028	STDV		6,028
		Persentase		0	Persentase		19,667	Persentase		80,333

**Lampiran D. Pengukuran Warna Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	L				a				B				
		1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	
H0	1	32,7	31,9	32,6	32,4	9	8,7	9	8,9	19,4	18,6	19,3	19,1	
	2	30,4	30,1	30,3	30,267	6,5	5,6	6,6	6,233	16,2	15,8	16,4	16,133	
	3	32,7	32,9	33	32,867	5,5	5,4	5,5	5,467	16,3	16,2	16,4	16,3	
					Rata-rata				Rata-rata				Rata-rata	
					31,844				6,867				17,178	
					STDV				1,802				1,667	
				L*				a*				b*		
				48,382				-7,593				5,735		
H1	1	32,7	33,4	32	32,7	8,6	9,7	8,4	8,9	18,9	19,8	18,5	19,067	
	2	33,9	33,5	33,7	33,7	5,5	5,4	6	5,633	16,8	16,5	16,9	16,733	
	3	33,9	32,8	33,6	33,433	6,1	5,8	5,7	5,867	16,7	16,1	16,3	16,367	
					Rata-rata				6,8				17,389	
					33,278				1,822				1,465	
					STDV				a*				b*	
				0,518				-7,519				5,805		
H2	1	30,8	30,6	30,9	30,767	10	10	10,8	10,267	19,2	18,8	19	19	
	2	30,2	29,7	29,9	29,933	7,9	7	8	7,633	16,5	16,3	16,2	16,333	
	3	32,6	32,3	32,5	32,467	8,4	8,2	8,6	8,4	16,4	16,5	16,9	16,6	
					Rata-rata				8,767				17,311	
					31,056				1,354				1,469	
					STDV				a*				b*	
				1,291				-9,694				5,779		
H3	1	29,6	29,3	29,6	29,5	10,3	9,6	10,1	10	18,6	18,4	18,8	18,6	
	2	29,8	30	29,7	29,833	8,8	8,6	8,5	8,633	15,8	16,4	16,2	16,133	
	3	30	30,6	30,1	30,233	6,8	7,7	7,5	7,333	16,4	16,2	16,3	16,3	
					Rata-rata				8,656				17,011	
					29,856				1,333				1,379	
					STDV				a*				b*	
				0,367				-9,571				5,679		
H4	1	31,3	31,5	31,2	31,333	11,8	11,8	11,6	11,733	19,9	19,8	20	19,9	
	2	28,7	28,8	29,1	28,867	8,4	8,3	8,5	8,4	16,3	16,2	16,1	16,2	
	3	30,4	30,3	30,4	30,367	8,2	7,7	8,2	8,033	16,5	15,9	16,7	16,367	
					Rata-rata				9,389				17,489	
					30,189				2,039				2,090	
					STDV				-					
				1,243				a*				b*		
				45,867				10,382				5,839		
H4+	1	31,6	31,8	30,8	31,4	11	11,4	10,6	11	19,5	20,1	18,8	19,467	
	2	29,2	29,5	29,6	29,433	8,4	8,3	8,3	8,333	16,2	16,3	16,4	16,3	
	3	31	30,1	30,6	30,567	7,8	7	7,9	7,567	16,8	15,8	16,7	16,433	
					Rata-rata				8,967				17,4	
					30,467				1,802				1,791	
					STDV				a*				b*	
				0,987				-9,915				5,809		

**Lampiran E. Pengukuran Indeks Fermentasi Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	Panjang gelombang				IF		Rata-rata	
		460 nm		530 nm		1	2		
		1	2	1	2				
H0	1	0,566	0,553	1,125	1,09	0,503	0,507	0,505	
	2	1,102	0,984	2,546	2,321	0,433	0,424	0,428	
	3	1,064	0,954	2,55	2,444	0,417	0,390	0,404	
								IF	0,446
								STDV	0,053
H1	1	0,503	0,547	0,955	1,039	0,527	0,526	0,527	
	2	0,72	0,763	1,328	1,337	0,542	0,571	0,556	
	3	1,032	1,065	2,433	2,619	0,424	0,407	0,415	
								IF	0,499
								STDV	0,074
H2	1	0,548	0,525	0,755	0,719	0,726	0,730	0,728	
	2	0,901	0,893	1,178	1,797	0,765	0,497	0,631	
	3	0,55	0,526	0,897	0,793	0,613	0,663	0,638	
								IF	0,666
								STDV	0,054
H3	1	0,562	0,631	0,647	0,695	0,869	0,908	0,888	
	2	0,693	0,598	0,738	0,817	0,939	0,732	0,835	
	3	0,615	0,609	0,801	0,784	0,768	0,777	0,772	
								IF	0,832
								STDV	0,058
H4	1	0,57	0,583	0,545	0,603	1,046	0,967	1,006	
	2	0,637	0,523	0,573	0,645	1,112	0,811	0,961	
	3	0,572	0,492	0,567	0,539	1,009	0,913	0,961	
								IF	0,976
								STDV	0,026
H4+	1	0,575	0,585	0,508	0,612	1,132	0,956	1,044	
	2	0,563	0,695	0,584	0,672	0,964	1,034	0,999	
	3	0,59	0,552	0,578	0,538	1,021	1,026	1,023	
								IF	1,022
								STDV	0,022

