



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM
KALSIUM (Ca) DAN MAGNESIUM (mg)
PADA BIJI KAKAO NON FERMENTASI DENGAN CARA
SPEKTROFOTOMETRI**

TESIS



**WIRANDA
06207063**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2008**

PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM KALSIUM (Ca) DAN MAGNESIUM (Mg) PADA BIJI KAKAO NON FERMENTASI DAN FERMENTASI DENGAN CARA SPEKTROFOTOMETRI.

Oleh : Wiranda

(Dibawah bimbingan Sumaryati Syukur, dan Hermansyah Aziz)

RINGKASAN

Kakao (*Theobroma cacao* L) di Indonesia dikenal ada 2 jenis, yaitu kakao mulia atau kakao edel (fine/flavour cocoa) berasal dari varietas criollo dengan buah berwarna merah dan kakao lindak (bulk cocoa) berasal dari varietas forastero dan trinitaro dengan warna buah hijau. Kakao lindak merupakan kakao kualitas kedua dan mendominasi seluruh perkebunan kakao di Indonesia.

Fermentasi dimaksudkan untuk menumbuhkan cita rasa, aroma dan warna yang baik, karena selama proses fermentasi berlangsung beberapa perubahan fisika, kimia dan biologi pada biji. Selama fermentasi, terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim yang menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa dan perubahan warna. Perubahan biokimia yang terjadi tergantung pada lama fermentasi pada biji kakao. Faktor yang berpengaruh terhadap fermentasi meliputi waktu, aerasi atau pembalikan dan aktivitas mikroba.

Pada biji kakao mengandung karbohidrat, protein dan mineral. Mineral yang terkandung dalam coklat seperti zat besi, fosfor, kalsium, kalium, krom dan magnesium dalam kadar yang signifikan. Telah banyak penelitian tentang kandungan senyawa-senyawa kimia dalam kakao dan produk-produk coklat, tetapi masih sedikit pengetahuan tentang jenis dan kandungan mineral yang ada dalam biji kakao. Pada

penelitian ini akan dilakukan penentuan kandungan mineral logam Mg dan Ca pada biji kakao non fermentasi dan fermentasi.

Tujuan penelitian : 1) Untuk mengetahui karakteristik biji kakao kering, baik dari segi proses maupun mutu akhir yang diperoleh melalui proses fermentasi dan non fermentasi. 2) Untuk mengetahui kandungan logam Ca dan Mg pada kakao fermentasi dan non fermentasi.

Percobaan ini dilakukan di laboratorium biokimia dan laboratorium kimia analitik Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan Alam Universitas Andalas, Limau Manis Padang sejak Maret 2007 sampai Desember 2007. Bahan bahan yang digunakan buah kakao dari padang pariaman, CaCO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Aquades, HNO_3 3 N, H_2O_2 30%. Alat yang digunakan Kotak fermentasi, timbangan, penangas air, Seperangkat SSA, alat-alat gelas, Labu Kjedahl, oven, timbangan analitik, penangas listrik.

Percobaan dilakukan dimulai dari, Pemetikan buah kakao dilakukan dengan menggunakan pisau, untuk buah yang tinggi menggunakan bambu panjang yang diujungnya diberi pisau. Buah kakao yang baru dipetik disimpan di tempat terbuka selama 6 - 9 hari (pemeraman). Kemudian proses fermentasi biji kakao dimasukkan ke dalam kotak fermentasi dan ditutup dengan menggunakan karung goni atau daun pisang. Fermentasi dilakukan selama 5 hari dengan pembalikan 1 kali setelah 48 jam fermentasi. Akhir waktu fermentasi ditandai dengan 1), biji berwarna coklat dan agak kering serta aroma cuka yang menonjol, 2). Iapisan lendir di permukaan biji mudah terkelupas dan 3). Penampang biji nampak berongga, berwarna coklat dan warna ungu sudah hilang. Biji kakao yang sudah difermentasi direndam selama 2 - 3 jam dan dicuci secara hati-hati (ringan). Pencucian bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi, mempercepat proses pengeringan dan memperbaiki kenampakan biji.

Setelah dicuci, biji ditiriskan dan dikeringkan waktu pengeringan tergantung cuaca sekitar 7 - 14 hari.

Setelah proses fermentasi diambil sampel yang telah kering, kemudian sampel dijadikan tepung dan kemudian dilakukan destruksi basah. Pada destruksi basah 5 gram sampel serbuk dari biji kakao ditimbang dengan teliti, dimasukkan dalam labu kjeldahl. ditambahkan 20 mL HNO_3 . Sampel dipanaskan hingga mendidih, kemudian ditambahkan 10 mL H_2O_2 30% setetes demi setetes hingga larutan menjadi kuning pucat dan seluruh gas nitro habis keluar. Penyempurnaan destruksi dilakukan dengan jalan melanjutkan pemanasan hingga didapatkan larutan jernih 1 – 2 mL. Sampel didinginkan dan ditambahkan sedikit aquades, kemudian disaring dan diencerkan dalam labu 1000 mL. Larutan siap untuk dianalisis secara AAS. Untuk uji kandungan logam kalsium panjang gelombang optimum adalah 422,7 nm dan untuk logam magnesium adalah 285,2 nm.

Hasil penelitian biji kakao hasil fermentasi yang diperoleh setelah dikeringkan dengan sinar matahari selama 10 hari mempunyai warna coklat dan mengembang sedangkan biji kakao non fermentasi berwarna abu-abu dan kisut. Hal ini berarti biji kakao terfermentasi secara sempurna dan mempunyai mutu yang baik. Harga pH mulai dari hari ke-nol sampai hari ke-tiga terjadi penurunan yaitu dari pH = 4, pH = 4 dan pH = 3 dan terjadi peningkatan kembali pada hari ke-empat sampai hari ke-lima yaitu pH = 4 dan pH = 5/6.

Kandungan logam magnesium dan kalsium terjadi peningkatan dengan adanya proses fermentasi. Kandungan logam kalsium pada biji kakao pada varietas hijau dan merah yang di fermentasi adalah 596 $\mu\text{g/g}$ dan 528 $\mu\text{g/g}$ sedangkan pada biji kakao yang tidak difermentasi adalah 453 $\mu\text{g/g}$ dan 466 $\mu\text{g/g}$. Maka kandungan logam kalsium pada biji kakao varietas hijau yang di fermentasi dengan yang non fermentasi

meningkat sebesar 130 $\mu\text{g/g}$ (29%) dan untuk varietas merah meningkat sebesar 62 $\mu\text{g/g}$ (13,3%). Kandungan logam kalsium pada biji kakao fermentasi meningkat cukup besar karena pada proses fermentasi cairan pada pulpa akan meresap atau merembes masuk kedalam biji kakao yang merekah akibat proses fermentasi, bertambahnya kandungan logam pada biji kakao karena pada cairan pulpa terdapat garam-garam yang mengandung logam logam salah satunya adalah kalsium.

Kandungan logam magnesium pada biji kakao pada varietas hijau dan merah yang di fermentasi adalah 554 $\mu\text{g/g}$ dan 505 $\mu\text{g/g}$ sedangkan pada biji kakao yang tidak difermentasi adalah 491 $\mu\text{g/g}$ dan 445 $\mu\text{g/g}$. Maka kandungan logam magnesium pada biji kakao varietas hijau yang di fermentasi dengan yang non fermentasi meningkat sebesar 63 $\mu\text{g/g}$ (12,8%) dan untuk varietas merah meningkat sebesar 60 $\mu\text{g/g}$ (13,5%). Kandungan logam magnesium pada biji kakao fermentasi meningkat cukup besar karena pada proses fermentasi cairan pada pulpa akan meresap atau merembes masuk kedalam biji kakao yang merekah akibat proses fermentasi, bertambahnya kandungan logam pada biji kakao karena pada cairan pulpa terdapat garam-garam yang mengandung logam logam salah satunya adalah magnesium.

1. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kandungan kalsium pada biji kakao varietas hijau dan merah pada proses fermentasi meningkat dibandingkan dengan non fermentasi yaitu dari 453 $\mu\text{g/g}$ dan 466 $\mu\text{g/g}$ menjadi 596 $\mu\text{g/g}$ dan 528 $\mu\text{g/g}$.
2. Kandungan magnesium pada biji kakao varietas hijau dan merah pada proses fermentasi meningkat dibandingkan dengan non fermentasi yaitu 491 $\mu\text{g/g}$ dan 445 $\mu\text{g/g}$ menjadi 554 $\mu\text{g/g}$ dan 505 $\mu\text{g/g}$.

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM
KALSIUM (Ca) DAN MAGNESIUM (Mg)
PADA BIJI KAKAO NON FERMENTASI DAN
FERMENTASI DENGAN CARA SPEKTROFOTOMETRI**

**OLEH :
WIRANDA
06-207-063**

Tesis

**Sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Sains
pada program Pascasarjana Universitas Andalas**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2008**

**Judul Tesis : PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM KALSIUM (Ca)
DAN MAGNESIUM (Mg) PADA BIJI KAKAO NON
FERMENTASI DAN FERMENTASI DENGAN CARA
SPEKTROFOTOMETRI**

Nama : Wiranda

Nomor Pokok : 06 207 063

Program Studi : Kimia

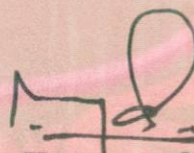
**Tesis ini telah diuji dan dipertahankan didepan sidang panitia ujian akhir
Magister Sains pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan
dinyatakan lulus pada tanggal 9 Juni 2008.**

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing

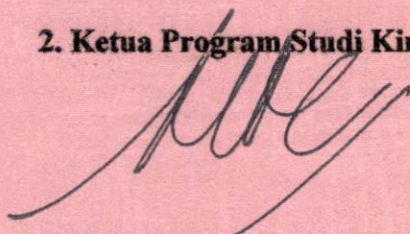


Prof. Dr. Sumaryanti Syukur, M.Sc
(Ketua)



Dr. Hermansyah Aziz, M.Sc
(Anggota)

2. Ketua Program Studi Kimia



Dr. Djaswir Darwis, MS.DEA

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. H. Novirman Jamarun, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa pernyataan dalam tesis saya yang berjudul :

**“PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM KALSIUM (Ca) dan
MAGNESIUM (Mg) PADA BIJI KAKAO NON PERMENTASI DAN
FERMENTASI DENGAN CARA SPEKTROFOTOMETRI”**

Adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan jiplakan dari hasil kerja/karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan.

Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 9 Juni 2008

Yang Membuat Pernyataan



WIRANDA

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 13 Maret 1971 di Jakarta, sebagai anak pertama dari Ayah A. Rivai dan Ibu Meta Yunaini. Penulis menamatkan SD pada Tahun 1983, SMP tahun 1986, dan SMA 1989. Diploma III Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia tahun 1992. Dan memperoleh gelar Sarjana Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang tahun 1999.

Sejak tahun 1993 sampai sekarang penulis ditugaskan sebagai Guru SMA Negeri 1 Lengayang Kabupaten Pesisir Selatan. Pada tahun 2006 Memperoleh Kesempatan meneruskan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Andalas di Padang.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul : **PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM KALSIUM (Ca) DAN MAGNESIUM (Mg) PADA BIJI KAKAO NON FERMENTASI DAN FERMENTASI DENGAN CARA SPEKTROFOTOMETRI**. Tesis ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Pascasarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Prof. Dr. Sumaryati Syukur, M.Sc sebagai pembimbing I dan Bapak Dr. Hermansyah Aziz M.Sc sebagai pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan serta memberikan dukungan dan dorongan serta saran dalam menyelesaikan tesis ini. Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada Kepala dan Staf Perpustakaan Jurusan Kimia yang membantu dalam mencari buku atau bahan yang berguna untuk penelitian ini.