**Lampiran F. Pengukuran Kadar Air Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	M0		M1		Berat bahan (gram)		M2		Berat air (gram)		Kadar air		Rata-rata	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
H0	1	102,338	97,211	112,346	107,213	10,008	10,002	111,757	106,631	0,589	0,582	0,0625	0,0618	0,0622	
	2	102,594	93,076	112,598	103,081	10,004	10,005	111,997	102,47	0,601	0,611	0,0639	0,0650	0,0645	
	3	97,431	97,211	107,435	107,213	10,004	10,002	106,837	106,628	0,598	0,585	0,0636	0,0621	0,0628	
													Rata-rata kadar air		6,316%
													STDV		0,0012
H1	1	98,376	99,085	108,38	109,093	10,004	10,008	107,796	108,517	0,584	0,576	0,0620	0,0611	0,0615	
	2	103,85	101,25	113,85	111,253	10	10,003	113,267	110,658	0,583	0,595	0,0619	0,0632	0,0626	
	3	101,616	102,069	111,622	112,065	10,006	9,996	111,024	111,486	0,598	0,579	0,0636	0,0615	0,0625	
													Rata-rata kadar air		6,221%
													STDV		0,0006
H2	1	100,039	101,753	110,04	111,754	10,001	10,001	109,453	111,192	0,587	0,562	0,0624	0,0595	0,0609	
	2	102,214	96,751	112,216	106,759	10,002	10,008	111,655	106,186	0,561	0,573	0,0594	0,0607	0,0601	
	3	102,161	100,712	112,175	110,718	10,014	10,006	111,61	110,155	0,565	0,563	0,0598	0,0596	0,0597	
													Rata-rata kadar air		6,024%
													STDV		0,0006
H3	1	99,015	100,461	109,02	110,42	10,005	9,959	108,451	109,876	0,569	0,544	0,0603	0,0578	0,0590	
	2	102,029	105,217	112,034	115,22	10,005	10,003	111,477	114,655	0,557	0,565	0,0590	0,0599	0,0594	
	3	95,072	97,231	105,079	107,257	10,007	10,026	104,522	106,693	0,557	0,564	0,0589	0,0596	0,0593	
													Rata-rata kadar air		5,924%
													STDV		0,0002

# Digital Repository Universitas Jember

H4	1	103,607	101,244	113,611	111,244	10,004	10	113,059	110,698	0,552	0,546	0,0584	0,0578	0,0581
	2	99,975	97,331	109,979	107,335	10,004	10,004	109,411	106,791	0,568	0,544	0,0602	0,0575	0,0589
	3	97,391	87,713	107,395	97,718	10,004	10,005	106,839	97,157	0,556	0,561	0,0588	0,0594	0,0591
												Rata-rata kadar air	5,868%	
												STDV	0,0005	
H4+	1	99,044	102,597	109,044	112,598	10	10,001	108,497	112,049	0,547	0,549	0,0579	0,0581	0,0580
	2	103,282	101,729	113,285	111,733	10,003	10,004	112,74	111,169	0,545	0,564	0,0576	0,0597	0,0587
	3	103,215	96,796	113,225	106,798	10,01	10,002	112,668	106,24	0,557	0,558	0,0589	0,0591	0,0590
												Rata-rata kadar air	5,855%	
												STDV	0,0005	

**Lampiran G. Pengukuran Kadar Lemak Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	M0	M1	M2	Berat lemak (gr)	Kadar Air	Kadar lemak (%)
H0	1	2	29,417	30,455	1,038	6,22%	55,342
	2	2	29,417	30,488	1,071	6,45%	57,242
	3	2	37,602	38,662	1,06	6,28%	56,551
						Rata-rata kadar lemak	56,379
						STDV	0,962
H1	1	2	37,524	38,589	1,065	6,15%	56,739
	2	2	37,63	38,72	1,09	6,26%	58,140
	3	2	29,415	30,485	1,07	6,25%	57,067
						Rata-rata kadar lemak	57,315
						STDV	0,732
H2	1	2	31,963	33,03	1,067	6,09%	56,810
	2	2	32,077	33,188	1,111	6,01%	59,102
	3	2	32,034	33,118	1,084	5,97%	57,641
						Rata-rata kadar lemak	57,851
						STDV	1,160
H3	1	2	31,923	33,015	1,092	5,90%	58,023
	2	2	32,064	33,191	1,127	5,94%	59,909
	3	2	32,06	33,162	1,102	5,93%	58,573
						Rata-rata kadar lemak	58,835
						STDV	0,969
H4	1	2	37,582	38,698	1,116	5,81%	59,242
	2	2	29,416	30,548	1,132	5,89%	60,142
	3	2	29,415	30,551	1,136	5,91%	60,368
						Rata-rata kadar lemak	59,917
						STDV	0,596
H4+	1	2	29,321	30,442	1,121	5,80%	59,501
	2	2	37,63	38,763	1,133	5,87%	60,183
	3	2	32,074	33,208	1,134	5,90%	60,255
						Rata-rata kadar lemak	59,980
						STDV	0,416

**Lampiran H. Pengukuran pH Pulp**

Hari ke-	Ulangan	pH			Rata-rata
		1	2	3	
H0	1	4,2	4,1	4,2	4,17
	2	3,7	3,9	3,8	3,80
	3	3,7	3,8	3,8	3,77
				Rata-rata	3,91
				STDV	0,222
H1	1	4,3	4,2	4,2	4,23
	2	4,45	4,2	4,15	4,27
	3	4,15	4,3	4,3	4,25
				Rata-rata	4,25
				STDV	0,017
H2	1	4	4	4,1	4,03
	2	4,25	4,1	3,9	4,08
	3	4,05	4,1	4	4,05
				Rata-rata	4,06
				STDV	0,025
H3	1	4,3	4,3	4,2	4,27
	2	4,35	4,35	4,25	4,32
	3	4,15	4,2	4,5	4,28
				Rata-rata	4,29
				STDV	0,025
H4	1	4,4	4,3	4,3	4,33
	2	4,5	4,55	4,5	4,52
	3	4,4	4,6	4,45	4,48
				Rata-rata	4,44
				STDV	0,098
H4+	1	4,7	4,7	4,8	4,73
	2	4,4	4,55	4,45	4,47
	3	4,7	4,6	4,65	4,65
				Rata-rata	4,62
				STDV	0,136