Untuk kesempurnaan dari penelitian ini, penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan yang membangun untuk perbaikan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Padang, Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Hipotesa	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Kakao.....	5
2.1.1 Varietas Tanaman Kakao.....	6
2.2 Komposisi Buah Kakao.....	7
2.3 Kualitas Biji Kakao	9
2.4.Kandungan zat dalam biji kakao.....	10
2.5 Kandungan Mineral dalam Biji Kakao.....	11
2.5.1 Mineral Bagi Tanaman.....	11
2.5.2 mineral dalam biji kakao.....	13

2.5.2.1 Kalsium.....	14
2.5.2.2 Magnesium	16
2.6 Proses Fermentasi Kakao.....	17
2.7 Destruksi.....	23
2.7.1 Destruksi Basah.....	23
2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	24
III. BAHAN DAN METODE.....	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2 Metode.....	27
3.2.1 Bahan.....	27
3.2.2 Alat.....	27
3.3 Prosedur Kerja.....	27
3.3.1 Prafermentasi.....	27
3.3.2 Fermentasi.....	28
3.3.3 Perendaman dan Pencucian.....	28
3.3.4 Pengeringan.....	28
3.3.5 Pembuatan Larutan Standar.....	29
3.3.6 Penyiapan Kurva Standar.....	29
3.3.7 Persiapan Sampel.....	29
3.3.8 Destruksi Basah.....	29
3.3.9 Penentuan Kadar Air.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Proses Fermentasi.....	31

4.2. Derajat Keasaman.....	33
4.3. Kandungan Mineral (Mg, Ca) dalam Biji Kakao.....	34
4.4. Kadar Air dalam Biji Kakao.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia dari pulp.....	8
Tabel 2. Hasil analisa komposisi zat kimia dari biji kakao.....	8
Tabel 3. Kandungan nutrisi dari 3 Jenis coklat dalam 100 g.....	13
Tabel 4. Kandungan nutrisi coklat dalam 100 g.....	13
Tabel 5. Angka kecukupan kalsium.....	15
Tabel 6. Angka kecukupan magnesium.....	17
Tabel 7. Perubahan pH selama proses fermentasi pada biji kakao.....	33
Tabel 8. Data hasil pengukuran Kalsium (Ca).....	35
Tabel 9. Data hasil pengukuran magnesium (Mg).....	36
Tabel 10. Kadar air dalam biji kakao.....	39
Tabel 11. Harga absorbansi larutan standar kalsium (Ca).....	48
Tabel 12. Harga Absorbansi Larutan Standar Kalsium (Mg).....	50
Tabel 13. Kandungan Mineral (Mg, Ca) dalam Biji Kakao.....	52
Tabel 14. Penentuan Kadar Air.....	53



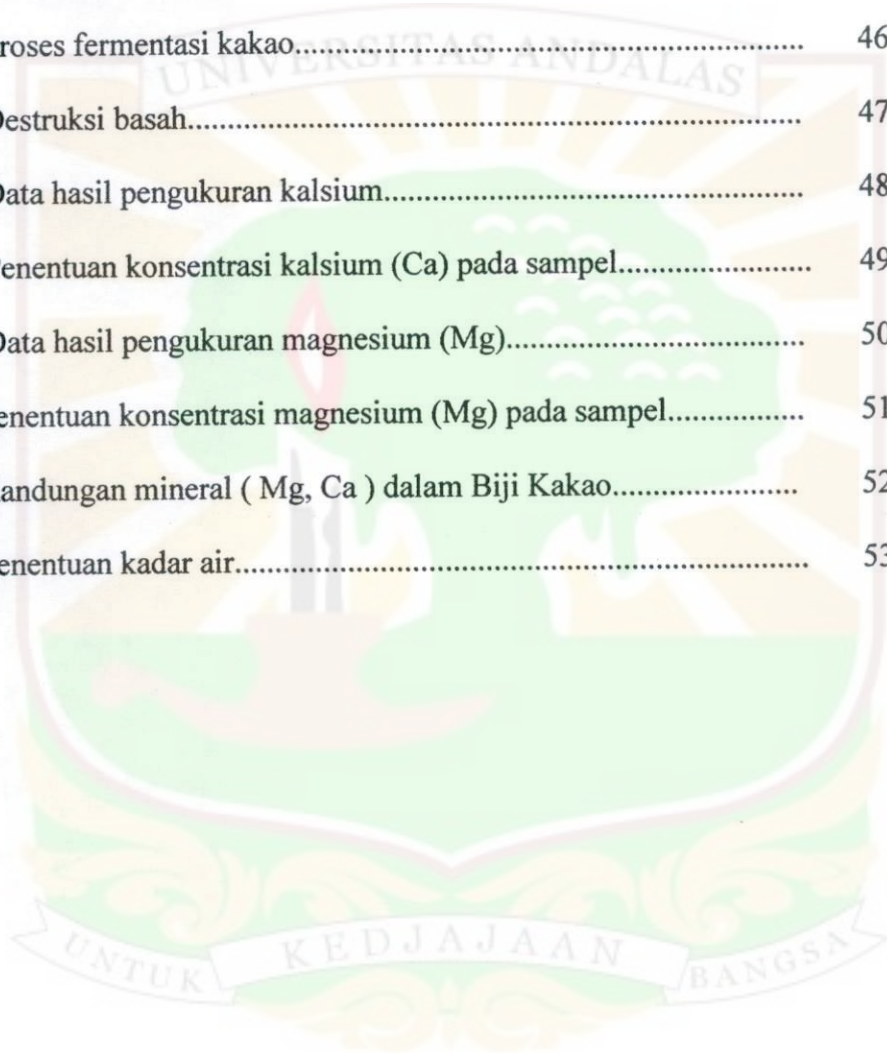
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Penampang buah cokelat.....	7
Gambar 2. Komponen-komponen spektroskopi serapan atom (SSA).....	25
Gambar 3. Kurva kalibrasi konsentrasi kalsium (Ca) dengan Absorbansi.....	34
Gambar 4. Kandungan kalsium (Ca) dalam biji kakao.....	35
Gambar 5. Kurva kalibrasi konsentrasi magnesium (Mg) dengan Absorbansi..	36
Gambar 6. Kandungan magnesium (Mg) dalam biji kakao.....	37
Gambar 7. Tanaman kakao berwarna hijau,.....	43
Gambar 8. Tanaman kakao berwarna merah.....	43
Gambar 9. Buah kakao warna hijau yang telah masak.....	44
Gambar 10. Buah kakao warna merah yang telah masak.....	44
Gambar 11. Isi buah kakao.....	45
Gambar 12. Komposisi buah kakao.....	45
Gambar 13. Proses fermentasi kakao.....	46



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tanaman kakao.....	43
Lampiran 2. Buah kakao.....	44
Lampiran 3. Komposisi buah kakao.....	45
Lampiran 4. Proses fermentasi kakao.....	46
Lampiran 5. Destruksi basah.....	47
Lampiran 6. Data hasil pengukuran kalsium.....	48
Lampiran 7. Penentuan konsentrasi kalsium (Ca) pada sampel.....	49
Lampiran 8. Data hasil pengukuran magnesium (Mg).....	50
Lampiran 9. Penentuan konsentrasi magnesium (Mg) pada sampel.....	51
Lampiran 10. Kandungan mineral (Mg, Ca) dalam Biji Kakao.....	52
Lampiran 11. Penentuan kadar air.....	53



I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kakao (*Theobroma cacao* L) di Indonesia dikenal ada 2 jenis, yaitu kakao mulia atau kakao edel (fine/flavour cocoa) berasal dari varietas criollo dengan buah berwarna merah dan kakao lindak (bulk cocoa) berasal dari varietas forastero dan trinitaro dengan warna buah hijau. Kakao lindak merupakan kakao kualitas kedua dan mendominasi seluruh perkebunan kakao di Indonesia.

Kakao yang banyak ditanam di Sumatera Barat saat ini umumnya adalah kakao lindak (forastero). Kakao lindak ini lebih produktif dan tidak rentan terhadap penyakit. Produksi kakao dunia, 90% didominasi kakao lindak. Jenis kakao lainnya adalah kakao mulia dan kakao trinitaro. Saat ini luas perkebunannya adalah 21.139 hektar dengan produksi kakao sebanyak 14.068 ton pertahun dan akan dikembangkan secara besar-besaran sampai tahun 2010 mencapai 108.000 hektar yang menjadi komoditi lapis kedua setelah kelapa sawit (Pacific.net, 2007).

Petani kakao Indonesia umumnya menerapkan cara fermentasi yang beragam dari segi jumlah biji, metode, sarana dan waktu fermentasi. Fermentasi dilakukan didalam keranjang, peti kayu sederhana atau karung plastik. Menurut Bennet & Hasan (1993), yang dilakukan oleh petani bukanlah fermentasi dalam arti kata yang sesungguhnya karena kebanyakan petani menyimpan biji hasil panen didalam karung plastik selama 1-2 hari kemudian dikeringkan secara penjemuran dengan sinar matahari langsung diatas lantai semen, tikar, anyaman bambu, atau lembaran plastik. Proses yang terjadi selama

penyimpanan didalam karung adalah "*pseudo-fermentasi*" yang sama sekali tidak mempunyai andil dalam perbaikan mutu (Pempropsu,2007).

Fermentasi dimaksudkan untuk menumbuhkan cita rasa, aroma dan warna yang baik, karena selama proses fermentasi terjadi beberapa perubahan fisika, kimia dan biologi pada biji. Selama fermentasi, terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim yang menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa dan perubahan warna. Perubahan biokimia yang terjadi tergantung pada lama fermentasi pada biji kakao. Faktor yang berpengaruh terhadap fermentasi meliputi waktu, aerasi atau pembalikan dan aktivitas mikroba (Amin, 2007).

Dari beberapa penelitian biji kakao yang tidak terfermentasi mengandung lebih banyak sukrosa, sedikit glukosa dan fruktosa, sedang yang telah terfermentasi lebih banyak mengandung glukosa dan fruktosa, sedikit sukrosa. Biji kakao yang tidak terfermentasi, kurang menghasilkan aroma dan cita rasa coklat dan mempunyai cacat seperti rasa pahit sebaliknya yang terfermentasi akan menghasilkan rasa dan aroma yang khas coklat (Amin, 2007).

Cokelat sarat lemak sehingga tinggi energi (kalori). Dalam 100 g coklat manis memasok kira-kira 470-528 kilori sebab mengandung lemak sebesar 40-53 persen. Sementara kakao (bubuk biji coklat) menyediakan energi sekitar 215-300 kilo kalori per 100 g, tergantung pada jumlah lemaknya. Selain itu coklat mengandung karbohidrat, protein dan mineral. Mineral yang terkandung dalam coklat seperti kalsium, besi, fosfor, kalium, krom dan magnesium dalam kadar yang signifikan. Kalsium berfungsi mencegah osteoporosis pada tulang serta membentuk tulang dan gigi. Magnesium penting

untuk pertumbuhan tulang dan pengaktifan enzim. Angka kecakupan kalsium untuk orang dewasa 500-800 mg dan magnesium 300-400 mg.

Telah banyak penelitian tentang kandungan senyawa-senyawa kimia dalam kakao dan produk-produk coklat, tetapi masih sedikit pengetahuan tentang jenis dan kandungan mineral yang ada dalam biji kakao. Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan kandungan mineral logam Mg dan Ca pada biji kakao non fermentasi dan fermentasi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Disebabkan karena belum adanya penelitian tentang kandungan mineral pada biji kakao yang terdapat di Sumatera Barat khususnya Kabupaten Padang Pariaman maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan diteliti yaitu :

- Berapa kandungan mineral logam magnesium (Mg) dan kalsium (Ca) yang terdapat pada biji kakao.
- Apakah ada perbedaan kandungan biji kakao non fermentasi dan fermentasi.

1.3 TUJUAN

- Tujuan umum

Untuk mengetahui karakteristik biji kakao kering, baik dari segi proses maupun mutu akhir yang diperoleh melalui proses fermentasi dan non fermentasi

- Tujuan khusus.

Untuk mengetahui kandungan logam Ca dan Mg pada kakao fermentasi dan non fermentasi.

1.4 MANFAAT

Dengan dilakukan penelitian ini, hasilnya diharapkan dapat bermanfaat :

- Pengembangan ilmu pengetahuan dan bahan dalam kajian ilmiah bagi perguruan tinggi.
- Mengetahui kadar logam Ca dan Mg yang terdapat pada kakao non fermentasi dan fermentasi.
- Sebagai masukan bagi para petani dalam pengolahan kakao dengan proses fermentasi.
- Pengembangan kemampuan ilmiah peneliti khususnya dalam Bioteknologi pada proses fermentasi kakao

1.5 HIPOTESA

Biji kakao banyak mengandung mineral seperti zat besi, fosfor, kalsium, kalium, krom, zinc dan magnesium dalam kadar yang cukup signifikan. Dengan fermentasi, kandungan logam magnesium (Mg) dan kalsium (Ca) dalam biji tanaman kakao akan meningkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao

Tanaman kakao adalah famili Sterculiaceae, dengan genus *Theobroma* dan spesies *Theobroma cacao* L. *Theobroma cacao* L berasal dari Meksiko Selatan, yaitu sebelah utara Brazil dan selatan Bolivia tepatnya didaerah lembah Ceppper Amazon. Adapun sistematika tanaman coklat berdasarkan klasifikasi botanis menurut Chessman adalah sebagai berikut:

Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledon</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Famili	: <i>Sterculiaceae</i>
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> L

Indonesia merupakan negara penghasil kakao nomor dua terbesar dunia setelah Pantai Gading dengan produksi kakao sebanyak 421.142 ton pertahun dengan luas area perkebunan 776.900 hektar. Kakao yang banyak ditanam di Sumatera Barat umumnya adalah kakao lindak (*forastero*). Kakao lindak ini lebih produktif dan tidak rentan terhadap penyakit. Di Sumatera Barat saat ini tanaman kakao mendapat perhatian khusus di mana tanaman ini akan dikembangkan secara besar-besaran sampai tahun 2010 mencapai 108.000 hektar dan menjadi komoditi lapis kedua setelah kelapa sawit untuk

komoditi kakao di Sumatera Barat sampai saat ini mempunyai luas area sebesar 21.139 hektar dengan produksi kakao sebanyak 14.068 ton pertahun yang salah satunya disumbangkan oleh Kabupaten Padang Pariaman.