**Lampiran I. Pengukuran pH Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	pH			Rata-rata
		1	2	3	
H0	1	6,3	6,3	6,3	6,3
	2	6,5	6,5	6,5	6,5
	3	6,8	6,8	6,8	6,8
				Rata-rata	6,53
				STDV	0,252
H1	1	6,3	6,3	6,3	6,3
	2	6,7	6,7	6,7	6,7
	3	6,8	6,8	6,8	6,8
				Rata-rata	6,60
				STDV	0,265
H2	1	5,3	5,3	5,3	5,3
	2	6,2	6,2	6,2	6,2
	3	5,8	5,8	5,8	5,8
				Rata-rata	5,77
				STDV	0,451
H3	1	5,2	5,2	5,2	5,2
	2	5,5	5,5	5,5	5,5
	3	5,5	5,5	5,5	5,5
				Rata-rata	5,40
				STDV	0,173
H4	1	5,1	5,1	5,1	5,1
	2	5,5	5,5	5,5	5,5
	3	5,5	5,5	5,5	5,5
				Rata-rata	5,37
				STDV	0,231
H4+	1	5,1	5,1	5,1	5,1
	2	5,5	5,5	5,5	5,5
	3	5,5	5,5	5,5	5,5
				Rata-rata	5,37
				STDV	0,231



**Lampiran J. Data Rata-rata Total Bakteri Biji Kakao Kering**

Hari ke-	Ulangan	Total bakteri ( $n \times 10^6$ ) CFU/ml					Rata-rata ( $n \times 10^6$ ) CFU/ml				
		12	24	36	48	60	12	24	36	48	60
H0	1	2,15	2,95	3,8	3,7	4,45					
	2	78	80	83	149	160	29,8167	54,3167	30,0833	59,95	64,7667
	3	9,3	80	3,45	27,15	29,85					
H1	1	0,05	0,25	0,25	0,3	3,25					
	2	2120	2280	1294	3140	3240	813,683	866,75	506,083	1148,18	1194,42
	3	321	320	224	304,25	340					
H2	1	0	0,05	0,15	0,15	1,05					
	2	117,5	106	158	156,5	146	48,8	52,35	65,2167	69,05	67,5167
	3	28,9	51	37,5	50,5	55,5					
H3	1	0	0,1	0,3	0,45	0,45					
	2	50	76,05	60,15	84,65	90,15	16,6833	25,4	20,1667	28,38	31,9667
	3	0,05	0,05	0,05	0,05	5,3					
H4	1	0	0,1	0,25	0,3	0,3					
	2	17,05	23,4	16,25	10,45	23,55	5,68333	7,83333	5,51667	3,62	9,63333
	3	0	0	0,05	0,1	5,05					
H4+	1	0	1,2	1,3	1,35	1,35					
	2	158,2	374	332	342	348	58	133,733	120,175	121,38	123,317
	3	15,8	26	27,225	20,8	20,6					

**Jumlah total koloni bakteri (CFU/g)**

Hari ke-	Jumlah bakteri CFU/ml
H0	$6 \times 10^6$
H1	$12 \times 10^8$
H2	$7 \times 10^7$
H3	$28 \times 10^6$
H4	$4 \times 10^6$
H4+	$12 \times 10^7$

Lampiran K. Foto Uji Belah (*cut test*) Biji Ulangan 1

H0B1 (1)



H0B1 (2)



H1B1 (1)



H1B1 (2)



H2B1 (1)



H2B1 (2)



H3B1 (1)



H3B1 (2)



H4B1 (1)



H4B1 (2)



H4<sup>+</sup>B1 (1)



H4<sup>+</sup>B1 (2)



Lampiran L. Foto Uji Belah (*cut test*) Biji Ulangan 2

H0B2 (1)



H0B2 (2)



H1B2 (1)



H1B2 (2)



H2B2 (1)



H2B2 (2)



H3B2 (1)



H3B2 (2)



H4B2(1)



H4B2(2)



H4<sup>+</sup>B2 (1)



H4<sup>+</sup>B2 (2)



Lampiran M. Foto Uji Belah (*cut test*) Biji 3

H0B3 (1)



H0B3 (1)



H1B3 (1)



H1B3 (2)



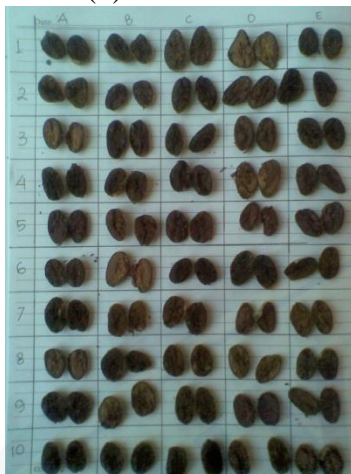
H2B3 (1)



H2B3 (2)



H3B3 (1)



H3B3 (2)



H4B3 (1)



H4B3 (2)



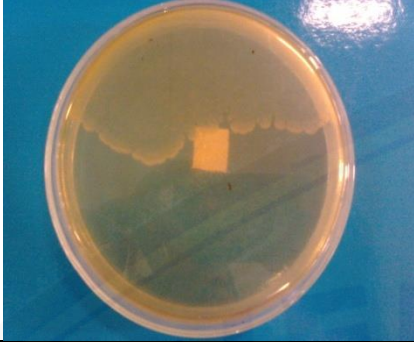
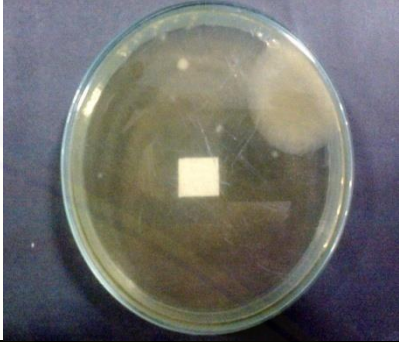
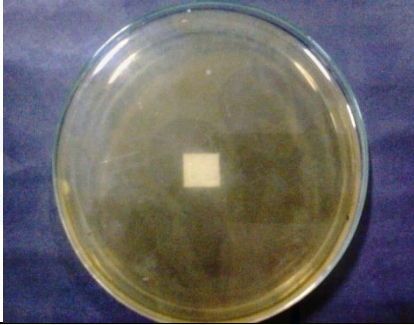
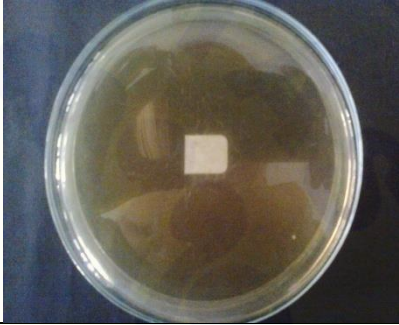

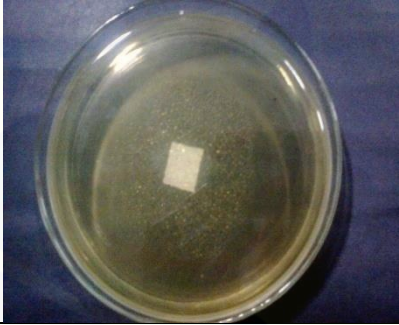
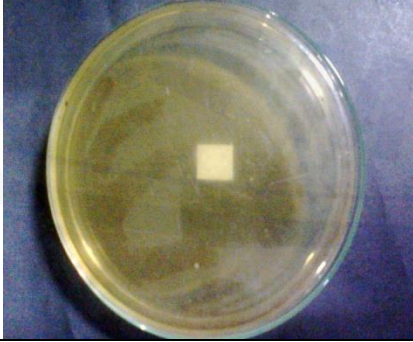
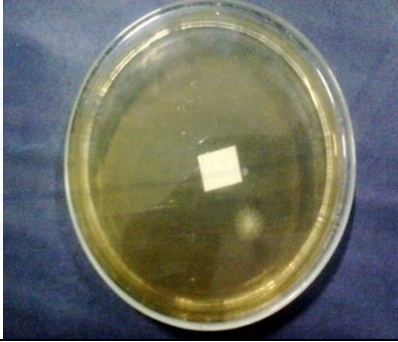
H4<sup>+</sup>B3 (1)



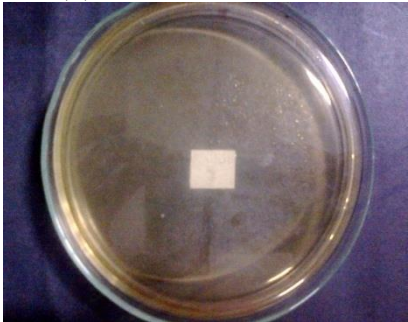
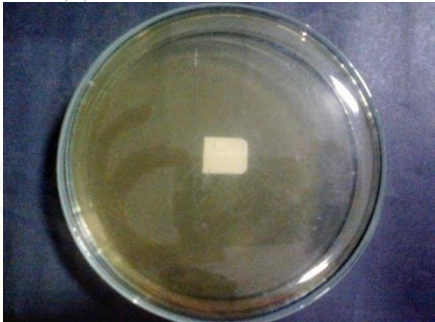
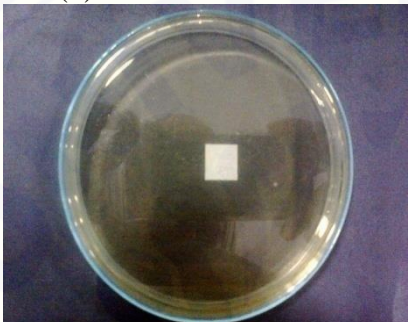

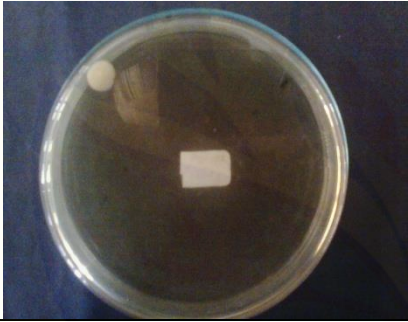
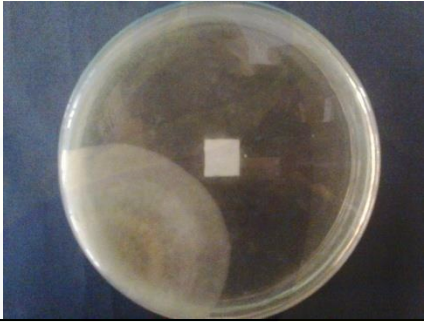
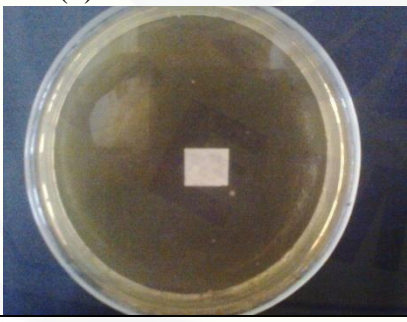
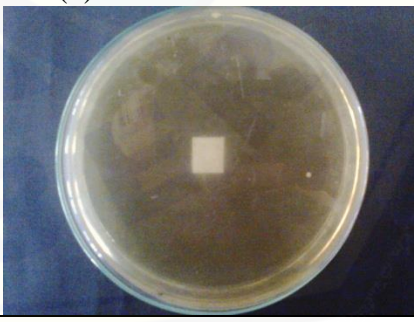
H4<sup>+</sup>B3 (2)