Walaupun spesies tanaman yang ada cukup banyak, pada umumnya kakao dapat dibagi atas 2 tipe besar yang dibedakan berdasarkan warna bijinya. Biji kakao yang tidak berwarna atau putih termasuk kelompok *Criollo*, sedangkan biji berwarna ungu termasuk kelompok *Forastero*.

2.1.1 Varietas Tanaman Kakao

Berdasarkan populasinya tanaman kakao dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. Kakao *Criollo*

Kakao *Criollo* termasuk kakao mulia. Jenis tanaman ini menghasilkan biji kakao yang sangat baik mutunya (*fine* atau *flavour cocoa*). Buahnya berwarna merah atau kuning, dinding buahnya tipis dan berbentuk meruncing. Biji buahnya berukuran besar, kotiledon yang berwarna putih atau jingga yang dikenal memberikan rasa yang lezat dan aroma yang harum. Jenis kakao ini penting untuk *blending* dan banyak diperlukan oleh pabrik-pabrik untuk pembuatan coklat yang bermutu tinggi. Akan tetapi jenis *Criollo* ini produksinya rendah, pertumbuhan kurang kuat dan menghendaki tanah yang subur.

2. Kakao *Forestero*

Forestero adalah tipe tanaman kakao yang menghasilkan biji kering yang biasa dikenal bermutu sedang atau kakao curah (*ordinary* atau *bulk cocoa*). Buahnya berbentuk gerigi, ujungnya bulat, dinding buahnya tebal dan berwarna kuning bila cukup masak. Biji buah tipis-tipis, berwarna jingga tua, rasanya kesat dan pahit

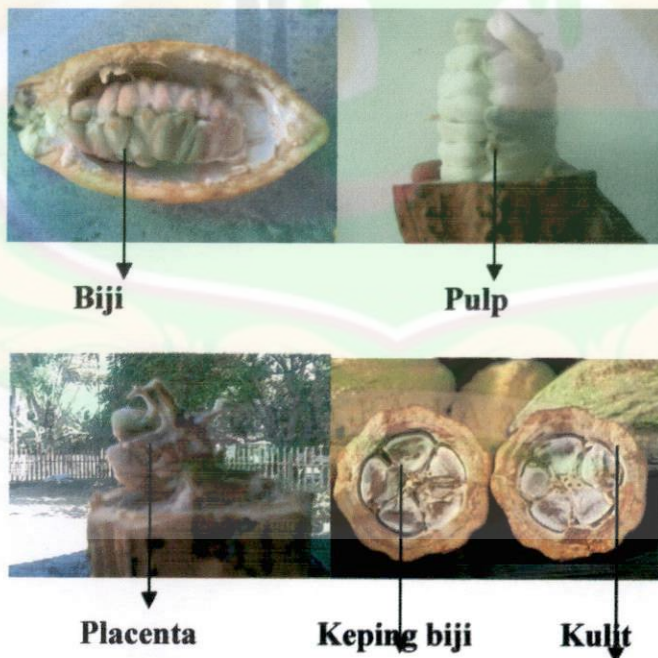
sehingga hasilnya bermutu lebih rendah dari jenis *Criollo*. Kakao ini banyak diproduksi, pertumbuhan lebih kuat serta masih dapat tumbuh pada tanah-tanah dimana bagi *Criollo* dianggap kurang subur.

3. Kakao *Trinitaro*

Tipe *Trinitaro* merupakan hibrida antara *Criollo* dan *Forestero*. Tanaman kakao ini bersifat heterogen, ada yang menghasilkan biji kering yang termasuk jenis *Criollo* dan ada yang termasuk jenis *Forestero*. Bentuk buah kakao *Trinitaro* bermacam-macam dengan buah berwarna hijau atau merah dan biji warna ungu muda sampai ungu tua (Mulato, 2006).

2.2 Komposisi Buah Kakao

Secara garis besar buah kakao terdiri dari 4 bagian yaitu; kulit, placenta, pulp dan biji. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 : Penampang buah cokelat

Biji kakao segar terdiri dari pulp, kulit biji, keping biji dan lembaga. Pulp merupakan jaringan sel halus berlendir yang membungkus biji coklat dan berwarna putih. Pulp penting dan baik sebagai media pertumbuhan ragi dan bakteri karena mempunyai kandungan glukosa yang cukup tinggi. Mikroba ini diperlukan dalam proses fermentasi secara alami (Prabowo, 2006).

Tabel 1. Komposisi kimia dari pulp (International Cocoa Organization, 1998).

No	Komposisi	Persentase
1	Sugars	10- 13 %
2	Pentosans	2 – 3 %
3	Citric acid	1 – 2 %
4	Salts	8 – 10 %
5	Water	72 – 79 %

Tabel 2. Hasil Analisa Komposisi Zat Kimia dari Biji Kakao yang telah difermentasi dan telah dikeringkan (International Cocoa Organization, 1998).

Komposisi	% Maksimum Nib	% Maksimum Kulit Biji
Air	3,2	6,6
Lemak Cokelat	57	59
Garam-garam	4,2	2,7
Nitrogen		
- Total Nitrogen	2,5	3,2
- Theobromin	1,3	0,9
- Kafein	0,7	0,3
Karbohidrat	9	5,2
Serat kasar	3,2	19,2

2.3 Kualitas Biji Kakao

Kualitas kakao ditentukan dari penanaman, pemeliharaan kebun dan yang paling penting adalah dari panen dan pasca panennya. Faktor yang paling penting dalam menentukan kualitas kakao adalah pemanenan, pengolahan, pengemasan, penyimpanan dan pengiriman. Panen buah kakao harus dilaksanakan tepat pada waktunya yaitu apabila buah tersebut sudah masak dengan indikasi buah yang berwarna hijau bila masak akan berwarna kuning sedangkan yang semula berwarna merah akan berubah menjadi oranye (merah kekuning-kuningan). Buah kakao yang kurang masak menghasilkan biji yang kurang berisi, sebaliknya buah kakao yang telah masak memberikan biji yang banyak kecambah dan aroma biji berkurang.

Buah hasil pemetikan bisa dikumpulkan pada suatu tempat khusus untuk melakukan sortasi (pemisahan antara yang baik dengan yang jelek). Buah yang jelek dapat berupa yang terserang hama dan penyakit, buah muda atau buah yang kelewat masak. Buah yang dinilai bagus dimasukkan ketempat pemeraman. Pemeraman buah kakao bertujuan untuk memperoleh keseragaman kematangan buah dan memudahkan pengeluaran biji dari buah kakao tersebut. Setelah pemeraman, kemudian dilanjutkan pemecahan buah. Disini yang paling penting adalah menghindari pemecahan buah kakao menggunakan benda/alat logam, palu besi misalnya. Buah dapat dipecahkan dengan pemukul kayu atau sesama buah kakao (Pempropsu,2007).

Biji kakao yang telah dikeluarkan perlu dilakukan sortasi (pemisahan). Biji kakao yang baik dikumpulkan menjadi satu, kemudian masuk pada proses selanjutnya yakni fermentasi. Pada proses ini penting diperhatikan karena akan sangat menentukan kualitas biji kakao nantinya. Fermentasi dimaksudkan untuk melepaskan zat lendir dari

permukaan kulit biji dan menghasilkan biji dengan mutu, rasa, aroma, dan warna yang baik, karena biji kakao yang mengalami proses fermentasi akan terjadi perubahan fisik, kimiawi dan biologi di dalam biji kakao. Didalam biji kakao akan terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim. Penguraian senyawa senyawa tersebut akan menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa dan perubahan warna. Dari hasil beberapa penelitian, diketahui bahwa fermentasi yang optimum akan menghasilkan senyawa calon aroma yang optimum pula. Kelebihan fermentasi harus dihindari karena selain merusak cita rasa dan aroma, akan terjadi reaksi pembentukan warna yang berlebihan (Amin, 2007).

Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan fermentasi adalah waktu, aerasi atau pembalikan dan aktivitas mikroba, disamping itu pengurangan kandungan pulp juga banyak berperan dalam keberhasilan fermentasi. Dalam Fermentasi, mikroba berperan untuk memecah gula menjadi alkohol dan selanjutnya terjadi pemecahan alkohol menjadi asam asetat. Pada awal fermentasi, mikro-organisme yang aktif adalah yeast yang memecah sukrosa, glukosa dan fruktosa menjadi etanol (Amin, 2007).

2.4 Kandungan zat dalam biji kakao

Dalam biji kakao terkandung zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh manusia. Kandungan lemak, karbohidrat, dan protein yang terdapat dalam kakao menjadi sumber tenaga yang cepat terserap terutama untuk orang-orang yang aktif, seperti anak-anak dan remaja. Selain lemak, karbohidrat dan protein kakao juga mengandung vitamin, mineral dan yang terpenting adalah kakao mengandung zat anti oksidan.

Dalam biji kakao mengandung 31% lemak, 14% karbohidrat, dan 9% protein. Pada protein kakao kaya akan asam amino triptofan, fenilalanin dan tyrosin. Meski kakao mengandung lemak tinggi namun relative tidak mudah tengik karena kakao juga mengandung polifenol 6% yang berfungsi sebagai antioksidan pencegah ketengikan. Rasa asli biji kakao sebenarnya pahit akibat kandungan alkaloid, tetapi setelah melalui rekayasa proses dapat dihasilkan sebagai makanan cokelat yang disukai oleh siapapun. Dalam kakao juga mengandung katekin yang merupakan zat anti oksidan yang kuat. Salah satu fungsi antioksidan adalah mencegah penuaan dini yang biasa terjadi karena polusi ataupun radiasi, katekin juga dijumpai pada teh meski jumlahnya tidak setinggi kakao. Selain itu biji kakao mengandung beberapa jenis vitamin yaitu vitamin A, B, D, dan E jenis vitamin B yang terdapat pada cokelat adalah Tiamin, Riboflavin dan Niasin (Pacific.net, 2007).

2.5 Kandungan Mineral dalam Biji Kakao

2.5.1 Mineral Bagi Tanaman

Ketersediaan unsur-unsur hara (mineral) makro dan mikro tersebut sangat penting karena setiap zat mempunyai kegunaan yang berbeda-beda. Unsur hara makro terdiri dari H, C, O, N, P, K, Ca, Mg, S, B dan unsur hara mikro terdiri dari Fe, Mn, Cl, Zn, Al, Cu, Mo, Co, Na, Se, Rb, V, Si, dan I. Peranan hara mineral ini amat penting karena beberapa mineral selain berperan secara struktural, juga berperan fungsional sebagai aktivator sistem enzim. Hal itu pula yang mengakibatkan kebutuhan tanaman untuk setiap zat berbeda-beda jumlahnya. Tanaman memerlukan banyak unsur nitrogen, phosphor dan Kalium dalam jumlah banyak, sedangkan mineral lain diperlukan lebih sedikit. Penelitian

di Malaysia menunjukkan bahwa untuk menghasilkan 1.000 kg biji kering, diperlukan hara mineral N 31,0; P 4,9; K 53,8; Ca 4,9; Mg 5,2; Mn 0,11; dan Zn 0,09 (dalam satuan kg/ha/tahun).

Kalsium

Unsur ini diserap dalam Ca^{2+} . Kalsium terdapat sebagai kalsium pectinat pada lamela-lamela tengah dari dinding-dinding sel, endapan-endapan dari kalsium oksalat dan kalsium karbonat dan sebagai ion didalam air-sel. Kebanyakan dari zat kapur ini (CaO) terdapat didalam daun dan batang. Pada biji-biji relatif kurang mengandung kapur, demikian juga pada akar-akaran. Pada akar-akaran banyak terdapat pada ujung-ujungnya

Fungsi ion kalsium yang penting adalah mengatur permeabilitas dari dinding sel. Telah diketahui bahwa ion-ion kalsium itu mempertinggi permeabilitas dinding sel dan ion-ion kalium adalah sebaliknya. Hal ini penting bagi organisme, sebab bertambahnya permeabilitas yang disebabkan ion-ion kalsium dapat lebih dicegah. Peranan yang penting dari kapur terdapat pada pertumbuhan ujung-ujung akar dan pembentukan bulu-bulu akar. Bila kapur ditiadakan maka pertumbuhan keduanya akan terhenti dan bagian-bagian yang telah terbentuk akan mati dan berwarna coklat kemerah-merahan

Magnesium

Magnesium diserap dalam bentuk Mg^{2+} dan merupakan bagian dari hijau daun klorofil yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain, kecuali didalam hijau daun Mg terdapat pula sebagai ion didalam air-sel. Kadarnya didalam bagian-bagian vegetatif lebih rendah dari pada kadar kalsium, tetapi pada bagian generatif adalah sebaliknya.

2.5.2 Mineral dalam biji kakao

Zat mineral yang mengandung komponen an-organik penting bagi manusia. Kakao dan coklat mengandung beberapa mineral seperti kalium, natrium, kalsium, magnesium, posfor, besi dan lainnya.