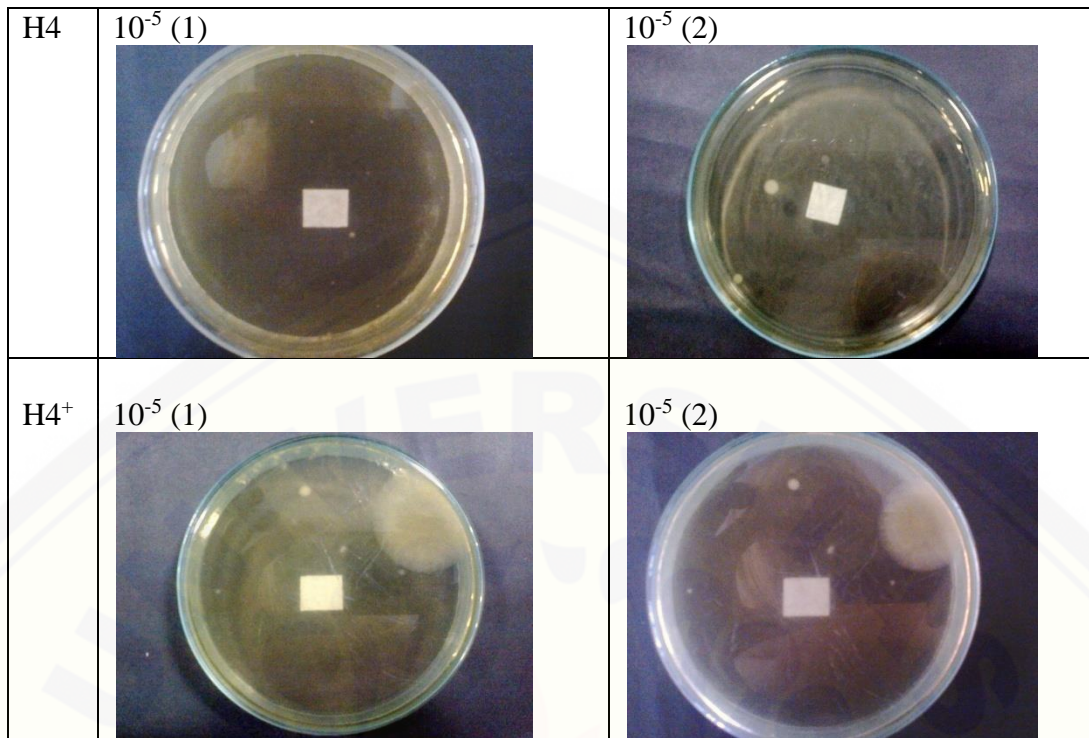


## Lampiran N. Foto Total Bakteri Biji Ulangan 1 Pada 48 jam

H0	$10^{-5}$ (1) 	$10^{-5}$ (2) 
	$10^{-6}$ (1) 	$10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) 	$10^{-7}$ (2) 
H1	$10^{-5}$ (1) 	$10^{-5}$ (2) 

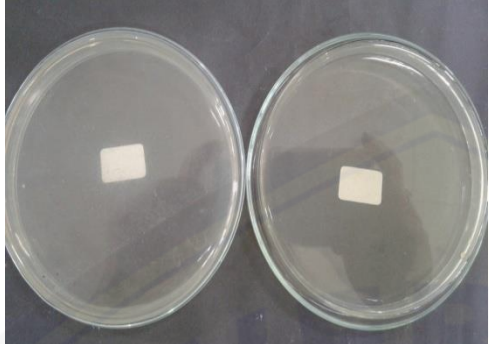
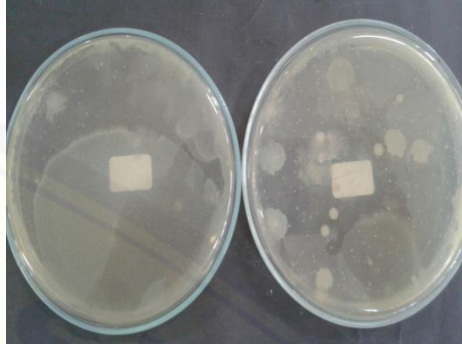
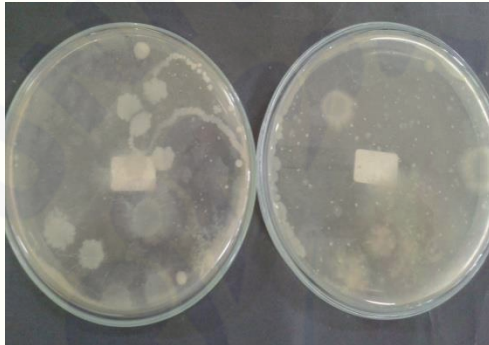
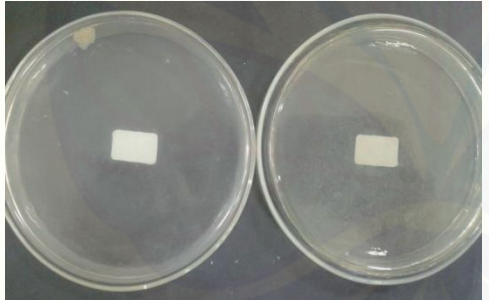
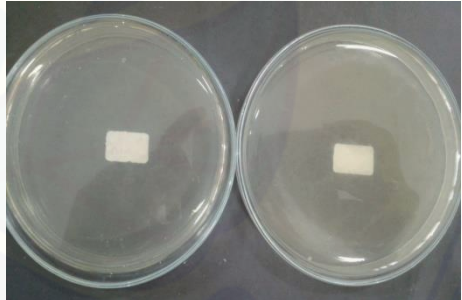
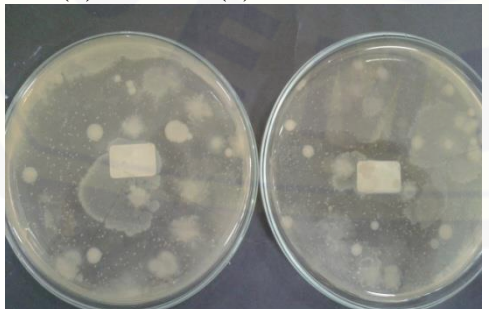