Tabel 3. Kandungan nutrisi dari tiga jenis coklat dalam 100 g menurut Souci, Fachman, Kraut.1986/1987.

Nutrisi	Coklat kosong (Kakao)	Coklat Susu	Coklat Putih
Lemak	32,3 g	29,0 g	30,1 g
Protein	4,1 g	8,1 g	6,4 g
Zat Besi	2,3 mg	0,8 g	0,1 g
Kalsium	59 mg	233 g	210 g
Vitamin A	22 µg	84 µg	39 µg

Beberapa literatur Lain menurut Ali Khomsan, kandungan nutrisi coklat susu dan coklat kosong per 100 g adalah dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Coklat Susu dan Coklat kosong per 100 g menurut Ali Khomsan,

Nutrisi	Coklat kosong (Kakao)	Coklat Susu
Energi (Kal)	504	381
Lemak	52,9 g	35,9 g
Protein	5,5 g	9 g
Posfor	-	200 mg
Kalsium	98 mg	200 mg
Magnesium	-	180 mg
Vitamin A	60 µg	30 µg

2.5.2.1 Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat didalam tubuh manusia. Kira-kira 99% kalsium terdapat di dalam jaringan keras yaitu pada tulang dan gigi. 1% kalsium terdapat pada darah, dan jaringan lunak. Tanpa kalsium yang 1% ini, otot akan mengalami gangguan kontraksi, darah akan sulit membeku, transmisi saraf terganggu, dan sebagainya. Kandungan kalsium di dalam tumbuhan banyak berbeda bergantung kepada kandungan kalsium di dalam tanah di mana tumbuhan ditanam.

Untuk memenuhi 1% kebutuhan ini, tubuh mengambilnya dari makanan yang dimakan atau dari tulang. Apabila makanan yang dimakan tidak dapat memenuhi kebutuhan, maka tubuh akan mengambilnya dari tulang. Sehingga tulang dapat dikatakan sebagai cadangan kalsium tubuh. Jika hal ini terjadi dalam waktu yang lama, maka tulang akan mengalami pengeroposan tulang

Sumber Kalsium

1. Sayur-sayuran hijau (bayam, brokoli, sawi)
2. Ikan teri kering
3. Udang kering
4. Tahu
5. Kacang-kacangan
6. Salmon, sardine
7. Susu & hasil olahannya

Fungsi Kalsium

1. Membentuk serta mempertahankan tulang dan gigi yang sehat

2. Mencegah osteoporosis
3. Membantu proses pembekuan darah dan penyembuhan luka
4. Menghantarkan signal ke dalam sel-sel saraf
5. Mengatur kontraksi otot
6. Membantu transport ion melalui membran
7. Sebagai komponen penting dalam produksi hormon dan enzim yang mengatur proses pencernaan, energi dan metabolisme lemak

Gejala Kekurangan Kalsium

1. Gangguan pertumbuhan
2. Tulang kurang kuat, mudah bengkok dan rapuh
3. Kekejangan otot

Gejala Kelebihan Kalsium

Kelebihan kalsium terjadi apabila mengkonsumsi kalsium sebesar 2500 mg/hari.

Kelebihan kalsium dapat menyebabkan terjadinya batu ginjal atau gangguan ginjal, konstipasi (Medicastore,2007).

Tabel 5. Angka Kecukupan Harian Menurut Widyakarya Pangan dan Gizi LIPI 1998

Bayi	300-400 mg
Anak-anak	500 mg
Remaja	600-700 mg
Dewasa	500-800 mg
Ibu hamil dan menyusui	+400 mg

2.5.2.2 Magnesium (Mg)

Magnesium adalah mineral yang penting untuk organ tubuh bagian dalam, terutama sekali hati, jantung, otot, dan ginjal. Magnesium juga berperan sebagai pembentuk komposisi gigi dan tulang. Dan juga magnesium dapat mengaktifkan enzim yang berperan untuk produksi energi. Kandungan magnesium di dalam tumbuhan banyak berbeda bergantung kepada kandungan magnesium di dalam tanah di mana tumbuhan ditanam

Sumber Magnesium

1. Sayuran hijau
2. Kacang-kacangan
3. Biji-bijian
4. Keju

Gejala Kekurangan magnesium

1. Kekejangan otot
2. Kelemahan otot
3. Susah tidur
4. Tekanan darah tinggi,
5. detak jantung tak beraturan
6. Diabetes

Gejala kelebihan magnesium

Jika kadar magnesium dalam darah tinggi mengakibatkan tekanan darah rendah, kegagalan pernafasan dan gangguan irama jantung.

Fungsi Magnesium

Terutama ditemukan dalam tulang dan esensial untuk pertumbuhan tulang, magnesium juga dibutuhkan dalam setiap sel dan untuk berfungsinya beberapa enzim yang dibutuhkan untuk memakai energi (dari makanan). Magnesium juga dibutuhkan untuk berfungsinya kalsium secara normal pembentukan tulang dan gigi fungsi saraf, otot dan pengaktifan enzim (Nutrilite, 2007).

Tabel 6. Angka Kecukupan Harian Menurut Widyakarya Pangan dan Gizi LIPI 1998

Bayi	30-80 mg
Anak-anak	80-240 mg
Remaja	410 mg
Dewasa	310-420 mg
Ibu hamil dan menyusui	360 mg

2.6 Proses fermentasi kakao

Fermentasi berasal dari kata *fervere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut diantaranya karbondioksida (CO_2). Fermentasi yaitu reaksi redoks, adalah zat organik yang melibatkan mikroorganisme (bakteri, kapang, dan ragi). Zat organik yang digunakan umumnya glukosa yang dipecah menjadi aldehid, alkohol atau asam.

Faktor keberhasilan fermentasi sangat ditentukan oleh jenis bahan pangan. Mikroba membutuhkan energi yang berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan

zat-zat gizi lain yang ada dalam bahan pangan. Banyak keuntungan yang bisa diambil dari produk makanan fermentasi baik dari sifat organoleptik (indrawi) dan peningkatan nilai gizi. Keunggulan dari makanan hasil fermentasi antara lain memberikan penampakan dan cita rasa yang khas salah satunya adalah fermentasi buah kakao.

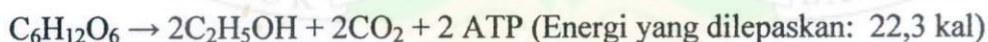
Fermentasi dimaksudkan untuk memudahkan melepas zat lendir dari permukaan kulit biji dan menghasilkan biji yang tahan terhadap hama, jamur dan menghasilkan biji dengan warna yang cerah dan bersih. Proses pengolahan buah kakao menentukan mutu produk akhir kakao, karena dalam proses ini terjadi pembentukan calon cita rasa khas kakao dan pengurangan cita rasa yang tidak dikehendaki, misalnya rasa pahit dan sepat (UKM, Pengolahan Kakao,2007).

Selama proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan senyawa kimia di dalam keping biji dan di luar biji (pulp). Ada 2 perubahan yang terjadi pada pulp, pertama perubahan gula menjadi alkohol akibat aktifitas ragi (yeast). Kedua *Acetobacter aceti* mengubah alkohol menjadi asam asetat.

- **Perubahan gula menjadi alkohol**

Proses ini terjadi setelah fermentasi berlangsung 24 jam. Kegiatan ragi merubah gula yang ada pada pulp menjadi etanol dan CO₂ menghasilkan reaksi eksotermis sehingga suhu menjadi naik.

Persamaan Reaksi Kimia



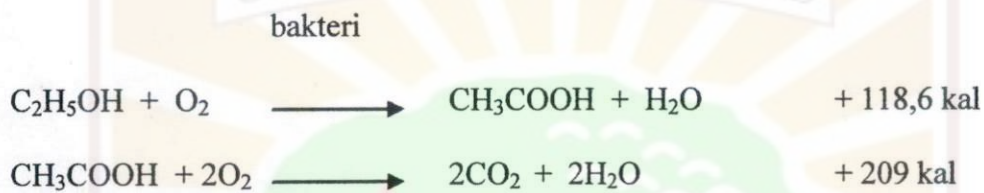
Dijabarkan sebagai

Gula (glukosa, fruktosa, atau sukrosa) → Alkohol (etanol) + Karbon dioksida +
Energi (ATP)

Ragi selama pertumbuhan dapat menghasilkan enzim, antara lain protopektinase yang dapat menguraikan protopektin menjadi pektin. Dengan terurainya protopektin yang merupakan bahan perekat dari lamela tengah sel, maka jaringan pulp hancur sehingga mudah melepaskannya dari biji.

Perubahan alkohol menjadi asam asetat

Perubahan ini merupakan aktifitas bakteri asam asetat. Reaksi pembentukan asam cuka oleh bakteri dan reaksi oksidasinya digambarkan oleh reaksi di bawah ini:



Asam asetat yang terbentuk ini merupakan produk yang sangat diperlukan pada fermentasi biji kakao karena mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Asam asetat dapat masuk ke dalam biji melalui kulit biji dengan cepat dan menyebabkan matinya biji.
- Membantu distribusi ungu kakao (*cacao purple*) di dalam keping biji.
- Membantu hidrolisis yang berhubungan dengan pembentukan cita rasa coklat.
- Dengan alkohol akan membantu membentuk sejumlah ester yang beberapa diantaranya menimbulkan aroma yang segar.

Cita rasa coklat dipengaruhi juga oleh senyawa *purine* yang sangat pahit. Senyawa *purine* yang utama adalah *theobromin*. Kadar *theobromin* berkurang selama proses fermentasi karena *theobromin* akan larut dalam cairan sel dan berdifusi ke kulit biji. *Antosianin* merupakan pigmen berwarna ungu yang terdapat dalam sel-sel kotiledon.

Senyawa ini akan keluar setelah biji mati akibat merembesnya asam asetat ke dalam biji dan meningkatnya suhu selama fermentasi sehingga dinding sel pecah. Pada kondisi aerobik warna ungu lambat laun akan berkurang dan terbentuk cairan berwarna coklat pada ruang antara kulit biji dengan biji (BPTP Lampung, 2007).

Selama proses fermentasi, di dalam biji kakao akan terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim. Penguraian senyawa-senyawa tersebut akan menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa dan perubahan warna. Gula dan senyawa-senyawa polifenol seperti catechins, procyanidins dan anthocyanins selama proses fermentasi akan teroksidasi menjadi senyawa-senyawa karbonil yang akan bergabung dengan amina yang berasal asam amino dan peptida membentuk senyawa-senyawa, seperti pirazine, aldehida, karbonil, pyroles, pyridine, thiazoles, phenols, alkohol, ester, ketone dan lain-lain. Senyawa-senyawa inilah selama proses fermentasi yang akan memberikan perubahan pada citarasa, aroma dan warna biji kakao. Proses fermentasi yang optimum akan menghasilkan calon aroma yang optimum pula. Kelebihan fermentasi harus dihindari karena selain merusak citarasa dan aroma akan terjadi reaksi pembentukan warna yang berlebihan. Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan fermentasi biji kakao adalah wadah fermentasi, waktu, aerasi atau pembalikan, pengurangan kandungan pulp dan aktivitas mikroba. Biji kakao yang kurang terfermentasi akan menghasilkan cita rasa coklat yang kurang dan mempunyai cacat citarasa, seperti pahit (bitter), kelat (astringent), sebaliknya biji kakao yang terfermentasi akan menghasilkan rasa dan aroma yang khas coklat (Ismayadi).

Langkah-langkah proses pengolahan buah kakao adalah sebagai berikut :

1. Pemeraman Buah

Pemeraman buah bertujuan, memperoleh keseragaman kematangan buah serta memudahkan mengeluarkan biji dari buah kakao, dan juga mengurangi lendir yang menempel pada biji kakao. Pemeraman dilakukan ditempat yang teduh, serta lamanya sekitar 5 – 7 hari (maksimum 7 hari).

2. Pemecahan Buah

Setelah pemeraman kemudian dilanjutkan pemecahan buah. Disini yang paling penting adalah menghindari pemecahan buah kakao menggunakan benda atau alat logam. Buah dapat dipecah sesama buah kakao atau dengan pemukul kayu. Biji kakao yang telah dikeluarkan perlu dilakukan sortasi, biji kakao yang baik dikumpulkan menjadi satu, kemudian masuk pada proses selanjutnya yaitu proses fermentasi

3. Fermentasi

Fermentasi dimaksudkan untuk memudahkan melepas zat lendir dari permukaan kulit dan menghasilkan biji dengan mutu dan aroma yang baik, selain itu menghasilkan biji yang tahan terhadap hama dan jamur, selama penyimpanan dan menghasilkan biji dengan warna yang cerah dan bersih. Fermentasi dilakukan selama 5 – 6 hari.

4. Perendaman dan Pencucian

Tujuan perendaman dan pencucian adalah menghentikan proses fermentasi dan memperbaiki kenampakkan biji. Sebelum pencucian dilakukan perendaman \pm 3 jam untuk meningkatkan jumlah biji bulat dengan kenampakkan

menarik dan warna coklat cerah. Pencucian dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin pencuci. Pencucian yang terlalu bersih sehingga selaput lendirnya hilang sama sekali, selain menyebabkan kehilangan berat juga membuat kulit biji menjadi rapuh dan mudah terkelupas.

5 Pengeringan

Pengeringan dapat dilakukan dengan menjemur, memakai mesin pengering atau kombinasi keduanya. Pada proses pengeringan terjadi sedikit fermentasi lanjutan dan kandungan air menurun dari 55 – 60% menjadi 6 – 7%, selain itu terjadi pula perubahan-perubahan kimia untuk menyempunakan pembentukan aroma dan warna yang baik. Suhu pengeringan sebaiknya antara 55-66°C dan waktu yang dibutuhkan bila memakai mesin pengering antara 20 – 25 jam, bila di jemur waktu yang dibutuhkan \pm 7 hari apabila cuaca baik, tetapi jika banyak hujan penjemuran \pm 4 minggu. Bila biji kurang kering pada kandungan air diatas 8% biji mudah ditumbuhi jamur.

6. Sortasi Biji

Sortasi biji kakao kering dimaksudkan untuk memisahkan antara biji yang baik dan cacat berupa biji pecah, kotoran atau benda asing lainnya seperti batu, kulit dan daun-daunan.

7. Pengemasan dan Penyimpanan Biji

Biji kakao dikemas dengan baik didalam wadah bersih dan kuat, biasanya menggunakan karung goni. Biji kakao disimpan dalam ruangan, dengan kelembaban tidak melebihi 75% ventilasi cukup bersih (UKM, Pengolahan Kakao,2007).

2.7 Destruksi

Untuk menentukan logam-logam dalam jumlah renik dari suatu cuplikan, umumnya dilakukan perlakuan pendahuluan dan selanjutnya membawa logam-logam tersebut kedalam larutan sehingga konsentrasi logam menjadi lebih besar atau disebut juga proses prakonsentrasi. Perlakuan pendahuluan terhadap cuplikan merupakan tahap analisis yang menentukan. Proses tersebut dapat dilakukan dengan memecah bahan organik dari logam yang kemudian dapat dianalisis secara langsung dengan pengukuran metoda tertentu.

Logam-logam yang terdapat dalam bahan organik dapat dipisahkan melalui penguraian atau perombakan bahan organik tersebut dengan cara yang disebut destruksi. Destruksi merupakan suatu cara yang dapat dan sering digunakan untuk melarutkan unsur logam dari matrik organik yang mengikat logam-logam tersebut, baik dalam bahan makanan, minuman, tanah pertanian serta material biologis lainnya.

2.7.1 Destruksi Basah

Dalam destruksi basah ini, perombakan diperlakukan dengan cara menggunakan asam mineral atau zat pengoksidasi dalam larutan. Cara ini terus dikembangkan terutama dalam penentuan logam-logam yang mudah menguap, karena dengan cara ini suhu pemanasan tidak terlalu tinggi, biasanya berkisar pada 100 – 200 °C sehingga kesalahan akibat penguapan maupun retensi logam terhadap wadah yang digunakan dapat dihilangkan.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tentang cara ini, pelarut yang digunakan adalah pelarut yang dikategorikan asam-asam kuat yang pada umumnya bersifat

oksidator. Asam-asam kuat yang digunakan dalam metoda ini seperti : HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , H_2O_2 . Metoda ini memberikan beberapa keuntungan, antara lain :

- Kemungkinan kehilangan zat yang dianalisa dapat diperkecil
- Penggunaan pelarut atau asam yang sedikit
- Kelebihan asam dapat dikeluarkan dengan pemanasan

Sifat – Sifat Kimia dari Pereaksi :

1. Asam Nitrat (HNO_3)

- Merupakan asam kuat dengan titik didih $82,6^\circ\text{C}$
- Oksidator kuat dengan potensial oksidasi tergantung kepada pH
- Larutan dengan konsentrasi pekat atau setengah pekat kebanyakan digunakan untuk melarutkan logam atau endapan.

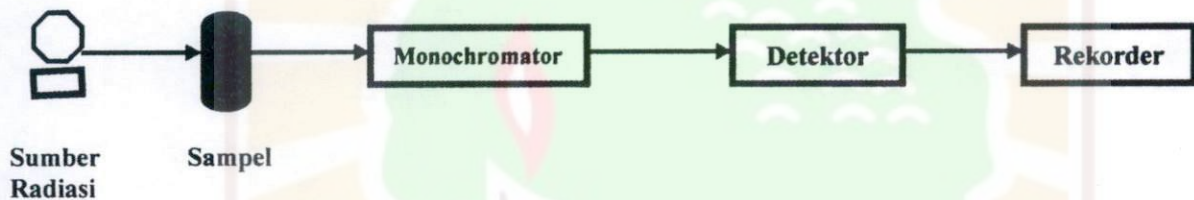
2. Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

- Oksidator kuat yang daya oksidatornya dalam asam dan dalam basa berbeda sehingga dapat bertindak baik sebagai zat pengoksidasi maupun zat pereduksi karena kerja oksidasinya didasarkan pada proses dua elektron yang mengakibatkan terbentuknya air.
- Dengan titik didih $150,2^\circ\text{C}$ yang akan mengurai menjadi H_2O dan O_2 .

2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

SSA adalah salah satu metode analisa yang paling banyak digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu unsur logam dalam cuplikan berdasarkan pada penyerapan energi oleh atom bebas yang dihasilkan cuplikan pada panjang gelombang spesifik dan karakteristik setiap unsur.

Prinsip peralatan didasarkan pada pengukuran sinar yang diabsorpsi oleh spesies atom. Oleh karena itu didalam pengukurannya, sampel harus diubah menjadi atom-atom bebas, setelah atom-atomnya dalam keadaan bebas, maka atom-atom ini akan mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang tertentu dan elektronnya akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Energi panas dari nyala juga dapat menyebabkan tereksitasinya elektron dalam atom. Apabila elektron ini kembali ke tingkat energi yang lebih rendah maka akan terjadi radiasi cahaya yang khas dengan panjang gelombang tertentu, yaitu panjang gelombang yang menghasilkan garis spektrum yang tajam dan dengan intensitas maksimum.



Gambar 2. Komponen-komponen spektroskopi serapan atom (SSA).

Sistem peralatan SSA pada dasarnya terbagi atas lima bagian pokok yaitu :

1. Sumber cahaya/ sistem emisi untuk menghasilkan sinar yang diperlukan.
2. Peralatan atomisasi / sistem absorpsi / nyala pengatom, untuk menghasilkan atom-atom bebas dan menyediakan media absorpsi.
3. Monokromator / sistem seleksi, untuk menyeleksi atau memisahkan spektra sinar yang dikehendaki.
4. Detektor untuk mengukur intensitas sinar sebelum dan sesudah diserap oleh atom-atom netral.
5. Rekorder untuk mengubah isyarat elektronik yang diterima detektor, yang harus diubah dalam bentuk yang dapat dibaca dan direkam secara langsung.

Spektrum absorpsi suatu unsur sangat khas sehingga digunakan lampu katoda sebagai sumber radiasi. Monokromator berguna untuk menyeleksi sinar yang diemisikan oleh nyala.

Hubungan antara serapan atom dan konsentrasi atom dinyatakan dengan hukum

Lambert Beer :

$$A = a.b.c$$

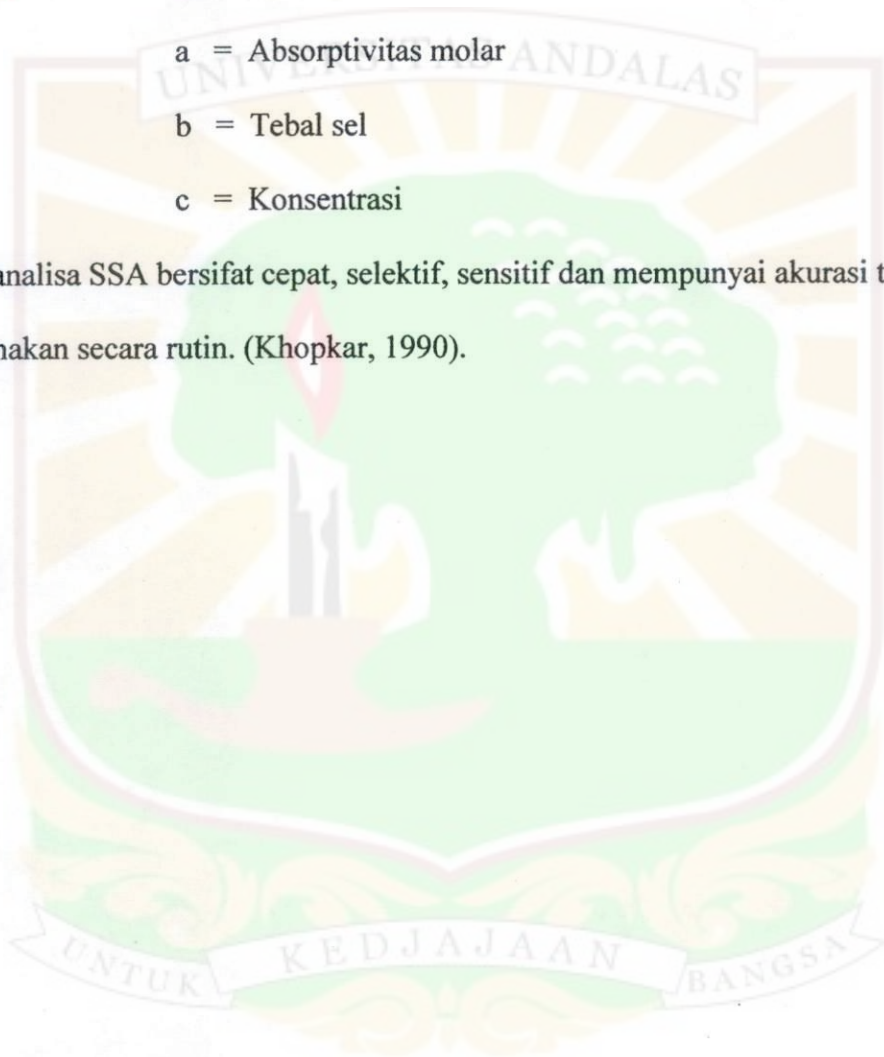
A = Absorbansi

a = Absorptivitas molar

b = Tebal sel

c = Konsentrasi

Metode analisa SSA bersifat cepat, selektif, sensitif dan mempunyai akurasi tinggi serta dapat digunakan secara rutin. (Khopkar, 1990).



III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Desember 2007 di Laboratorium Biokimia dan Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

3.2 Metode

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan baku biji kakao perkebunan Kabupaten Padang Pariaman, CaCO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, aquades, HNO_3 3 N, H_2O_2 30%

3.2.2 Alat

Kotak fermentasi, timbangan, penangas air, seperangkat SSA, alat-alat gelas, labu Kjedahl, oven, timbangan analitik, penangas listrik.

3.3 Prosedur dan Cara Kerja

3.3.1 Prafermentasi

Pemetikan buah kakao dilakukan dengan menggunakan pisau, untuk buah yang tinggi menggunakan bambu panjang yang diujungnya diberi pisau. Buah kakao yang baru dipetik disimpan di tempat terbuka selama 6 - 9 hari (pemeraman). Pemecahan buah dilakukan dengan menggunakan kayu bulat, dihindari menggunakan pisau/parang untuk mencegah biji berwarna hitam.

3.3.2 Fermentasi

Biji kakao dimasukkan ke dalam kotak fermentasi dan ditutup dengan menggunakan karung goni atau daun pisang. Fermentasi dilakukan selama 5 hari dengan pembalikan 1 kali setelah 48 jam fermentasi. Akhir waktu fermentasi ditandai dengan 1), biji berwarna coklat dan agak kering serta aroma cuka yang menonjol, 2). Iapisan lendir di permukaan biji mudah terkelupas dan 3). Penampang biji nampak berongga, berwarna coklat dan warna ungu sudah hilang.

3.3.3 Perendaman dan Pencucian

Biji kakao yang sudah difermentasi direndam selama 2 - 3 jam dan dicuci secara hati-hati (ringan). Pencucian bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi, mempercepat proses pengeringan dan memperbaiki kenampakan biji.

3.3.4 Pengeringan

Setelah dicuci, biji ditiriskan dan dikeringkan. Pengeringan dapat dilakukan dengan dengan bantuan matahari atau menggunakan alat pengering (mekanis). Pengeringan bertujuan untuk menghilangkan air yang tertinggal di dalam biji pasca fermentasi dan mendapatkan kakao dengan kadar air 6 - 7% (SNI 2003). Pengeringan dengan bantuan matahari menggunakan lantai jemur atau terpal dengan ketebalan lapisan biji 3 - 5 cm, hindari kontak dengan tanah. Pembalikan dilakukan 1-2 jam, waktu pengeringan tergantung cuaca sekitar 7 - 14 hari. Sedangkan pengeringan dengan alat pengering tergantung kapasitas alat dan bahan bakar yang digunakan.