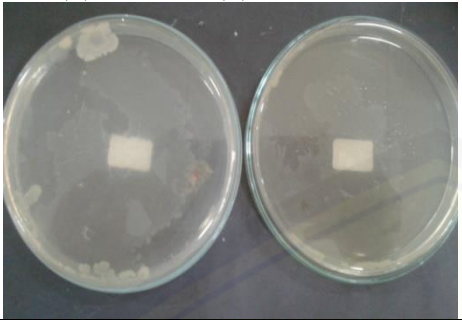
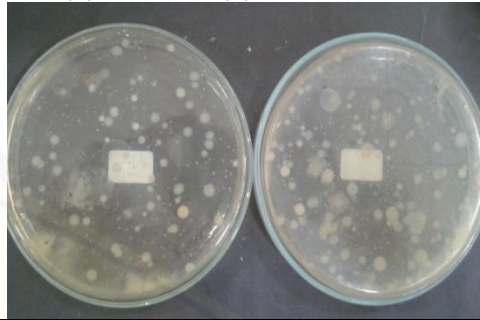

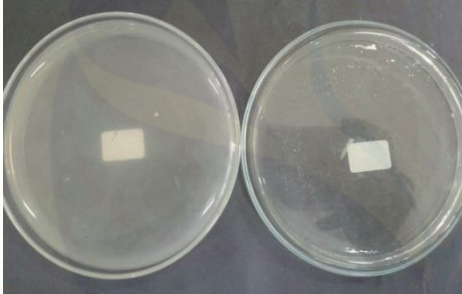
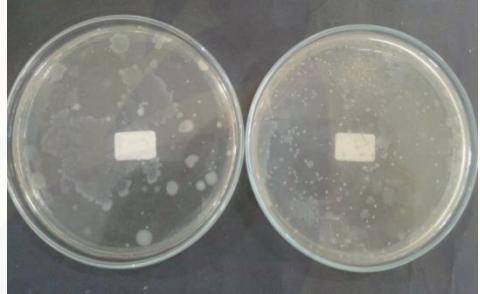
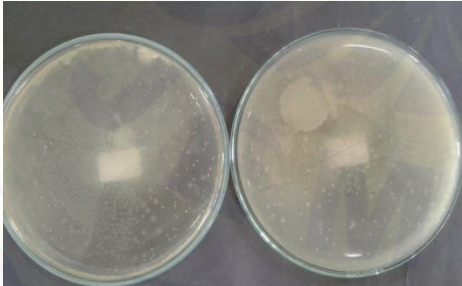
	$10^{-6}$ (1) 	$10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) 	$10^{-7}$ (2) 
H2	$10^{-5}$ (1) 	$10^{-5}$ (2) 
H3	$10^{-5}$ (1) 	$10^{-5}$ (2) 