3.3.5 Pembuatan Larutan Standar

- Larutan standar Ca 1000 ppm

2,4973 g CaCO_3 dimasukkan dalam labu ukur 1000 mL, ditambahkan 20 mL HNO_3 3 N, kemudian diencerkan sampai tanda batas dengan aquades.

- Larutan standar Mg 1000 ppm

10,12 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dimasukkan dalam labu ukur 1000 mL, ditambahkan 20 mL HNO_3 3 N, kemudian diencerkan sampai tanda batas dengan aquades.

3.3.6 Penyiapan kurva standar

- Dari larutan standar Ca 1000 ppm, diencerkan menjadi 100 ppm, dipipet 10 mL larutan stok 1000 ppm dan dimasukkan dalam labu 100 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas. Di pipet 2,5, 5,0, 10, 15, dan 20 mL larutan stok 100 ppm dimasukkan kedalam labu 100 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas, didapat deretan larutan standar dengan konsentrasi 2,5, 5,0, 10, 15, dan 20 ppm.

- Dari larutan standar Mg 1000 ppm, diencerkan menjadi 10 ppm, dipipet 1 mL larutan stok 1000 ppm dan dimasukkan dalam labu 100 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas. Di pipet 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, dan 2,5 mL larutan stok 10 ppm dimasukkan kedalam labu 10 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas, didapat deretan larutan standar dengan konsentrasi 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, dan 2,5 ppm

3.3.7 Persiapan Sampel

Di ambil sampel yang telah kering, kemudian sampel dijadikan tepung dan kemudian dilakukan destruksi basah.

3.3.8 Destruksi Basah

Setelah proses fermentasi, diambil sampel yang telah kering, kemudian sampel dijadikan tepung dan dilakukan destruksi basah. Pada destruksi basah 5 gram sampel serbuk dari biji kakao ditimbang dengan teliti, dimasukkan dalam labu

Kjeldahl, ditambahkan 20 mL HNO_3 . Sampel dipanaskan hingga mendidih, kemudian ditambahkan 10 mL H_2O_2 30% setetes demi setetes hingga larutan menjadi kuning pucat dan seluruh gas nitro habis keluar. Penyempurnaan destruksi dilakukan dengan jalan melanjutkan pemanasan hingga didapatkan larutan jernih 1 – 2 mL. Sampel didinginkan dan ditambahkan sedikit aquades, kemudian disaring dan diencerkan dalam labu 1000 mL. Larutan siap untuk dianalisis secara AAS. Untuk uji kandungan logam kalsium panjang gelombang optimum adalah 422,7 nm dan untuk logam magnesium adalah 285,2 nm.

3.3.9 Penentuan Kadar Air

Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 20 menit kemudian ditimbang. Di timbang Lebih kurang 5 g sampel yang sudah dihomogenkan dalam cawan kemudian masukkan dalam oven selama 6 jam. Dipindah kedalam desikator, Kemudian didinginkan, setelah dingin ditimbang kembali. Dikeringkan kembali cawan kedalam oven sampai diperoleh berat yang tetap.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Fermentasi

Fermentasi biji kakao yang dilakukan ini merupakan fermentasi alami secara aerobik. Dari hasil penelitian suhu fermentasi meningkat secara bertahap setelah mikroba memulai aktivitasnya dan menghasilkan panas yang kemudian ditransmisikan ke seluruh bagian permukaan biji. Karena reaksi fermentasi berlangsung secara alami, suhu tumpukan biji meningkat secara perlahan dan mencapai puncaknya setelah proses fermentasi berlangsung beberapa jam.

Pada fase awal fermentasi biji kakao, berbagai jenis mikroba mulai aktif melakukan reaksi fermentasi dengan memanfaatkan senyawa gula dalam pulpa di permukaan biji kakao dan dibantu oleh oksigen yang berada di sekelilingnya membentuk asam asetat. Pada tahap awal reaksi fermentasi di dalam kotak fermentasi dengan persediaan oksigen terbatas, khamir yang bersifat anaerobik dan tahan terhadap lingkungan asam mendominasi aktivitas biologis. Khamir mengurai senyawa gula yang terkandung di permukaan biji membentuk senyawa alkohol dan gas CO_2 .

Beberapa indikasi fisik untuk mendeteksi proses fermentasi antara lain lapisan pulpa terurai menjadi cairan yang kemudian menetes melalui lubang pori di bagian samping dan dasar kotak fermentasi dan suhu fermentasi meningkat sebagai hasil pelepasan energi panas karena reaksi fermentasi bersifat eksotermis

Setelah 48 jam biji kakao pada kotak fermentasi dibalik untuk membantu meningkatkan aerasi ke dalam tumpukan biji kakao yang sedang difermentasi. Tumpukan biji diaduk atau dibalik agar proses fermentasi berlangsung merata di seluruh bagian kotak. Pada saat pengadukan, suhu fermentasi mengalami penurunan karena kehilangan panas ke lingkungan dan pengaruh pendinginan oleh masuknya udara lingkungan ke dalam tumpukan biji. Setelah pengadukan, oksigen yang semula terhalang oleh pulpa dan cairan sisa fermentasi, mampu masuk ke dalam tumpukan biji dalam jumlah yang lebih banyak. Kondisi aerobik ini dimanfaatkan oleh bakteri asam asetat untuk mengubah lebih banyak senyawa alkohol menjadi asam asetat. Setelah pengadukan pada 48 jam pertama kandungan oksigen meningkat dan menurun perlahan hingga jam ke 72.

Biji kakao yang terfermentasi dengan baik akan memiliki permukaan lapisan lendir yang lebih kesat, mempunyai warna coklat, bijinya mengembang dan struktur keping biji telah merekah akibat reaksi oksidasi senyawa gula menjadi alkohol dan asam asetat. Sedangkan biji kakao non fermentasi berwarna abu-abu dan kisut. Selain itu Lapisan lendir biji kakao yang tidak terfermentasi dengan baik memiliki lapisan lendir yang licin dan struktur keping biji cenderung pejal dan keras. Hal ini berarti biji kakao terfermentasi secara sempurna dan mempunyai mutu yang baik.

4.2. Derajat Keasaman pH

Tabel 7. Perubahan pH selama proses fermentasi pada biji kakao varietas hijau dan merah

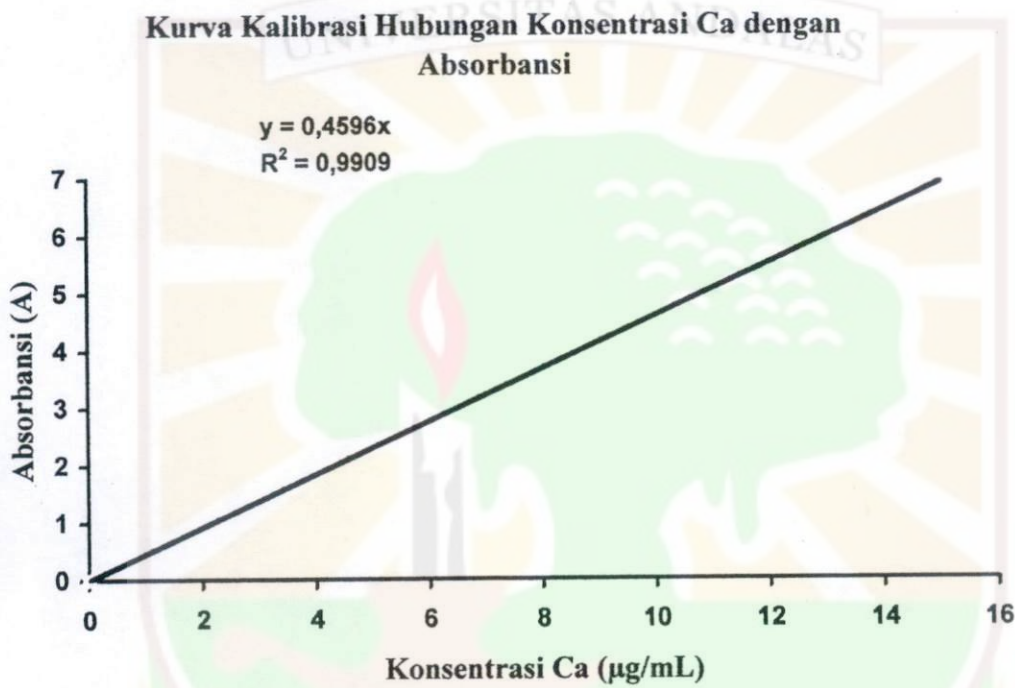
Kakao	Nilai pH					
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
Varietas Hijau	4	4	4	3	4	5
Varietas Merah	4	4	4	3	4	6

Dari hasil penelitian diatas dapat kita ketahui bahwa harga pH pada biji kakao varietas hijau dan merah dari hari ke-nol sampai hari ke-tiga terjadi penurunan yaitu dari pH = 4 ke pH = 3 dan terjadi peningkatan kembali pada hari ke-empat sampai hari ke-lima yaitu pH = 4 ke pH = 5/6. Pada hari ke-lima kenaikan pH cukup tajam, hal ini menunjukkan terjadinya penguraian asam amino menjadi amoniak bebas yang bersifat basa dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Perubahan pH selama proses fermentasi disebabkan aktivitas mikroba yang menguraikan senyawa glukosa menjadi etanol dan asam asetat. Calon aroma ini dihasilkan pada proses protolisa yang terjadi selama fermentasi, sedangkan aroma dan cita rasa timbul setelah biji kakao disangrai. Cita rasa kakao akan sangat tinggi jika pH tidak turun dibawah 5. Warna coklat pada biji kakao yang difermentasi muncul karena adanya reaksi browning (pencoklatan) secara enzimatis, yaitu teroksidasinya senyawa fenol menjadi melanin yang berwarna coklat dengan bantuan enzim polyfenol oxydase, selain itu warna coklat juga muncul karena adanya reaksi maillard yang menghasilkan melanoidin yang berwarna coklat.

Biji kakao hasil fermentasi yang diperoleh setelah dikeringkan dengan sinar matahari selama 10 hari mempunyai warna coklat dan mengembang sedangkan biji kakao non fermentasi berwarna abu-abu dan kisut. Hal ini berarti biji kakao terfermentasi secara sempurna dan mempunyai mutu yang baik.

4.3. Kandungan Mineral (Mg, Ca) dalam Biji Kakao

Penentuan kurva standar Kalsium (Ca) pada panjang gelombang 422,7 nm.



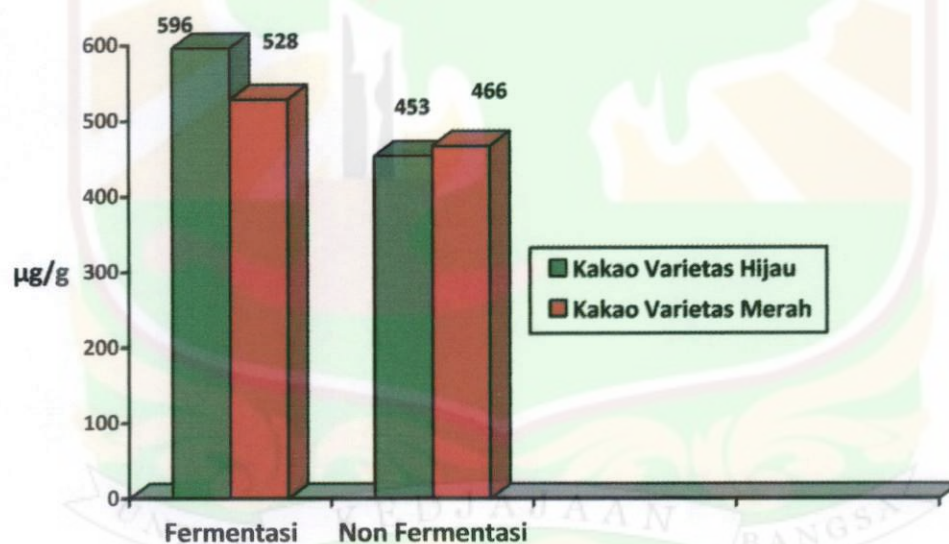
Persamaan Regresi : $y = 0,4596x$

Gambar 3. Kurva kalibrasi hubungan konsentrasi kalsium (Ca) dengan Absorbansi

Tabel 8. Data hasil pengukuran Kalsium (Ca) dengan spektrofotometer AAS, Absorban yang dihasilkan dari sampel :

No	Sampel	Absorbansi	Rata-rata (A)
1	Hijau Fermentasi	1,35 1,39 1,37	1,37
2	Hijau Non Fermentasi	1,01 1,07 1,04	1,04
3	Merah Fermentasi	1,20 1,23 1,21	1,213
4	Merah Non Fermentasi	1,06 1,09 1,06	1,07

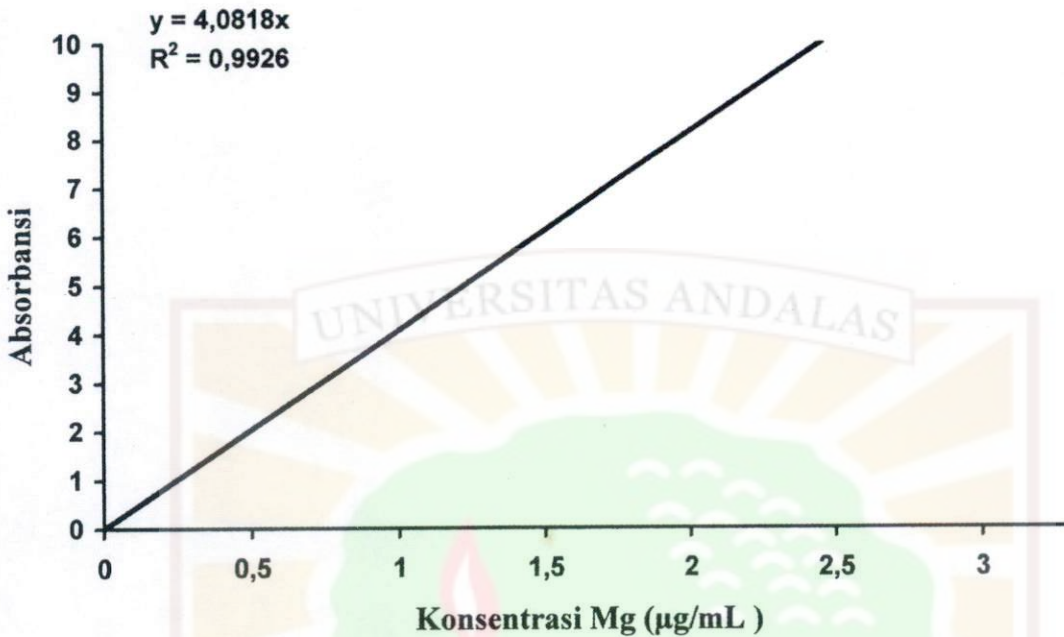
Dari persamaan regresi didapat harga kandungan kalsium dalam biji kakao.



Gambar 4 : Diagram batang kandungan logam Kalsium (Ca) dalam biji kakao

Penentuan kurva standar Magnesium (Mg) pada panjang gelombang 285,2 nm

Kurva Kalibrasi Hubungan Konsentrasi Mg dengan Absorbansi



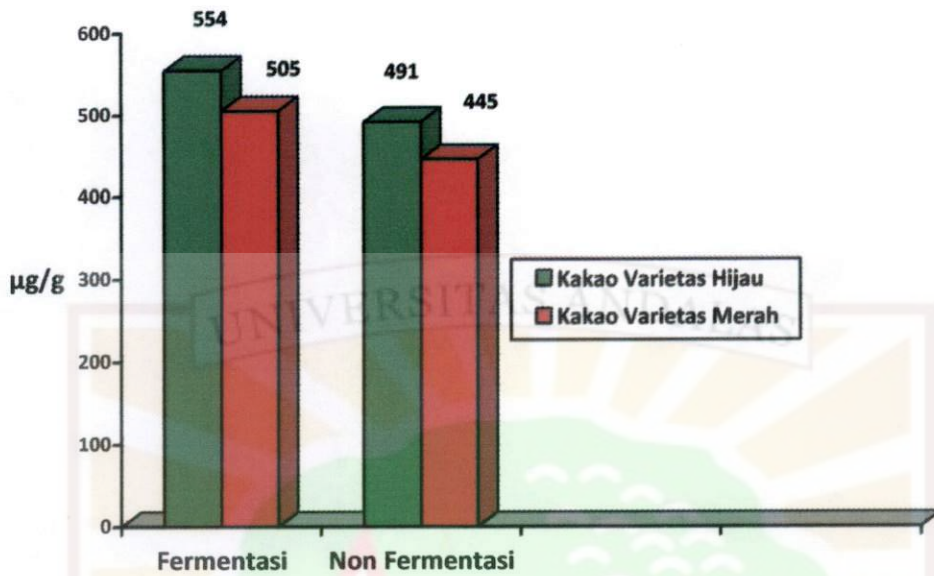
Persamaan Regresi : $y = 4,0818x$

Gambar 5. Kurva kalibrasi hubungan konsentrasi magnesium (Mg) dengan Absorbansi

Tabel 9. Data hasil pengukuran magnesium (Mg) dengan spektrofotometer AAS, Absorban yang dihasilkan dari sampel :

No	Sampel	Absorbansi (A)	Rata-rata (A)
1	Hijau Fermentasi	10,79	10,78
		10,77	
		10,78	
2	Hijau Non Fermentasi	10,05	10,03
		10,03	
		10,10	
3	Merah Fermentasi	10,32	10,31
		10,29	
		10,32	
4	Merah Non Fermentasi	9,07	9,08
		9,12	
		9,05	

Dari persamaan regresi didapat harga kandungan magnesium dalam biji kakao.



Gambar 6 : Diagram batang kandungan logam magnesium (Mg) dalam biji kakao

Pada gambar 4 dan 6 diperlihatkan bahwa kandungan logam magnesium dan kalsium terjadi peningkatan dengan adanya proses fermentasi. Kandungan logam kalsium pada biji kakao pada varietas hijau dan merah yang di fermentasi adalah 596 µg/g dan 528 µg/g sedangkan pada biji kakao yang tidak difermentasi adalah 453 µg/g dan 466 µg/g. Maka kandungan logam kalsium pada biji kakao varietas hijau yang di fermentasi dengan yang non fermentasi meningkat sebesar 130 µg/g (29%) dan untuk varietas merah meningkat sebesar 62 µg/g (13,3%).

Kandungan logam magnesium pada biji kakao pada varietas hijau dan merah yang di fermentasi adalah 554 µg/g dan 505 µg/g sedangkan pada biji kakao yang tidak difermentasi adalah 491 µg/g dan 445 µg/g. Maka kandungan logam magnesium pada

biji kakao varietas hijau yang di fermentasi dengan yang non fermentasi meningkat sebesar $63 \mu\text{g/g}$ (12,8%) dan untuk varietas merah meningkat sebesar $60 \mu\text{g/g}$ (13,5%).

Pada biji kakao hasil fermentasi baik varietas hijau dan varietas merah kandungan logam magnesium dan logam kalsium mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Peningkatan kandungan ini disebabkan karena proses fermentasi, cairan pulpa yang mengandung berbagai macam mineral diantaranya magnesium dan kalsium akan meresap atau merembes masuk kedalam biji kakao yang merekah akibat proses fermentasi.

Bertambahnya kandungan logam pada proses fermentasi juga disebabkan karena adanya perubahan tekanan osmosis. Konsentrasi ion logam dalam biji kakao lebih rendah dari pada konsentrasi ion logam pada pulpa. Sehingga ion-ion logam pada pulpa memiliki kecenderungan lolos (escaping tendency) yang lebih besar sehingga mengakibatkan adanya perpindahan perpindahan ion-ion logam yang merembes bersama pelarut masuk kedalam biji kakao mengakibatkan biji kakao lebih mengembang di bandingkan dengan biji kakao yang tidak difermentasi. Hal ini dapat diasumsikan dengan meresapnya ion-ion logam bersama pelarut kedalam biji kakao, untuk menyetarakan atau menyeimbangkan konsentrasi ion-ion logam pada biji kakao dengan pulpa.

Sedangkan pada biji kakao non fermentasi cairan pulpa tidak sempat meresap kedalam biji kakao karena biji kakao setelah diperam selama 1 minggu langsung dikeringkan dibawah sinar matahari, sehingga kandungan mineralnya hanya berasal dari dalam biji kakao itu sendiri.

4.4. Kadar air dalam biji kakao

Tabel 10. Kadar air dalam biji kakao.

No	Sampel Biji Kakao	Kadar Air (%)
1	Hijau non fermentasi	4,634
2	Hijau Fermentasi	5,524
3	Merah non fermentasi	4,820
4	Merah fermentasi	5,238

Kadar air pada biji kakao dari varietas merah dan hijau dibawah kadar yang ditetapkan oleh SNI yaitu 6 – 7%. Sehingga biji agak mudah rapuh jika kadar airnya dibawah 6% tetapi biji tersebut lebih tahan lama dan jika diatas 7% biji kakao mudah terserang oleh jamur.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh

1. Kandungan kalsium pada biji kakao varietas hijau dan merah pada proses fermentasi meningkat dibandingkan dengan non fermentasi yaitu dari 453 $\mu\text{g/g}$ dan 466 $\mu\text{g/g}$ menjadi 596 $\mu\text{g/g}$ dan 528 $\mu\text{g/g}$.
2. Kandungan magnesium pada biji kakao varietas hijau dan merah pada proses fermentasi meningkat dibandingkan dengan non fermentasi yaitu 491 $\mu\text{g/g}$ dan 445 $\mu\text{g/g}$ menjadi 554 $\mu\text{g/g}$ dan 505 $\mu\text{g/g}$.

5.2 Saran

1. Dalam proses fermentasi harus diperhatikan hal-hal yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu wadah fermentasi, waktu, dan aerasi atau pembalikan.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengukur logam lainnya selain kalsium dan magnesium.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. *Pentingnya Proses Fermentasi Bir Kakao*. 13 Februari 2007. [www.alumni ipb.or.id](http://www.alumni.ipb.or.id).
- A.Abarca. J 2001. *A Validated Flame AAS Method For Determining Magnesium in a multivitamin*, Pharmaceutical preparation, *Journal Of Pharmaceutical and Biomedical Analys*, 25,941-945.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, S. Yasni, S. Budiyanto. 1988. *Penuntun Praktek Analisis Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Hal. 200-203, 303-305.
- Bennet, C. & F. Hasan (1993). Exports of low quality from Sulawesi, Indonesia; Market failure or market evolution. *International Conference on Economy*. Bali, Indonesia.
- Belitz HD, W Grosch, *Food Chemistry*, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo.01. (16 Februari 2007).
- BPTP Lampung. *Standar Prosedur Operasional Fermentasi Kakao*. 5 Maret 2007.
- Mikrobiologi Industri, *Pengembangan Produk & Teknologi Proses*. htm, 21 April 2007. <http://id.shvoong.com/exact-sciences/1663623-fermentasi/>
- http://warintek.ristek.go.id/pangan/umum/tanaman_perkebunan.pdf. (13 april 2007).
- Ismayadi, C. *Pengolahan Hulu Hilir Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan kakao Indonesia.
- Khopkar SM, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, terj. A Saptorahardjo, UI-press, Jakarta 1990
- Kompas Cybermedia_Kesehatan. html. *Coklat Sarat Antioksidan Penyehat Jantung*. 2005.
- Khomsan, Ali. *Coklat Baik Untuk Jantung Dan Suasana Hati*. 21 April 2007. <http://www.newscoklat.com>
- Mulato, S. 2006. *Paket Teknologi Alat mesin Pengolahan Kakao Terpadu*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Medicastro, *Science of Nature for Human Health*. 21 April 2007. <http://www.medicastore.com>,
- Mulato, dkk. *Sentralisasi Pengolahan Kakao Rakyat Untuk Peningkatan dan Pemanfaatan produk samping*. 22 Februari 2007. <http://mekanisme.litbang.deptan.go.id>.

Niemenak, C. Rohsius, S. Elwers, D.O. Ndoumou, and R. Lieberei, *Comparative Study of different cocoa (Theobroma cacao L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents*. Journal of Food Composition and Analysis, vol. 19

Nutrilite, *Peranan Kalsium dalam makanan*. 13 April 2007.
[http://www.nutrilite.com/nutrcare/isi-calcium.php?isi calcium=tulang-calcium](http://www.nutrilite.com/nutrcare/isi-calcium.php?isi%20calcium=tulang-calcium)

Nutrilite. *Peranan Magnesium dalam Pemakanan yang baik*. 13 April 2007.
[http://www.nutrilite.com/nutrcare/isi-calcium.php?isi magnesium.](http://www.nutrilite.com/nutrcare/isi-calcium.php?isi%20magnesium)

Pacific.net. *Coklat Baik Untuk Jantung dan Suasana Hati*. 16 Februari 2007.
[http://kolom.pacific.net.id/ind/index2.php?option=com content & do pdf=1&id=157.](http://kolom.pacific.net.id/ind/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=157)

Pemprosu. *Karakteristik Biji Kakao Kering Hasil Pengolahan Dengan Metode Fermentasi Dalam Karung Plastik*. 16 Februari 2007.
[http://www.pemprosu.go.id.php?filename=Biji%20Kakao%20Kering.pdf&id=KA-01.](http://www.pemprosu.go.id.php?filename=Biji%20Kakao%20Kering.pdf&id=KA-01)

Prabowo, A.A. dkk. 2006. *Panduan Lengkap Budi Daya Kakao*. Agromedia Pustaka. Hal. 1-15.