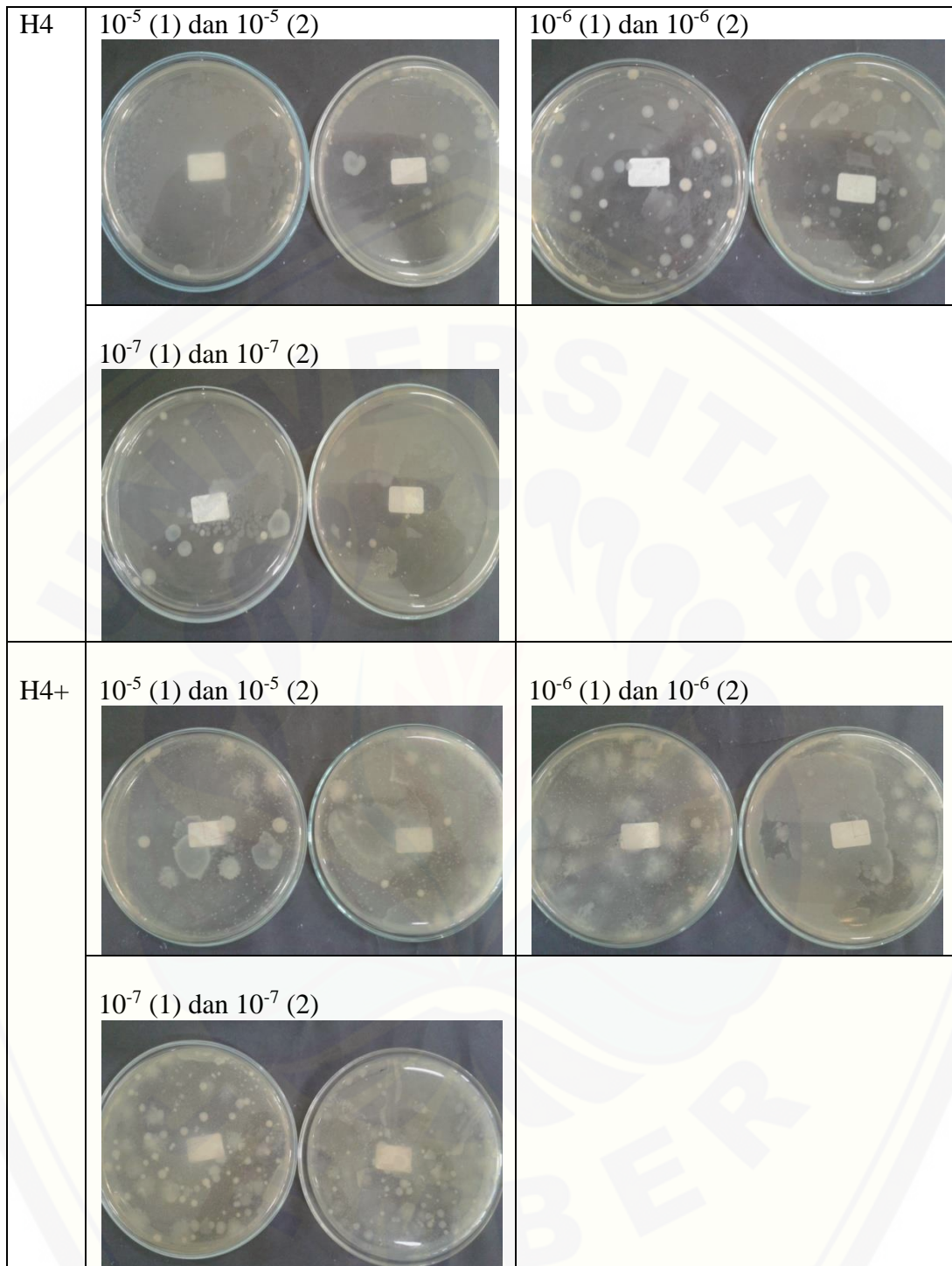


Keterangan: pada pengenceran 10<sup>-6</sup> dan 10<sup>-7</sup> biji 1, tidak ditemukan bakteri yang tumbuh.

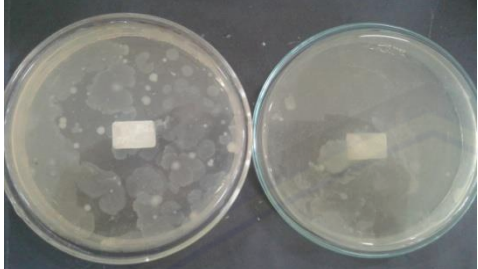
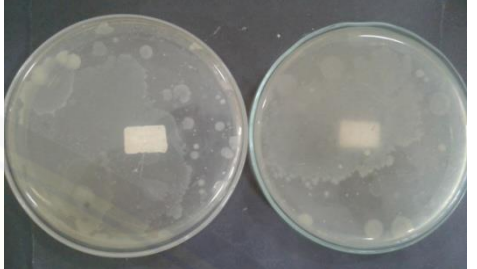
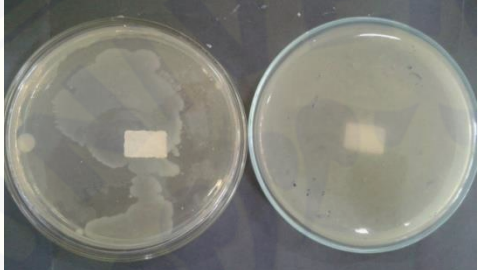
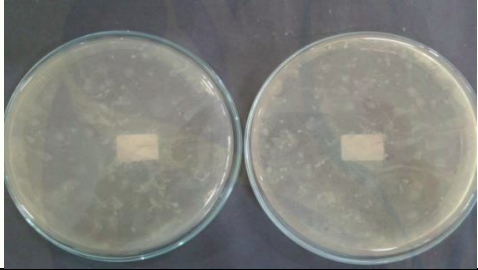
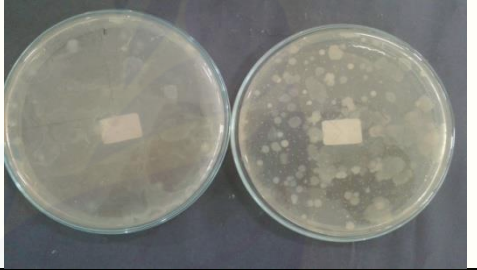

**Lampiran O. Foto Total Bakteri Biji Ulangan 2 Pada 48 jam**

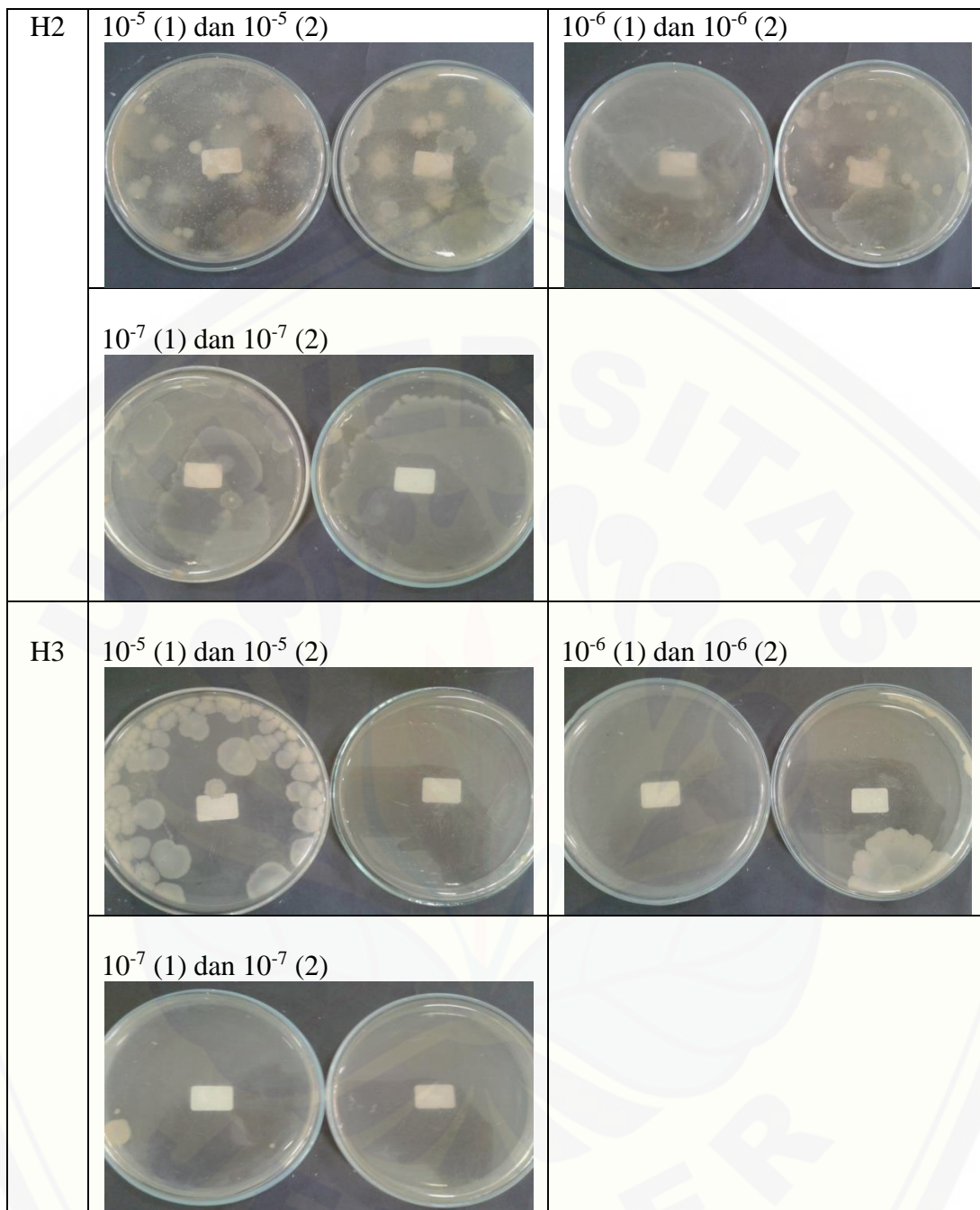
H0	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	
H1	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	

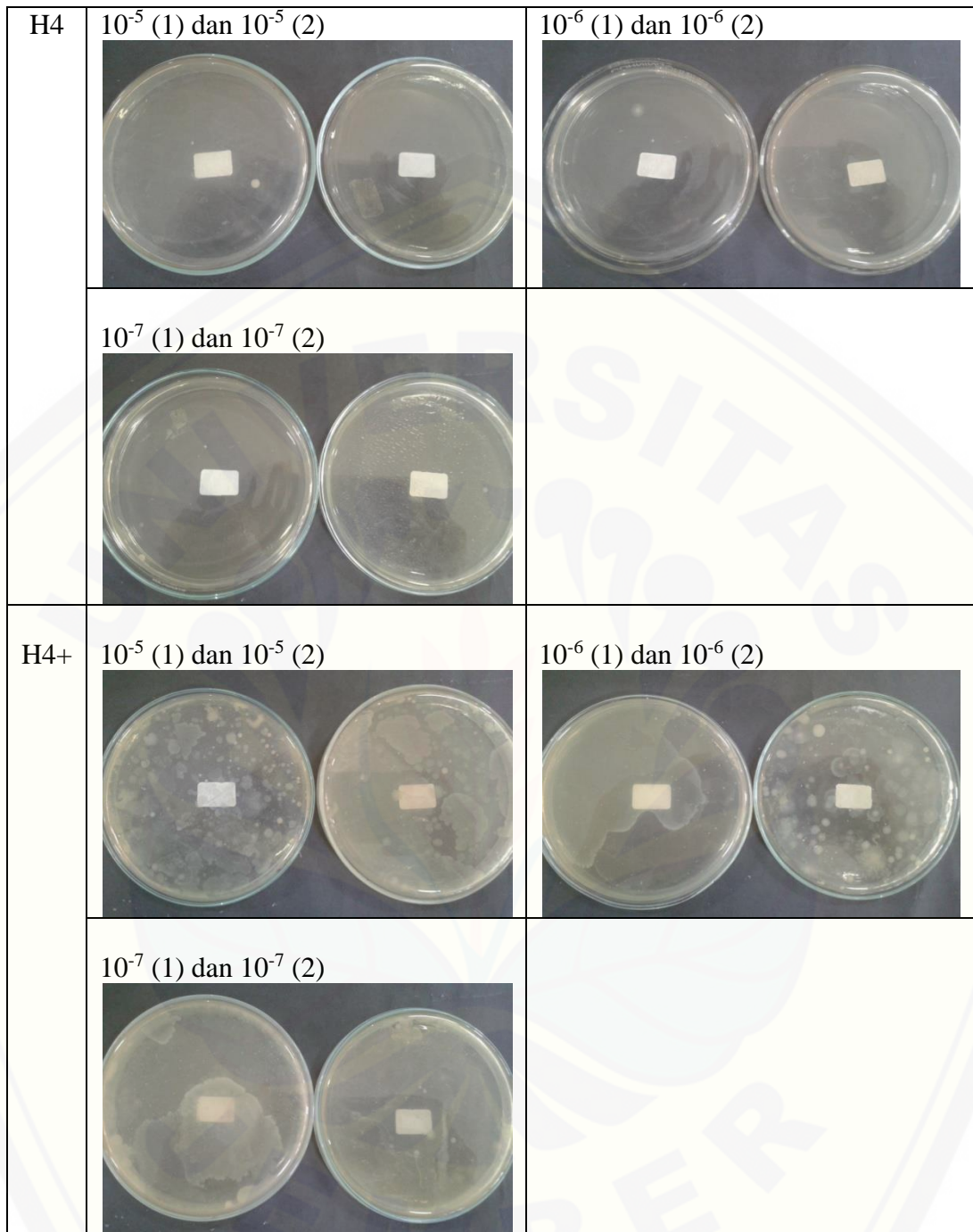
H2	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	
H3	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	



**Lampiran P. Foto Total Bakteri Biji Ulangan 3 Pada 48 jam**

H0	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	
H1	$10^{-5}$ (1) dan $10^{-5}$ (2) 	$10^{-6}$ (1) dan $10^{-6}$ (2) 
	$10^{-7}$ (1) dan $10^{-7}$ (2) 	







**Lampiran Q. Contoh Tabel Uji *Cut Test* Biji Kakao Kering**

Nama sampel :

Tanggal uji :

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Jumlah</b>
<b>1</b>						
<b>2</b>						
<b>3</b>						
<b>4</b>						
<b>5</b>						
<b>6</b>						
<b>7</b>						
<b>8</b>						
<b>9</b>						
<b>10</b>						