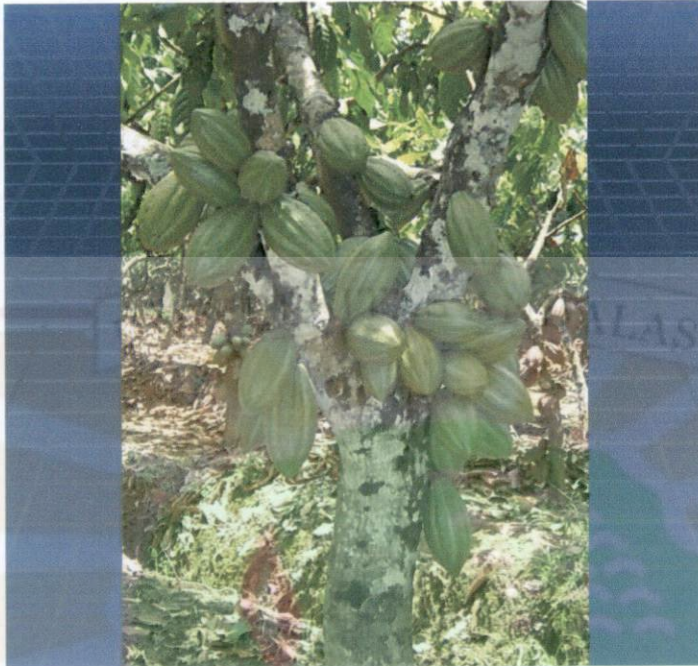
Souci, Fachman, Kraut. 1986/1987. *Nutritional Table*. 3rd. Ed. WVG, Stuttgart

UKM. *Pengolahan kakao*. 16 Februari 2007. [http://www.kadin-indonesia.or.id/id/doc/UKM Teknologi kakao pdf.](http://www.kadin-indonesia.or.id/id/doc/UKM%20Teknologi%20kakao.pdf)

Underwood AL, Day RA, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Terj. Aloysius HP, ed. 4, penerbit Erlangga, Jakarta.

Lampiran 1

Gambar 7. Tanaman kakao berwarna hijau



Gambar 8. Tanaman kakao berwarna merah

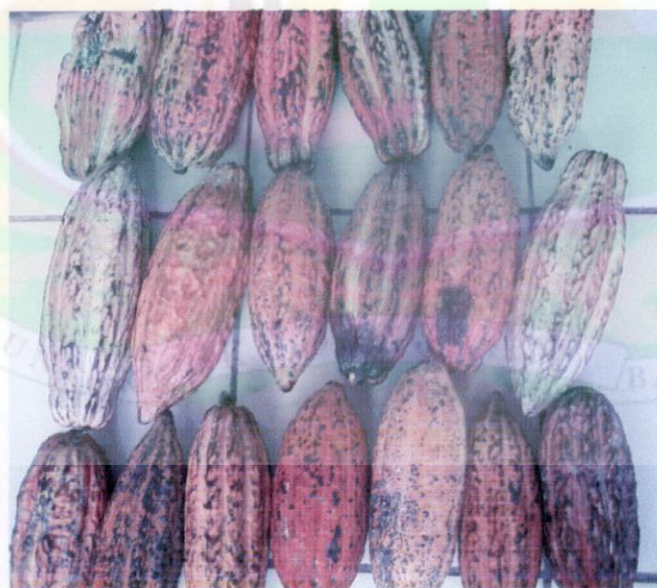


Lampiran 2

Gambar 9. Buah kakao warna hijau yang telah masak



Gambar 10. Buah kakao warna merah yang telah masak



Lampiran 3

Gambar 11. Isi buah kakao

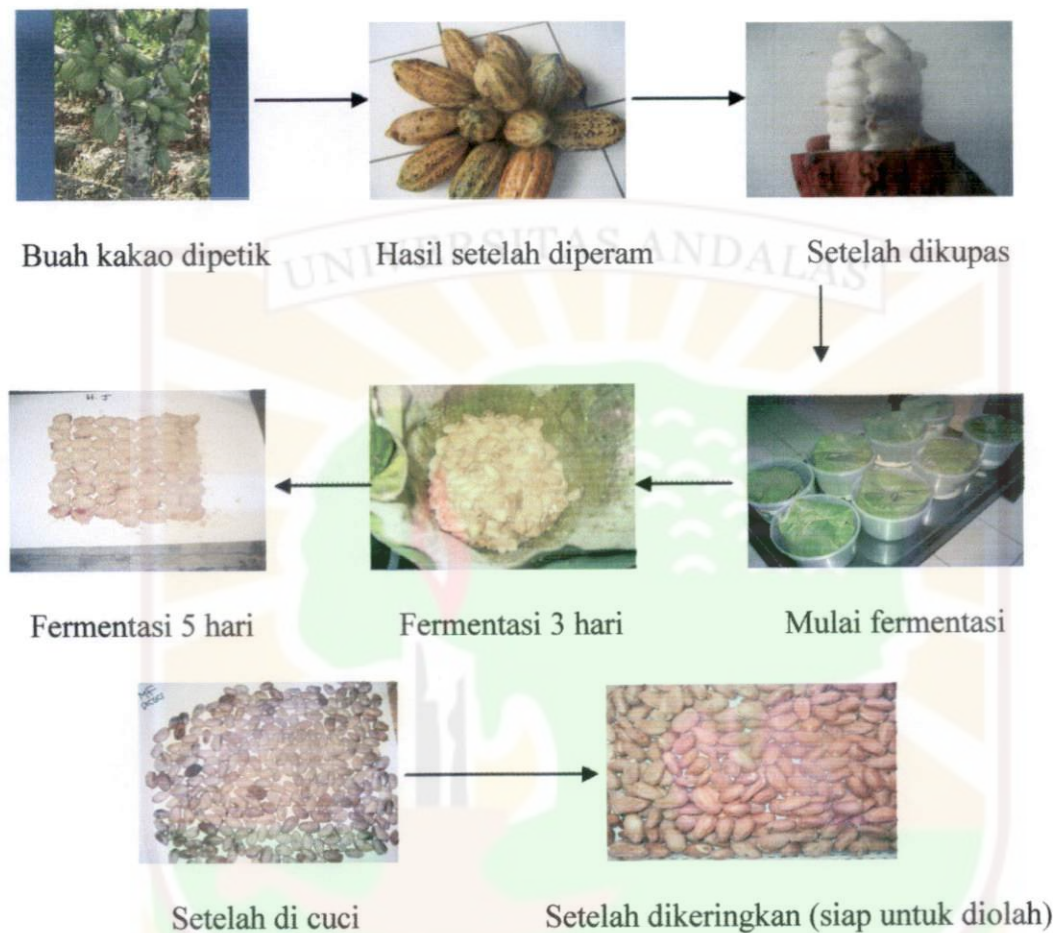


Gambar 12. Komposisi buah kakao



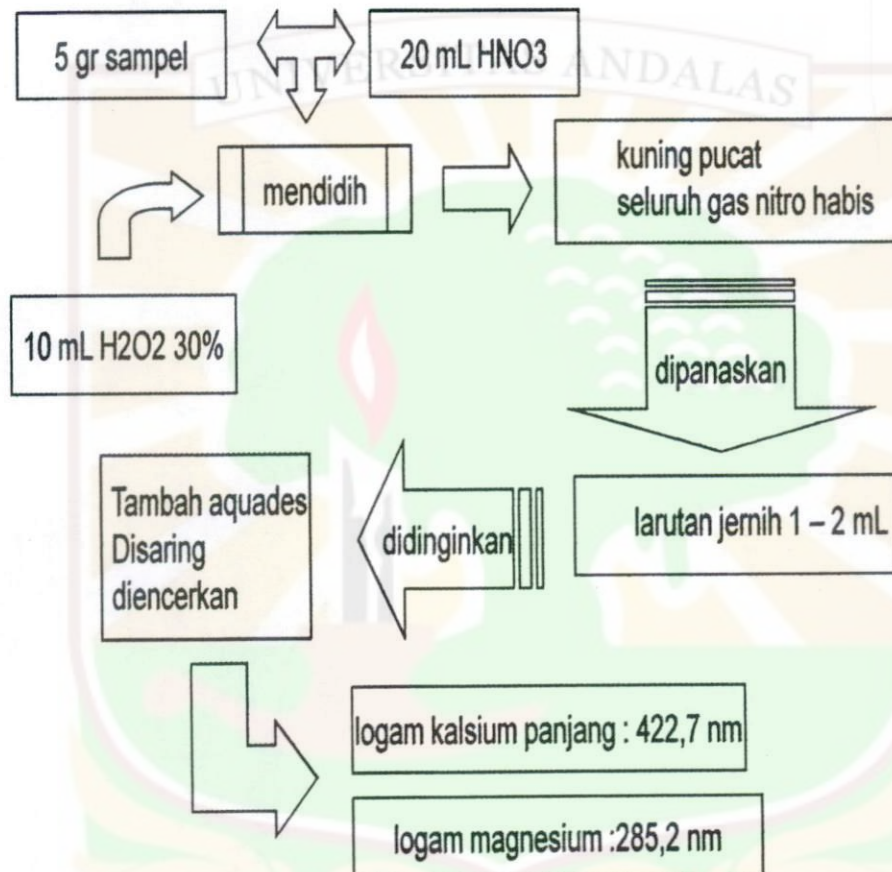
Lampiran 4

Gambar 13. Proses fermentasi kakao



Lampiran 5

Destruksi Basah



Lampiran 6

Tabel 11. Data Konsentrasi dan Harga Absorbansi Larutan Standar Kalsium (Ca) pada panjang gelombang 422,7 nm.

Konsentrasi Ca (ppm) / X	Absorbansi / Y
0,0	0,00
2,5	1,49
5,0	2,48
10	4,80
15	6,64



Lampiran 7

Penentuan konsentrasi kalsium (Ca) pada sampel.

1. Menghitung kandungan kalsium dalam biji kakao varietas hijau fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi kalsium adalah 2,9810 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,9810 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 596 \mu\text{g/g}$$

2. Menghitung kandungan kalsium dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi kalsium adalah 2,2629 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,2629 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 453 \mu\text{g/g}$$

3. Menghitung kandungan kalsium dalam biji kakao varietas merah fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi kalsium adalah 2,6394 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,6394 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 528 \mu\text{g/g}$$

4. Menghitung kandungan kalsium dalam biji kakao varietas merah non fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi kalsium adalah 2,3282 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,3282 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 466 \mu\text{g/g}$$

Lampiran 8

Tabel 12. Data Konsentrasi dan Harga Absorbansi Larutan Standar Magnesium (Mg)
pada panjang gelombang 285,2 nm.

Konsentrasi Mg (ppm) / Y	Absorbansi / X
0,0	0,00
0,5	2,18
1,0	4,63
1,5	6,38
2,0	8,08
2,5	9,87



Lampiran 9

Penentuan konsentrasi magnesium (Mg) pada sampel.

1. Menghitung kandungan Magnesium dalam biji kakao varietas hijau fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi Magnesium adalah 2,6410 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,6410 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 554 \mu\text{g/g}$$

2. Menghitung kandungan Magnesium dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi. Dari persamaan regresi didapat konsentrasi Magnesium adalah 2,4572 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,4572 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 491 \mu\text{g/g}$$

3. Menghitung kandungan Magnesium dalam biji kakao varietas merah fermentasi.

Dari persamaan regresi didapat konsentrasi Magnesium adalah 2,5258 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,5258 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 505 \mu\text{g/g}$$

4. Menghitung kandungan Magnesium dalam biji kakao varietas merah non fermentasi. Dari persamaan regresi didapat konsentrasi Magnesium adalah 2,2245 $\mu\text{g/mL}$, maka dalam 5 gram sampel biji kakao dengan pengenceran 1000x didapat

$$\frac{2,2245 \mu\text{g/mL}}{5 \text{ g}} \times 1000 \text{ mL} = 445 \mu\text{g/g}$$

Lampiran 10

Tabel 13. Kandungan Mineral (Mg, Ca) dalam Biji Kakao

No	Jenis Analisa Biji Kakao	Nilai				Unit
		Varietas Hijau		Varietas merah		
		Fermentasi	Non Fermentasi	Fermentasi	Non Fermentasi	
1	Logam Kalsium	596	453	528	466	µg/g
2	Logam Magnesium	554	491	505	445	µg/g



Lampiran 11

Tabel 14. Penentuan kadar air

Sampel	Massa cawan kosong	Massa Sampel	
		Sebelum Pemanasan	Sesudah Pemanasan
1.Hijau Non Ferrmentasi	21,8818	5,0522	4,8182
2.Hijau Fermentasi	21,0968	5,0433	4,7647
3.Merah Non Fermentasi	21,3032	5,0970	4,8513
4.Merah fermentasi	22,9733	5,1619	4,8915

Perhitungan kadar air.

- Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi
Kadar air = $5,0522 - 4,8181 = 0,2341 / 5,0522 \times 100\% = 4,634 \%$
- Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas hijau fermentasi
Kadar air = $5,0433 - 4,7647 = 0,2786 / 5,0433 \times 100\% = 5,524 \%$
- Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas merah non fermentasi
Kadar air = $5,0970 - 4,8513 = 0,2457 / 5,0970 \times 100\% = 4,820 \%$
- Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas merah fermentasi
Kadar air = $5,1619 - 4,8915 = 0,2704 / 5,1619 \times 100\% = 5,238 \%$

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA