



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 VITAMIN A DAN E PADA
BIJI KAKAO (*Theobroma cacao linn*) FERMENTASI DAN NON
FERMENTASI DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

TESIS



**IDA FARIDA
06207020**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2008**

**Penentuan Kandungan Vitamin A dan E pada Biji kakao (*Theobroma cacao*
Linn) Fermentasi dan Non Fermentasi dengan Spektrofotometer UV-Vis**

Oleh : Ida Farida

(Di bawah bimbingan Sumaryati Syukur dan Sanusi Ibrahim)

Sumatera Barat mempunyai luas area perkebunan kakao sebesar 21.139 hektar yang salah satunya disumbangkan oleh Kabupaten Padang Pariaman dengan luas area 2.002 hektar dan produksi kakao sebanyak 961 ton pertahun. Mutu biji kakao ditentukan oleh proses pengolahannya, yaitu melalui proses fermentasi atau non fermentasi. Di dalam biji kakao terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim. Penguraian senyawa-senyawa tersebut akan menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa, perubahan warna, pH, peningkatan kadar lemak yang akan mempengaruhi peningkatan pada kadar vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E, K. Dengan mengkonsumsi kakao kita bisa memenuhi kebutuhan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh, diantaranya adalah vitamin A dan E. Namun demikian, berapa kandungan vitamin A dan E yang terdapat pada kakao fermentasi dan non fermentasi buah kakao warna merah dan hijau yang tumbuh di Kabupaten Padang Pariaman belum dilaporkan. Berdasarkan hal itu maka dilakukanlah penelitian ini.

Tujuan Penelitian : Menentukan kandungan vitamin A dan E pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi buah kakao warna merah (Criollo) dan hijau (Trinitario) yang tumbuh di daerah Sikucur Kabupaten Padang Pariaman.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang dan Laboratorium Makanan dan Minuman, Baristan Padang sejak bulan April 2007 sampai dengan bulan Oktober 2007. Bahan-bahan yang digunakan meliputi buah kakao klon hibrida (warna hijau) dan RCC 70 (warna merah) yang berasal dari Sikucur, Kampung Dalam, Kabupaten Padang Pariaman, standar vitamin A, standar vitamin E, reagen antimon triklorida, kloroform murni, asam sulfat 1 M dalam alkohol, dietil eter, asam nitrat pekat, alkohol 95 %, KOH 50 % dan aquades.

Penelitian ini merupakan percobaan yang menggunakan dua perlakuan dan dua jenis buah kakao. Perlakuan pertama, adalah biji kakao dari buah berwarna merah dan hijau yang tidak difermentasi (non fermentasi). Perlakuan kedua, yaitu biji kakao dari buah berwarna merah dan hijau yang difermentasi.

Penelitian ini dilakukan dua tahap. Tahap pertama, yaitu melakukan proses fermentasi buah kakao berwarna merah dan hijau dan kemudian dilakukan pengeringan secara alami dengan menggunakan sinar matahari. Tahap kedua, yaitu penentuan kandungan vitamin A dan E pada buah kakao berwarna merah dan hijau yang difermentasi dan non fermentasi, dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil analisa vitamin A dan E setelah buah kakao difermentasi dan sebelum difermentasi, menunjukkan bahwa setelah proses fermentasi terjadi

peningkatan vitamin A sebesar 81,987 % untuk buah berwarna hijau dan 78,895 % untuk buah berwarna merah. Untuk vitamin E setelah dilakukan fermentasi terjadi peningkatan sebesar 33,124 % untuk buah berwarna hijau dan 48,23 % untuk buah berwarna merah.

Pemberian perlakuan fermentasi terhadap biji kakao berwarna merah dan hijau menghasilkan kandungan vitamin A dan E yang cukup tinggi. Kandungan vitamin A pada biji kakao yang difermentasi sebesar 16,011 mg/g untuk buah kakao berwarna hijau dan 20,185 mg/g untuk buah kakao berwarna merah. Kandungan vitamin E pada biji kakao yang difermentasi sebesar 14,781 mg/g untuk buah kakao berwarna hijau dan 20,021 mg/g untuk buah kakao berwarna merah. Sedangkan kandungan vitamin A dan E pada buah kakao non fermentasi lebih rendah. Kandungan vitamin A pada biji kakao yang tidak difermentasi sebesar 2,884 mg/g untuk buah kakao berwarna hijau dan 4,260 mg/g untuk buah kakao berwarna merah. Kandungan vitamin E pada biji kakao yang tidak difermentasi sebesar 9,885 mg/g untuk buah kakao berwarna hijau dan 10,365 mg/g untuk buah kakao berwarna merah.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa buah kakao yang difermentasi akan mempunyai kandungan vitamin A dan E yang lebih besar dibandingkan dengan buah kakao yang tidak difermentasi (non fermentasi)

**PENENTUAN KANDUNGAN VITAMIN A
DAN E PADA BIJI KAKAO (*Theobroma
cacao Linn*) FERMENTASI DAN NON
FERMENTASI DENGAN
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**



**Oleh :
IDA FARIDA
06207020**

Tesis

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

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2008**

Judul Penelitian : PENENTUAN KANDUNGAN VITAMIN A DAN E
PADA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao Linn*)
FERMENTASI DAN NON FERMENTASI
DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS.

Nama Mahasiswa : IDA FARIDA


Nomor Pokok : 06207020


Program Studi : KIMIA

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian akhir
Magister sains pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan
lulus pada tanggal **09 Juni 2008**.

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Sumaryati Syukur, MSc
Ketua

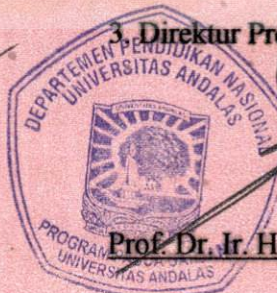

Prof. Dr. H. Sanusi Ibrahim, MSc
Anggota

2. Ketua Program studi Kimia


Dr. Djaswir Darwis, MS. DEA

3. Direktur Program Pascasarjana


Prof. Dr. Ir. H. Novirman Jamarun, MSc



"Dan janganlah kamu berjalan di muka

Bumi ini dengan sombong, karena

Sesungguhnya kamu sekali-kali tidak

Dapat menembus bumi dan sekali-kali

Kamu tidak akan setinggi gunung"

(17 : 37)

Tesis ini kupersembahkan untuk suami dan anak-anakku tersayang, yang telah tercuri waktunya selama perkuliahan dan juga kupersembahkan untuk ummi, kakak dan adik terutama kakakku tercinta, Agus Nashir.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi tesis yang saya tulis dengan judul **“PENENTUAN KANDUNGAN VITAMIN A DAN E PADA BIJI KAKAO (*Thebroma cacao Linn*) FERMENTASI DAN NON FERMENTASI DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS”** adalah hasil penelitian dan karya saya sendiri dan bukan merupakan jiplakan ataupun tiruan dari hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan. Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 09 Juni 2008

Yang membuat pernyataan



Ida Farida
06207020

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 30 November 1970 di Bogor, sebagai anak kelima dari tujuh bersaudara, dari ayah M. Nashir dan ibu Hindun. Penulis menamatkan SD pada tahun 1984 di SDN Cimanggu IV Bogor, SMP tahun 1987 di SMPN IV Bogor dan SMA pada tahun 1990 di SMAN V Bogor. Penulis memperoleh gelar Diploma-III dan Akta-III pada tahun 1993 dengan program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam di Universitas Indonesia dan Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan (IKIP) Jakarta.

Sejak tahun 1994 sampai saat ini penulis ditugaskan sebagai guru kimia pada SMA Negeri 1 Enam Lingsung, Kabupaten Padang Pariaman. Penulis menikah pada tahun 1996 dan telah memiliki 2 orang anak. Pada tahun 1997 memperoleh kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Padang dengan program studi pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan dapat menyelesaikan pendidikan pada tahun 1998. Pada tahun 2006 memperoleh kesempatan melanjutkan pendidikan pada program Pascasarjana Universitas Andalas di Padang.

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul : “PENENTUAN KANDUNGAN VITAMIN A dan E PADA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao Linn*) FERMENTASI dan NON FERMENTASI DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS”. Tesis ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar magister sains pada program Pascasarjana jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Sumaryati Syukur, MSc sbagai ketua komisi pembimbing.
2. Bapak Prof. Dr. H. sanusi Ibrahim, MSc sebagai anggota komisi pembimbing.
3. Bapak Prof. Dr. Admin Alif, MSc, bapak Dr. Syukri Arief, M.Eng dan bapak Dr. Syukri Darajat, MSc sebagai tim penguji.
4. Bapak prof. Dr. Ir. H. Novirman Jamarun, MSc sebagai ketua program Pascasarjana.
5. Bapak Dr. Djaswir Darwis, MS. DEA sebagai ketua jurusan Kimia.
6. Bapak dan ibu staf dosen pengajar jurusan Kimia yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu.
7. Bapak dan ibu staf laboratorium jurusan Kimia yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu.

8. Ibuku (Hindun), suamiku (Yusra Zein), anak-anakku (Gian M. Ra'afi dan Rifqi M. Zuhdi), Kakakku tersayang (Agus Nashir) dan adik-adikku di Bogor.

9. Rekan-rekan sesama mahasiswa S-2 khusus guru angkatan 06.

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

Padang, Juni 2008

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
I. Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesa.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. Tinjauan Pustaka.....	7
2.1. Tanaman kakao.....	7
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Kakao.....	8
2.1.2. Kandungan Zat dalam Biji Kakao.....	11
2.2. Fermentasi Biji kakao.....	13
2.3. Pengolahan Biji kakao.....	18
2.4. Vitamin.....	22
2.4.1. Vitamin A (Retinol).....	22
2.4.2. Vitamin E (α -tokoferol).....	24
2.5. Spektrofotometer Ultraviolet dan Visibel.....	27
III. Bahan dan Metode.....	30

3.1. Waktu dan tempat Penelitian.....	30
3.2. Alat dan Bahan.....	30
3.2.1. Alat yang Digunakan.....	30
3.2.2. Bahan yang Digunakan.....	30
3.3. Prosedur Kerja.....	31
3.3.1. Fermentasi Biji Kakao.....	31
3.3.2. Penetapan Kadar Air dengan Metoda Oven.....	31
3.3.3. Pembuatan Reagen Antimon Triklorida	32
3.3.4. Pembuatan Larutan Blanko untuk Penentuan Kadar Vitamin A.....	32
3.3.5. Pembuatan Larutan Blanko untuk Penentuan Kadar Vitamin E.....	32
3.3.6. Pembuatan Larutan Standar Vitamin A.....	32
3.3.7. Pembuatan Larutan Standar Vitamin E.....	33
3.3.8. Pembuatan Larutan Sampel untuk Penentuan Kadar Vitamin A.....	33
3.3.9. Pembuatan Larutan Sampel untuk Penentuan Kadar Vitamin E.....	34
IV. Hasil dan Pembahasan.....	36
4.1. Fermentasi biji kakao.....	36
4.2. Penetapan Kadar Air.....	37
4.3. Analisa Vitamin.....	38
4.3.1. Analisa kandungan vitamin A dalam biji kakao.....	38
4.3.2. Analisa kandungan vitamin E dalam biji kakao.....	41

V. Kesimpulan dan Saran..... 45

 5.1. Kesimpulan..... 45

 5.2. Saran..... 45

DAFTAR PUSTAKA..... 46

LAMPIRAN..... 48



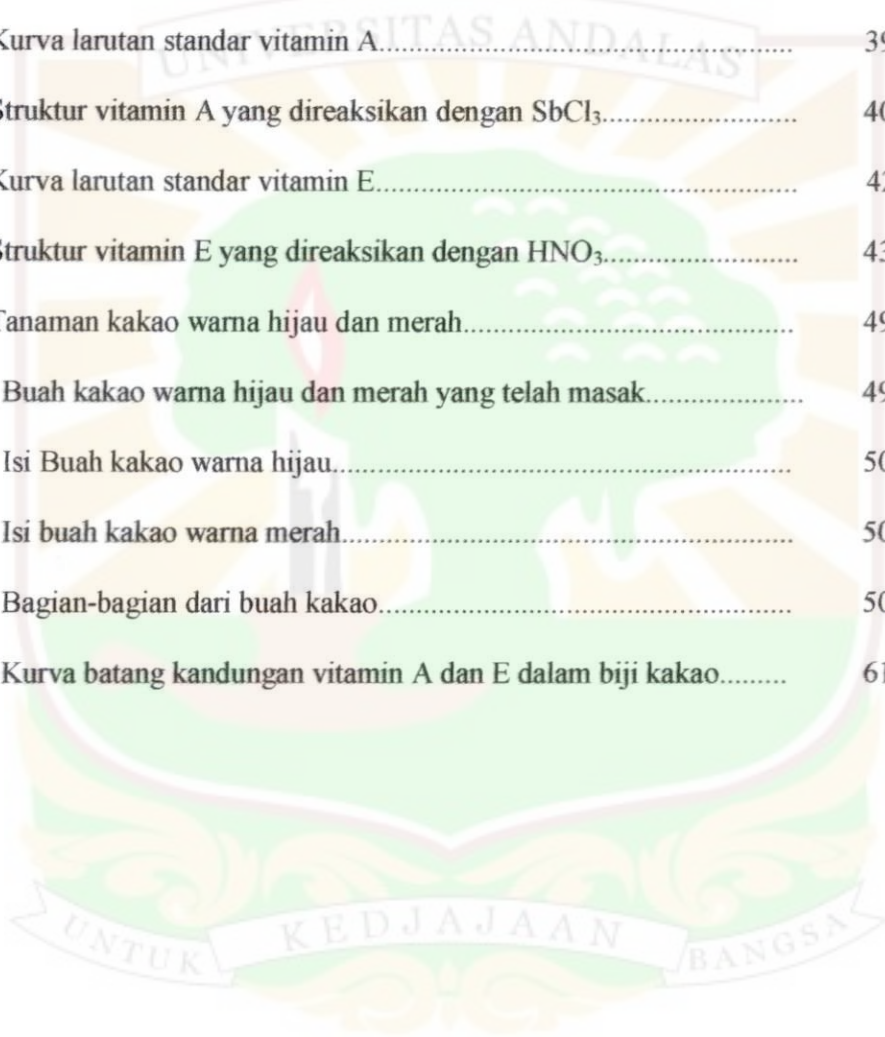
DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Perbedaan buah kakao warna merah dan hijau yang tumbuh Di Kabupaten Padang Pariaman.....	11
2. Komposisi kimia biji kakao buah berwarna hijau dan merah yang di fermentasi dan non fermentasi.....	17
3. Perubahan pH selama proses fermentasi.....	36
4. Hasil penetapan kadar air dalam biji kakao.....	37
5. Hasil pengukuran absorban larutan standar vitamin A terhadap konsentrasi.....	38
6. Hasil analisa kandungan vitamin A dalam biji kakao.....	39
7. Hasil pengukuran absorban larutan standar vitamin E terhadap konsentrasi.....	41
8. Hasil analisa kandungan vitamin E dalam biji kakao.....	42
9. Hasil penentuan massa sampel sebelum dan setelah pemanasan...	57
10. Hasil pengukuran absorban sampel vitamin A terhadap konsentrasi.....	58
11. Hasil pengukuran absorban standar vitamin E terhadap konsentrasi.....	59



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Bagan perubahan yang terjadi selama proses fermentasi.....	16
2. Struktur vitamin A (Retinol).....	24
3. Reaksi pembentukan α -tokoferol dalam tanaman.....	26
4. Struktur vitamin E (α -tokoferol).....	27
5. Kurva larutan standar vitamin A.....	39
6. Struktur vitamin A yang direaksikan dengan $SbCl_3$	40
7. Kurva larutan standar vitamin E.....	42
8. Struktur vitamin E yang direaksikan dengan HNO_3	43
9. Tanaman kakao warna hijau dan merah.....	49
10. Buah kakao warna hijau dan merah yang telah masak.....	49
11. Isi Buah kakao warna hijau.....	50
12. Isi buah kakao warna merah.....	50
13. Bagian-bagian dari buah kakao.....	50
14. Kurva batang kandungan vitamin A dan E dalam biji kakao.....	61



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Foto-foto tanaman dan buah kakao.....	49
2. Bagian-bagian buah kakao.....	50
3. Skema kerja.....	51
4. Data-data hasil penelitian.....	57



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman kakao (*Theobroma cacao Linn*) pertama sekali di usahakan dan dimanfaatkan oleh suku Indian Maya dan suku Aztek, Meksiko. Di Indonesia, tanaman kakao diperkenalkan oleh orang Spanyol pada tahun 1560 di Minahasa, Sulawesi (Mulato, S, S. Sukanto, S. Widyotomo, 2006). Menurut proyeksi Bank Dunia, sampai tahun 2005, Indonesia merupakan negara penghasil kakao nomor dua terbesar dunia setelah Pantai Gading. Untuk komoditi kakao di Sumatera Barat mempunyai luas area sebesar 21.139 hektar yang akan dikembangkan menjadi 108.000 hektar sampai tahun 2010. Salah satunya disumbangkan oleh Kabupaten Padang Pariaman yang menduduki peringkat keempat dengan luas area 2.002 hektar dan produksi kakao sebanyak 961 ton pertahun (Prabowo, A.A, A.B. Santoso, A. Wibawa, E. Sulistyawati, H. Winarno, 2006).

Buah kakao dengan kualitas bagus ketika baru dipetik mempunyai massa 450-625 gram, di dalam buah terdapat biji kakao basah yang ditutupi oleh daging buah atau lendir atau pulpa atau mucilage. Di dalam pulpa terdapat kulit ari/shell atau testa yang membungkus biji kakao. Rasa asli biji kakao sebenarnya pahit yang diakibatkan oleh kandungan alkaloid. Biji kakao mengandung lemak sebesar 31 %, lemak yang terdapat pada kakao adalah lemak jenuh asam stearat (C_{18}) dan lemak tidak jenuh asam oleat ($C_{18,9}$). Karbohidrat terdapat pada biji kakao sebesar 14 %, protein terdapat sebesar 9 %, protein kakao kaya akan asam amino triptofan, fenilalanin dan tirosin. Biji kakao juga mengandung antioksidan polifenol sebesar 6 %, Bioflavonoid (katekin, epikatekin, prosianidin, antosianin).

Dalam biji kakao juga terdapat vitamin A, B, D, E, feniletilamina, teobromin, kafein dan mineral-mineral seperti Ca, Fe, P, Mg dan lain-lain (Mulato, 2006)

Mutu kakao Indonesia dinilai konsumen pasar Eropa sangat kurang, sehingga ekspor kakao Indonesia selain tidak mendapat premi, juga mengalami penurunan harga yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan antara lain oleh cara pengolahan biji kakao yang diterapkan tidak tepat, sehingga mutu yang dihasilkan sangat rendah dan beragam. Antara lain kurang terfermentasi, tidak cukup kering, ukuran biji tidak seragam, kadar kulit tinggi, keasaman tinggi, cita rasa sangat beragam dan tidak konsisten. Namun di sisi lain kakao Indonesia juga mempunyai keunggulan yaitu mengandung lemak coklat dan dapat menghasilkan bubuk kakao dengan mutu yang baik (Dumadi, 2000).

Mutu biji kakao yang rendah yang dihasilkan oleh petani kakao Indonesia disebabkan oleh cara fermentasi yang diterapkan kurang tepat (Widyotomo, dkk. 2001). Proses fermentasi dan pengeringan sangat berpengaruh pada pengolahan kakao untuk mempersiapkan biji kakao basah menjadi biji kakao kering bermutu tinggi dan layak dikonsumsi. Proses fermentasi dilakukan untuk menumbuhkan citarasa, aroma dan warna, karena selama proses fermentasi akan terjadi perubahan fisik, kimiawi dan biologi di dalam biji kakao. Di dalam biji kakao terjadi penguraian senyawa polifenol, protein dan gula oleh enzim. Penguraian senyawa-senyawa tersebut akan menghasilkan senyawa calon aroma, perbaikan rasa, perubahan warna, pH, peningkatan kadar lemak yang akan mempengaruhi peningkatan pada kadar vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E, K (Amin, 2007).

Menurut tim peneliti dari BPTP Lampung, proses fermentasi akan berlangsung secara alamiah selama beberapa hari. Keberhasilan fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : wadah fermentasi, berat biji yang difermentasi, ketinggian tumpukan biji, pembalikan biji, waktu fermentasi, aerasi, aktivitas mikroba dan penguraian kandungan pulpa. Proses fermentasi dikatakan sempurna jika biji berwarna coklat, agak kering, aroma cuka menonjol, lapisan lendir mudah mengelupas dan penampang biji nampak berongga (BPTP Lampung, 2007).

Biji kakao yang tidak difermentasi atau setengah fermentasi akan mempunyai mutu yang sangat rendah. Hal ini disebabkan karena biji kakao tidak mengalami perubahan secara fisika, kimiawi maupun biologi. Kakao yang tidak difermentasi pada umumnya digunakan untuk bahan baku non pangan, seperti bahan kosmetika atau bahan campuran makanan coklat yang besarnya hanya 10 % (Amin, 2007).

Produk kakao yang umum dikenal masyarakat adalah permen coklat, es krim, bubuk coklat, coklat susu dan lain-lain. Banyak orang yang menghindari produk kakao ini karena takut berjerawat, kegemukan, timbul plak gigi dan sebagainya. Tiap 100 gram coklat pahit akan memberikan energi sebesar 504 kal, protein 5,5 g, lemak 52,9 g, kalsium 98 mg, fosfor 446 mg dan vitamin A 60 SI. Yang menyebabkan produk kakao dihindari adalah dimasukkannya zat aditif pada saat pengolahan, seperti lemak hewan, pemanis, pengawet (Khosam, 2002).

Dengan mengkonsumsi kakao kita bisa memenuhi kebutuhan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh, diantaranya adalah vitamin A dan E. Vitamin A penting untuk pemeliharaan sel kornea dan epitel dari penglihatan, membantu

pertumbuhan tulang dan gigi, berperan dalam pembentukan dan pengaturan hormon serta membantu melindungi tubuh terhadap kanker. Jumlah vitamin A yang dianjurkan adalah 400-600 mikro-gram RE perhari untuk bayi dan anak-anak di bawah 10 tahun, 900 mikro-gram RE perhari untuk pria dan 700 mikro-gram RE perhari untuk wanita. Sumber-sumber utama vitamin A adalah sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan pembawa vitamin A terbanyak. Kekurangan vitamin A dapat mengakibatkan penurunan fungsi kornea dan menyebabkan kebutaan, dapat mencegah pertumbuhan tulang atau menyebabkan perubahan tulang, membentuk celah dan kerusakan pada gigi serta terhentinya pertumbuhan sel-sel pembentuk gigi. Juga dapat menyebabkan anemia (Winarno, 2004).

Vitamin E dibutuhkan sebanyak 4-5 mg α -tokoferol perhari untuk bayi di bawah satu tahun, 12 mg α -tokoferol perhari untuk pria dewasa dan 8 mg α -tokoferol perhari untuk wanita. Sumber-sumber utama vitamin E banyak tersedia dalam sayuran dan minyak biji-bijian. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan, menstabilkan membran sel, mengatur reaksi oksidasi dan melindungi vitamin A. Kekurangan vitamin E dapat mengakibatkan terjadinya kelemahan pada sistem syaraf dan otot, kesulitan berjalan dan nyeri pada otot betis (Othman, 2007).

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada, maka perumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

- 1.2.1. Berapa kandungan vitamin A dan E yang terdapat pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi buah kakao warna merah (Criollo) dan hijau (Trinitario) yang tumbuh di Kabupaten Padang Pariaman.

1.2.2. Apakah terdapat perbedaan kandungan vitamin A dan E yang terdapat pada kakao fermentasi dan non fermentasi buah kakao warna merah dan hijau yang tumbuh di Kabupaten Padang Pariaman.

1.3. Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan fermentasi kakao warna merah dan hijau untuk mengetahui kandungan vitamin A dan vitamin E yang terdapat pada kakao hasil fermentasi dan non fermentasi yang tumbuh di daerah Sikukur Kabupaten Padang Pariaman.

1.4. Hipotesa

Biji kakao yang di fermentasi akan mempunyai kandungan vitamin A dan E yang lebih tinggi dari biji kakao yang tidak di fermentasi (non fermentasi).

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui kandungan vitamin A dan E yang terdapat pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi.
2. Memberikan informasi kepada petani-petani kakao dan masyarakat khususnya di kabupaten Padang Pariaman dan umumnya di Sumatera Barat mengenai pentingnya nutrisi yang terdapat pada biji kakao.

3. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pentingnya proses fermentasi biji kakao untuk meningkatkan nutrisi dan kandungan vitamin A dan E sebagai antioksidan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* Linn) berasal dari hulu sungai Amazone, tumbuh di hutan tropis Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Tanaman kakao pertama sekali di usahakan dan dimanfaatkan oleh suku Indian Maya dan suku Azteca, Meksiko. Tanaman kakao di Indonesia berasal dari Meksiko yang di bawa dan diperkenalkan oleh orang Spanyol pada tahun 1560 sewaktu menaklukan kepulauan Sangir di Minahasa kemudian menyebar ke seluruh Indonesia (Mulato, et all, 2006). Menurut proyeksi Bank Dunia, sampai tahun 2005, 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.

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. Salah satunya disumbangkan oleh Kabupaten Padang Pariaman yang menduduki peringkat keempat dengan luas area 2.002 hektar dan produksi kakao sebanyak 961 ton pertahun yang berasal dari buah berwarna merah dan hijau (Siregar, T.H.S, S. Riyadi, L. Nuraeni, 1988).

Tanaman kakao adalah tanaman daerah tropis, satu-satunya di antara 22 jenis marga *theobroma* yang diusahakan secara komersial dan di Indonesia telah

menjadi komoditi ekspor sejak tahun 1951. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan karena menghasilkan bunga dan buah sepanjang tahun. Tanaman kakao dapat tumbuh baik pada ketinggian 0-500 meter dari permukaan laut dengan batas toleransi 600 meter, lebih tinggi dari itu pertumbuhan tanaman kakao akan tertekan. Di Indonesia umumnya kakao ditanam di daerah yang tingginya tidak lebih dari 500 meter dari permukaan laut (Noer, 2006).

Pertumbuhan tanaman kakao memerlukan curah hujan yang ideal sekitar 1500-2000 mm pertahun dan merata sepanjang tahun. Tanaman kakao untuk pertumbuhannya memerlukan temperatur yang ideal, yaitu sekitar 25-27 °C dengan rata-rata minimum 18-21 °C dan rata-rata maksimum 30 °C. Suhu di bawah 15 °C akan menghentikan pertumbuhan bunga. Tanaman kakao untuk pertumbuhannya memerlukan kondisi tanah yang baik, yaitu yang mempunyai kandungan bahan organik tinggi, struktur tanah yang baik, drainase yang baik dan pH tanah berkisar 6-7, gambar tanaman kakao dapat dilihat pada lampiran 1 (Noer, 2006).

2.1.1. Klasifikasi Tanaman Kakao

Tanaman kakao merupakan tanaman yang menumbuhkan bunga dari cabang atau batang, karena itu tanaman ini digolongkan ke dalam kelompok tanaman "caulifloris". Adapun sistematika tanaman kakao berdasarkan klasifikasi botani menurut Cheesman adalah sebagai berikut :

divisi : *Spermatophyta*
sub divisi : *Angiospermae*
kelas : *Dicotyledoneae*

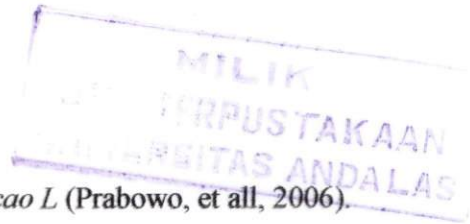
sub kelas : *Dialypetalae*

bangsa/ordo : *Malvales*

famili/suku : *Sterculiaceae*

genus/marga : *Theobroma*

spesies/jenis : *Theobroma cacao L* (Prabowo, et all, 2006).



Berdasarkan jenis populasinya tanaman kakao terdiri dari 20 varietas, tetapi hanya tiga kelompok yang ditanam secara komersil, yaitu : Criollo, Forastero dan Trinitario. Criollo adalah bahasa Venezuela yang berarti “asli” dan berasal dari Amerika Tengah. Produksi kakao dunia yang berasal dari varietas ini berkisar antara 5 -10 %. Criollo merupakan jenis kakao yang hasil biji keringnya dipasaran dikenal dengan istilah Fine Flavour Cocoa, Edel Cocoa atau coklat mulia. Coklat mulia mempunyai citarasa dan aroma yang sangat bagus dan banyak digunakan sebagai penambah citarasa, sehingga termasuk pada kelompok kakao mulia. Criollo mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : buah berwarna merah atau kuning, permukaan kulit buah berbintil-bintil kasar, tebal, lunak sehingga mudah dipecah dan alur-alurnya jelas, buah lebih panjang, batang pokok memiliki cabang utama 3 buah, bentuk biji bulat dan besar, keping biji (kotiledon) berwarna putih pada waktu basah, mutunya tinggi, kadar lemak dalam biji lebih rendah dari forastero, lama fermentasi biji lebih singkat daripada tipe forastero. Kelemahan dari tipe criollo adalah pertumbuhannya kurang kuat, daya hasil lebih rendah dari forastero, relatif gampang terserang hama dan penyakit (Mulato, et all, 2006).

Forastero adalah bahasa Venezuela yang berarti “asing” yaitu tanaman kakao yang berasal dari Afrika. Produksi kakao dunia yang berasal dari varietas ini berkisar antara 80 – 90 %. Forastero merupakan jenis kakao yang hasil biji

keringnya dipasaran dikenal dengan istilah Bulk Cocoa dan ordinary Cocoa yang memberikan aroma coklat dan harum (segar), sehingga digunakan untuk bahan baku dasar makanan coklat dan forastero dikelompokkan ke dalam kakao lindak (bulk). Forastero mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : buah berbentuk gerigi, permukaan kulit buah relatif halus, tebal dan keras (liat), buah lebih bulat dan pendek, batang pokok memiliki cabang utama 4 - 5 buah, bentuk biji lonjong dan pipih (agak gepeng), keping biji (kotiledon) berwarna ungu muda sampai ungu tua pada waktu basah, kadar lemak dalam biji tinggi, lama fermentasi biji lebih lama, pertumbuhan tanamannya kuat dan cepat, daya hasilnya tinggi, relatif tahan terhadap beberapa jenis hama dan penyakit (Mulato, et al, 2006).

Kelompok kakao trinitario merupakan jenis kakao hasil hibrida antara criollo dan forastero. Sifat morfologi dan fisiologinya sangat beragam, demikian juga daya dan mutu hasilnya. Dalam tata niaga, kelompok trinitario dapat masuk ke dalam kakao edel dan lindak tergantung pada mutu bijinya. Ciri utama kakao tipe trinitario adalah mempunyai bentuk buah yang bermacam-macam dengan warna buah hijau atau merah dan biji berwarna ungu muda sampai ungu tua trinitario merupakan kakao yang menghasilkan aroma yang kuat (Siregar, et al, 1988).

Kakao yang terdapat di Indonesia terdiri dari dua jenis, yaitu kakao mulia dan kakao lindak. Kakao mulia berasal dari varietas criollo dengan buah berwarna merah. Kakao lindak berasal dari varietas forastero dan trinitario dengan buah berwarna hijau. Kakao yang sampai saat ini di kenal di Indonesia dan berkembang dipulau Sumatera adalah jenis DR (Djati Runggo), yaitu DR 1, DR 2 dan DR 38. Klon DR ini kemudian dikembangkan lagi menjadi klon kakao unggul dengan

jenis ICS 13, ICS 60, Hibrida, RCC 70 dan RCC 73 (Prabowo, et all, 2006). Perbedaan buah kakao warna merah dan hijau yang tumbuh di Kabupaten Padang Pariaman dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 : perbedaan buah kakao warna merah dan hijau yang tumbuh di Kabupaten Padang Pariaman.

No	Jenis Analisa	Varietas kakao	
		Merah (Criollo)	Hijau (Trinitario)
1.	Lendir /pulpa	Tipis	Tebal
2.	Aroma	Kurang beraroma	Sangat beraroma
3.	Bentuk biji	Bulat penuh	Bulat agak gepeng
4.	Ukuran biji	2,5-3 cm	2,5-2,7 cm
5.	Kulit ari	Tipis	Tebal
6.	Waktu pengeringan	Lebih cepat kering	Lebih lama kering

2.1.2. Kandungan Zat Dalam Biji Kakao

Pada dasarnya tubuh manusia memerlukan zat-zat makanan yang seimbang yang dapat diperoleh dari berbagai jenis makanan. Salah satu jenis makanan yang dapat menyediakan kebutuhan tubuh secara seimbang adalah kakao, karena di dalam biji kakao terkandung zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh manusia. Kandungan lemak, karbohidrat dan protein yang terdapat di dalam biji kakao menjadi sumber tenaga yang cepat terserap terutama untuk orang-orang yang aktif, seperti anak-anak dan remaja (Mulato, 2007).

Buah kakao dengan kualitas bagus ketika baru dipetik mempunyai massa 450-625 g, di dalam buah kakao matang terdapat 30-40 biji kakao basah yang diselubungi oleh daging buah atau lendir atau pulpa atau mucilage. Sedangkan biji kakao sendiri terdiri dari dua bagian yaitu kulit biji dan keping biji. Keping biji merupakan bagian terbesar dari biji kakao, sedangkan pulpa hanya mencapai 10-

14 %. Bagian yang berguna dalam pengolahan biji kakao segar menjadi biji kering adalah biji basah. Sedangkan pulpanya akan dibuang. Kandungan lendir dipermukaan biji kakao berkisar antara 1–1,2 mL/biji. Lendir biji kakao mengandung gula fermentasi, yaitu sukrosa, glukosa dan fruktosa (10-13 %), garam-garam mineral (8-10 %), asam sitrat (1-2 %) dan air (72-79 %). Di dalam pulpa terdapat kulit ari/shell atau testa yang membungkus biji kakao (Amin, 2007).

Gambar buah kakao yang telah masak dan isi buah kakao dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2 .

Biji kakao mengandung lemak sebesar 31 %. Lemak yang terdapat pada kakao adalah lemak jenuh asam stearat (60 %) dan lemak tidak jenuh asam oleat (38,2 %). Kandungan stearat yang tinggi pada kakao tidak akan memicu kolesterol pada darah karena stearat dicerna secara lambat oleh tubuh dan diabsorpsi hanya sedikit. Karbohidrat terdapat pada biji kakao sebesar 14 %, dapat digunakan sebagai sumber tenaga yang utama yang diserap secara langsung oleh tubuh. Protein terdapat sebesar 9 % pada biji kakao, protein kakao kaya akan asam amino triptofan, fenilalanin dan tirosin. Biji kakao juga mengandung antioksidan polifenol sebesar 6 % dan katekin, yang berfungsi untuk mencegah ketengikan dan mencegah penuaan dini akibat polusi ataupun radiasi. Dalam biji kakao juga terdapat vitamin A, B, D, E, feniletilamina, teobromin (1,5 %), kafein (0,15 %) dan mineral-mineral seperti Ca, Fe, P, Mg dan lain-lain (Mulato, 2007).

Rasa asli biji kakao sebenarnya pahit yang diakibatkan oleh adanya kandungan alkaloid dan bioflavonoid, seperti katekin, epikatekin, prosianidin, antosianin. Kakao mempunyai kandungan antioksidan yang amat tinggi yang

berguna untuk mencegah terjadinya oksidasi kolesterol LDL (kolesterol jahat) dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, sehingga dapat mencegah resiko penyakit jantung koroner dan kanker. Di antara produk-produk kakao, yang mempunyai kandungan antioksidan paling tinggi adalah dark chocolate, yaitu sebesar 8,5 kali kandungan antioksidan yang terdapat pada flavonoid stroberi, yang menduduki peringkat tinggi di antara buah-buahan (Mulato, 2007).

2.2. Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk diantaranya adalah karbondioksida. Fermentasi adalah reaksi oksidasi reduksi, di mana zat yang dioksidasi maupun zat yang direduksi adalah zat organik dengan melibatkan mikroorganisme, seperti bakteri, kapang dan ragi. Zat organik yang digunakan umumnya glukosa yang dipecah menjadi aldehida, alkohol atau asam (Judoamidjojo, 1992).

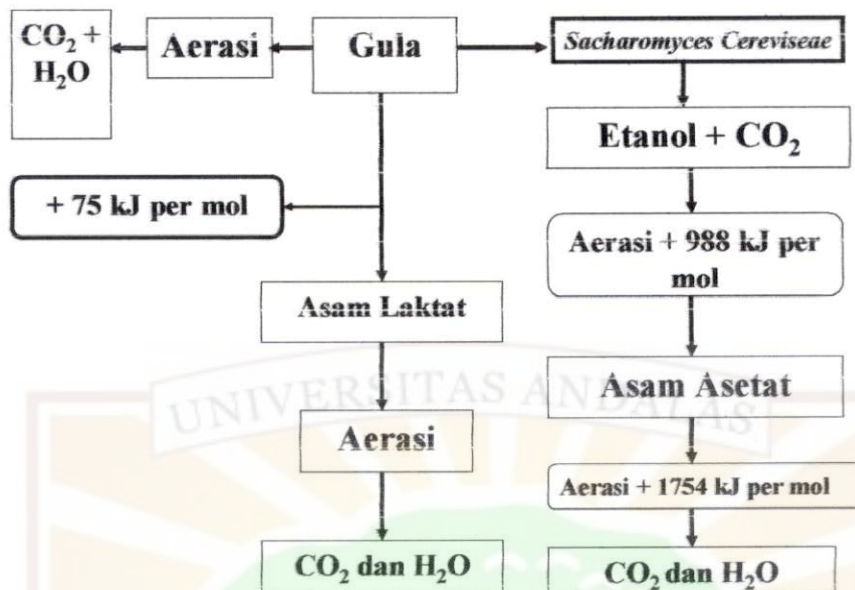
Proses fermentasi yang dilakukan pada biji kakao adalah salah satu cara pengolahan biji kakao yang sangat bermanfaat agar nilai hasil produksi lebih baik dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dari yang biasa dilakukan petani selama ini. Fermentasi biji kakao bertujuan untuk membentuk cita rasa khas coklat, aroma, rasa dan mengurangi rasa pahit dan sepat yang terdapat dalam biji kakao. Selama fermentasi akan terjadi perubahan fisik, kimiawi dan biologi di dalam biji kakao (BPTP Lampung, 2007).

Cita rasa khas coklat dipengaruhi juga oleh senyawa purin yang sangat pahit. Senyawa purin yang utama adalah teobromin di mana kadar teobromin akan berkurang selama proses fermentasi, karena teobromin akan larut dalam cairan sel dan berdifusi ke kulit biji. Antosianin merupakan pigmen berwarna ungu yang terdapat dalam sel-sel kotiledon. Antosianin 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.

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 katekin, prosianidin dan antosianin selama proses fermentasi akan teroksidasi menjadi senyawa-senyawa karbonil. Senyawa-senyawa ini akan bergabung dengan amina yang berasal dari asam amino dan peptida membentuk senyawa-senyawa, seperti pirazin, aldehida, karbonil, pirol, piridin, tiazol, fenol, alkohol, ester, keton 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 pulpa dan aktivitas mikroba (Ismayadi).

Fermentasi yang terjadi pada biji kakao berlangsung secara alami, di mana proses fermentasi dilakukan oleh campuran mikroba yang terdapat dalam bahan pulpa. Mikroba yang berperan dalam proses fermentasi biji kakao adalah *Yeast* atau *Sacharomyces cereviceae* dan *Laktobacillus*. Dalam fermentasi, mikroba berperan untuk memecah gula menjadi alkohol dan selanjutnya terjadi pemecahan alkohol menjadi asam asetat. Pada awal fermentasi biji kakao, mikroorganisme yang aktif adalah *yeast* yang memecah sukrosa, glukosa dan fruktosa menjadi etanol. Bersamaan dengan hal itu terjadi pula pemecahan pektin dan metabolisme asam-asam organik. Aktivitas selanjutnya dilakukan oleh beberapa bakteri asam laktat (*Laktobacillus*) dan asam asetat (*Acetobacteriaseti*). Aktivitas bakteri ini memecahkan etanol menjadi asam laktat, asam asetat dan asam organik lain seperti asam sitrat dan malat. Reaksi pemecahan etanol menjadi asam laktat, asam asetat dan asam organik lain merupakan reaksi eksotermis (menghasilkan panas) sehingga reaksinya dapat meningkatkan suhu sampai 50 °C atau lebih (BPTP Lampung, 2007).

Selama proses fermentasi biji kakao akan terjadi peningkatan temperatur sampai 50 °C atau lebih, sehingga terjadi proses pemanasan biji kakao. Selama terjadi proses pemanasan biji kakao akan terjadi reaksi pencoklatan pada biji kakao yang bersifat non enzimatis yaitu reaksi Maillard. Reaksi ini merupakan reaksi antara protein, asam amino dari gugus amino dengan gula, aldehyd dan keton. Warna coklat timbul akibat interaksi antara asam amino dengan gula. Perubahan-perubahan yang terjadi selama proses fermentasi dapat dilihat dalam bagan berikut (Amin, 2007).



Gambar 1. Bagan Perubahan yang Terjadi Selama Proses Fermentasi

Fermentasi biji kakao berlangsung secara aerobik, yaitu fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Setiap organisme memerlukan sumber energi yang dapat diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, di mana organisme tersebut berada. Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa sehingga dihasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi (Mulato, 2007).

Bagian dari buah kakao yang paling penting adalah biji kakao (keping biji). Perbandingan komposisi kimia dari biji kakao yang berasal dari buah berwarna merah dan hijau yang non fermentasi dan fermentasi dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 2 : Komposisi kimia biji kakao buah berwarna hijau dan merah yang difermentasi dan non fermentasi. (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca panen pertanian, 2007)

No.	Jenis Analisis	Nilai				Satuan
		Varietas Hijau		Varietas Merah		
		Fermentasi	Non Fermentasi	Fermentasi	Non Fermentasi	
1.	Asam Lemak					
	Stearat	21	24	24	25	%
	Oleat	42	42	41	40	%
2.	Vitamin A	111	27	176	29	µg/g
3.	Vitamin D	29	19	35	19	µg/g
4.	Vitamin E	46	40	48	42	µg/g
5.	Vitamin K	21	18	20	17	µg/g
6.	Katekin	1,0	1,4	0,5	1,4	%
7.	Polifenol	171	106	196	72	ppm
8.	Omega 3	4	3	4	4	%
9.	Omega 6	9	6	7	8	%
10.	Omega	9	6	7	5	%

Makanan hasil fermentasi merupakan makanan yang digunakan sebagai menu makanan sehari-hari, karena pembuatannya mudah, praktis, murah dan aman. Banyak keuntungan yang bisa diambil dari produk makanan yang difermentasi, baik dari sifat-sifat organoleptik (indrawi), peningkatan nilai gizi. Keunggulan dari makanan hasil fermentasi antara lain memberikan penampakan dan cita rasa yang khas (Kelompok Perhimpunan Mahasiswa Mikrobiologi III, 1983).

2.3. Pengolahan Biji kakao

Biji kakao merupakan salah satu komoditi perdagangan yang mempunyai peluang untuk dikembangkan dalam rangka memperbesar atau meningkatkan devisa negara serta penghasilan petani kakao. Biji kakao Indonesia mempunyai keunggulan yaitu mengandung lemak coklat dan dapat menghasilkan bubuk kakao dengan mutu yang baik. Kriteria mutu biji kakao meliputi aspek fisik, cita rasa, kebersihan, aspek keseragaman dan konsistensi sangat ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya. Proses pengolahan buah kakao menentukan mutu produk akhir kakao. Dalam proses ini terjadi pembentukan cita rasa khas kakao dan pengurangan cita rasa yang tidak dikehendaki, seperti rasa pahit dan sepat (UKM, 2007).

Langkah-langkah proses pengolahan buah kakao adalah sebagai berikut:

Gambar-gambar dapat dilihat pada lampiran 3

a. Pemetikan buah

Pemetikan buah kakao dilakukan dengan menggunakan pisau. Untuk buah yang tinggi menggunakan bambu yang ujungnya diberi pisau.

b. Pemeraman buah

Pemeraman buah bertujuan untuk memperoleh keseragaman kematangan buah, memudahkan pengeluaran biji dari buah kakao, mengurangi lendir yang menempel pada biji kakao, mempermudah proses fermentasi. Pemeraman buah akan menyebabkan pulpa lebih mudah terlepas dari biji kakao dan membantu pembentukan citarasa dan aroma kakao. Pemeraman dilakukan di tempat yang teduh selama 5–9 hari.

c. Pemecahan buah

Pemecahan atau pembelahan buah kakao bertujuan untuk mendapatkan biji kakao. Pemecahan buah kakao harus dilakukan secara hati-hati agar tidak melukai atau merusak biji kakao. Pemecahan buah kakao dapat menggunakan pemukul atau memukulkan buah yang satu dengan buah lainnya.

d. Fermentasi

Fermentasi dilakukan untuk memudahkan melepas zat lendir dari permukaan kulit biji dan menghasilkan biji dengan mutu dan aroma yang baik. Selain itu bertujuan untuk menghasilkan biji yang tahan terhadap hama dan jamur selama penyimpanan, serta untuk menghasilkan biji dengan warna yang cerah dan bersih.

Fermentasi dilakukan selama 5 hari dengan pembalikan satu kali setelah 48 jam fermentasi. Akhir waktu fermentasi ditandai dengan biji berwarna coklat dan agak kering, aroma cuka yang menonjol, lapisan lendir dipermukaan biji mudah terkelupas, penampang biji nampak berongga, berwarna coklat dan warna ungu sudah hilang. Proses fermentasi dilakukan selama 5–6 hari.

e. Perendaman dan Pencucian

Perendaman dan pencucian bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi dan memperbaiki kenampakan biji. Sebelum pencucian dilakukan perendaman selama 2–3 jam untuk meningkatkan jumlah biji bulat dan terlihat menarik dengan warna coklat cerah. Pencucian dapat dilakukan secara manual (dengan tangan) atau menggunakan mesin pencuci. Pencucian yang terlalu bersih

sehingga selaputnya hilang sama sekali, selain menyebabkan kehilangan berat juga membuat kulit biji menjadi rapuh dan mudah terkelupas. Umumnya biji kakao yang dicuci adalah jenis edel sedangkan jenis bulk tergantung pada permintaan pasar.

f. Pengerinan

Pengerinan dapat dilakukan dengan cara menjemur, memakai mesin pengering atau kombinasi keduanya. Pada proses pengeringan terjadi sedikit fermentasi lanjutan dan terjadi pula perubahan-perubahan kimia untuk menyempurnakan pembentukan aroma dan warna yang baik.

Suhu pengeringan sebaiknya antara 55–66 °C. Waktu yang dibutuhkan jika menggunakan mesin pengering antara 20–25 jam. Sedangkan bila dijemur dibutuhkan waktu ± 7 hari apabila cuaca baik. Apabila banyak hujan penjemuran membutuhkan waktu ± 4 minggu. Jika biji kurang kering dan kandungan airnya di atas 7 %, maka biji akan mudah ditumbuhi jamur.

g. Sortasi Biji

Sortasi biji kering dimaksudkan untuk memisahkan antara biji yang bagus dengan biji yang cacat. Yaitu berupa biji pecah, kotoran atau benda asing lainnya seperti batu, kulit dan daun-daunan. Sortasi dilakukan setelah proses pengeringan berlangsung 1–2 hari dikeringkan agar kadar air seimbang, sehingga biji tidak terlalu rapuh dan tidak mudah rusak. Sortasi dilakukan dengan menggunakan ayakan yang dapat memisahkan biji kakao dengan kotoran-kotoran.

h. Pengemasan dan Penyimpanan Biji

Biji kakao dikemas dengan baik dalam wadah yang bersih dan kuat, biasanya menggunakan karung goni. Biji kakao disimpan tersendiri tidak dicampur dengan produk pertanian lainnya yang berbau keras, karena biji kakao dapat menyerap bau-bauan tersebut. Biji kakao tidak boleh disimpan di atas para-para dapur karena dapat mengakibatkan biji kakao berbau asap. Biji kakao sebaiknya disimpan di dalam ruangan dengan kelembaban tidak melebihi 75 %, ventilasi cukup dan bersih. Tempat meletakkan biji kakao antara lantai dan wadah biji kakao diberi jarak ± 8 cm dan jarak dari dinding ± 60 cm. Biji kakao dapat disimpan ± 3 bulan, sebelum dilakukan pengolahan.

Biji kakao yang telah diolah yang dikenal oleh masyarakat adalah permen coklat, es krim, kue black forest, coklat susu dan lain-lain. Banyak orang yang menghindari produk kakao karena takut gemuk, berjerawat, timbul plak gigi dan sebagainya. Yang menyebabkan produk kakao dihindari adalah karena telah dimasukkannya zat-zat aditif pada saat pengolahan, seperti pemanis, pengawet dan lemak hewan. Pada dasarnya banyak sekali manfaat dari kita mengonsumsi produk kakao, seperti :

1. Mempunyai kemampuan menghambat oksidasi kolesterol LDL dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, sehingga dapat mencegah resiko penyakit jantung koroner dan kanker, karena adanya antioksidan polifenol dalam coklat.
2. Mencegah penuaan dini karena coklat mengandung antioksidan katekin.
3. Memberikan perasaan senang dan perbaikan suasana hati, karena coklat mengandung feniletilamina.

4. Memberikan efek terjaga (tidak mengantuk) bagi yang mengkonsumsinya, karena coklat mengandung teobromin, kafein dan lain-lain.

2.4. Vitamin

Vitamin berasal dari dua kata, yaitu *vita* dan *amina* yang berarti senyawa-senyawa amina yang sangat diperlukan untuk mempertahankan hidup. Pada kenyataannya tidak semua vitamin mengandung gugus amina. Vitamin merupakan nutrisi tanpa kalori yang penting dan dibutuhkan untuk metabolisme tubuh manusia. Vitamin tidak diproduksi oleh tubuh manusia, tetapi diperoleh dari makanan sehari-hari. Fungsi khusus vitamin adalah sebagai kofaktor (elemen pembantu) untuk reaksi enzimatik. Vitamin juga berperan dalam berbagai macam fungsi tubuh lainnya termasuk regenerasi kulit, penglihatan, sistem susunan syaraf, sistem kekebalan tubuh dan pembekuan darah (Hardjasasmita, 1991).

Vitamin dibedakan menjadi dua jenis, yaitu vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, K dan vitamin yang larut dalam air seperti vitamin B, C. Biji kakao mengandung lemak yang sangat tinggi, sehingga di dalam biji kakao terdapat vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E dan K (Winarno, 2004).

2.4.1. Vitamin A (Retinol)

Vitamin A diproduksi dari dua senyawa yang berbeda yang diubah di dalam tubuh menjadi vitamin A. Vitamin A adalah senyawa-senyawa organik dengan cincin ionon beta. Jenis vitamin A, yaitu : vitamin A alkohol (retinol), vitamin A aldehid (retinal) dan vitamin A asam (retinoat), vitamin A artinya

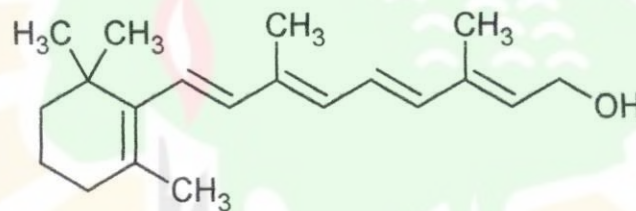
vitamin A alkohol (retinol). Dalam sumber makanan hewani tersedia dalam bentuk retinol. Dalam sumber makanan nabati berada dalam bentuk betakaroten, yang kurang efisien dibanding dengan retinol. Karoten dalam tumbuhan disintesis dari unit-unit isoprena dan dibutuhkan oleh tumbuhan untuk membantu klorofil menyerap energi cahaya dalam proses fotosintesis (Nogrady, 1992).

Jumlah vitamin A yang dianjurkan 400-600 mikro-gram RE perhari untuk bayi dan anak-anak di bawah 10 tahun, 900 mikro-gram RE perhari untuk pria dan 700 mikro-gram RE perhari untuk wanita. Sumber vitamin A dari hewan terdapat sebagai vitamin A bisa didapatkan dalam daging sapi, hati ayam, telur, susu, ikan. Sumber vitamin A dalam sayuran terdapat sebagai karoten dan akan diubah menjadi vitamin A dalam usus. Vitamin A bisa didapatkan di dalam sayuran berdaun hijau (bayam, brokoli, kangkung, cabe rawit atau cabe hijau dan lain-lain), sayuran dan buah berwarna kuning (wortel, pepaya, semangka, tomat, jeruk dan lain-lain) dan minyak palm merah.

Dalam tubuh vitamin A dibutuhkan untuk pemeliharaan sel kornea dan epitel dari penglihatan, membantu pertumbuhan tulang dan gigi, berperan dalam pembentukan dan pengaturan hormon, perlindungan terhadap infeksi kulit (campak, cacar air, kutil). Selain itu vitamin A digunakan untuk menjaga kekebalan tubuh, membantu melindungi tubuh terhadap kanker, HIV, tuberculosis, alzheimer, dan untuk wanita hamil bisa mencegah terjadinya keguguran (Departemen of Human Nutrition, 2007).

Kekurangan vitamin A dapat mengakibatkan penurunan fungsi kornea, rabun senja, kebutaan, pengeringan putih mata dan kornea yang akhirnya menyebabkan penonjolan, pembentukan ulkus dan pecahnya kornea disertai

pengeluaran isi mata, bintik dibagian putih mata. Kekurangan vitamin A juga dapat menyebabkan penebalan kulit disekeliling folikel rambut, dapat mencegah pertumbuhan tulang atau menyebabkan perubahan tulang, membentuk celah dan kerusakan pada gigi serta terhentinya pertumbuhan sel-sel pembentuk gigi, anemia, kulit pucat dan kering, keratomalasia dan resiko terjadinya infeksi dan kematian. Sedangkan kelebihan vitamin A dapat menimbulkan sakit kepala, pengelupasan kulit, pembesaran hati dan limfa, penebalan tulang, osteoporosis, rambut rontok, efek tetralogikal dan nyeri sendi (Departemen of Human Nutrition, 2007).

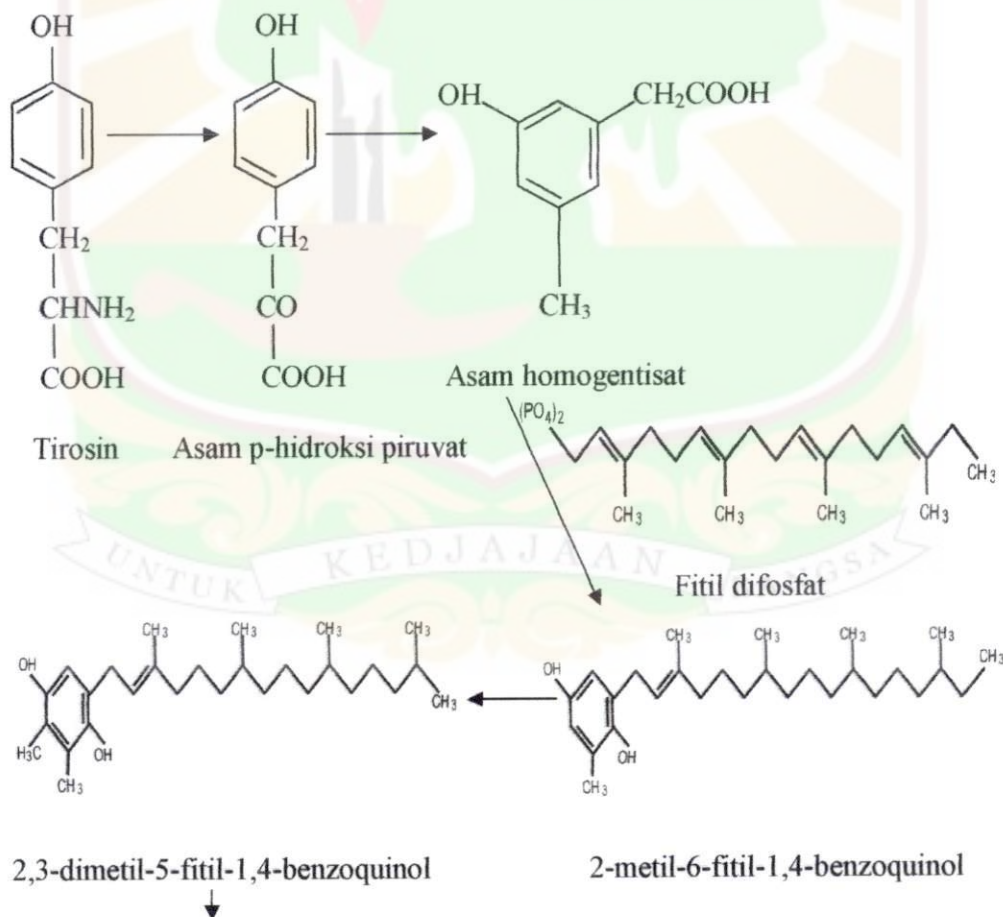


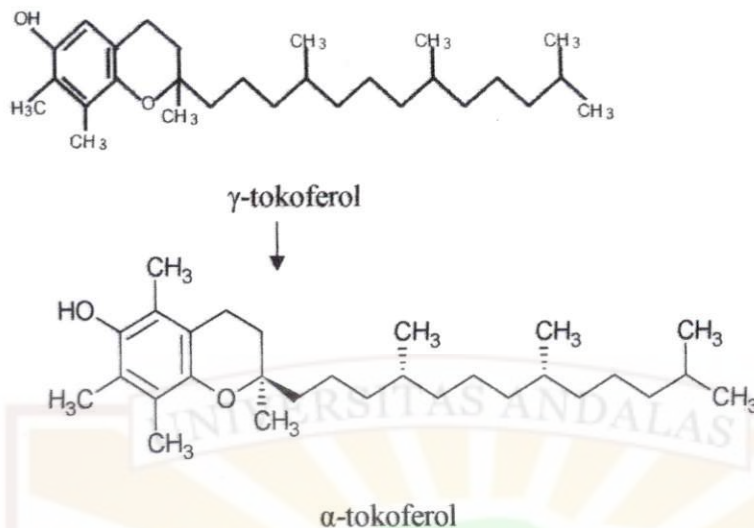
Gambar 2. Struktur Vitamin A (Retinol)

2.4.2. Vitamin E (α -tokoferol)

Vitamin E atau α -tokoferol berasal dari kata *tocos* yang berarti kelainan dan *pherein* yang berarti mengandung, sehingga vitamin E sering dihubungkan dengan fertilitas. Di alam didapatkan enam macam vitamin E, yaitu tokoferol alpha, beta, gamma, delta, eta dan zeta. Semuanya berupa minyak, tidak dapat dikristalkan dan merupakan suatu reduktor yang sangat kuat atau yang sering disebut dengan antioksidan. Di dalam tumbuhan vitamin E terdapat dalam membran klorofil yang digunakan untuk mengontrol reaksi redoks pada klorofil dan mengontrol pengaruh fotosintesis (Winarno, 2004).

Sintesa vitamin E (α -tokoferol) dalam tanaman berasal dari asam amino aromatik tirosin sebagai prekursor. Tirosin akan dioksidasi menjadi asam p-hidroksipiruvat, yang selanjutnya akan diubah menjadi asam homogentisat dengan bantuan enzim p-hidroksifenil piruvat dioksigenase. Asam homogentisat akan bereaksi dengan fitil difosfat sebagai katalis membentuk 2-metil-6-fitil-1,4-benzoquinol. Selanjutnya senyawa ini akan mengalami metilasi membentuk 2,3-dimetil-5-fitil-1,4-benzoquinol dan dengan adanya enzim tokoferol siklase akan diubah menjadi γ -tokoferol. Di dalam tanaman α -tokoferol di dapatkan dari metilasi γ -tokoferol menjadi α -tokoferol melalui reaksi kimia dengan menggunakan enzim gamma-tokoferol metiltransferase sebagai katalisnya, menurut reaksi berikut (w.w. christie, 2007) :

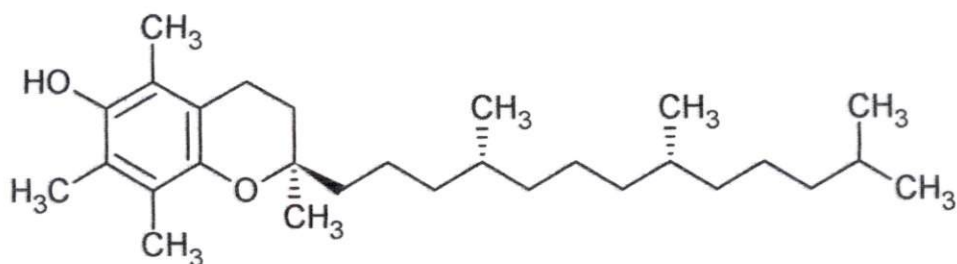




Gambar 3. Reaksi Pembentukan α -tokoferol dalam Tanaman

Jumlah vitamin E yang dibutuhkan oleh tubuh 4-5 mg α -tokoferol perhari untuk bayi di bawah satu tahun, 12 mg α -tokoferol perhari untuk pria dewasa dan 8 mg α -tokoferol perhari untuk wanita. Sumber-sumber utama vitamin E banyak tersedia dalam sayuran berdaun, kuning telur, margarin, tanaman polong, biji-bijian yang berkecambah, susu, daging, ragi dan minyak biji-bijian seperti minyak benih gandum, minyak sayur, minyak kacang dan minyak biji bunga matahari (The Lipid Library, 2007).

Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan, menstabilkan membran sel, mengatur reaksi oksidasi dan melindungi vitamin A. Kekurangan vitamin E dapat mengakibatkan terjadinya kelemahan pada sistem syaraf dan otot, kesulitan berjalan, nyeri pada otot betis, pecahnya sel darah merah dan kerusakan saraf. Sedangkan kelebihan vitamin E dapat menyebabkan meningkatnya kebutuhan terhadap vitamin K (The Lipid Library, 2007).



Gambar 4. Struktur Vitamin E (α -tokoferol)

2.5. Spektrofotometri Ultraviolet dan Visibel (UV-Vis)

Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektroskopi UV-Vis biasanya digunakan untuk molekul dan ion anorganik atau kompleks di dalam larutan. Spektrum UV-Vis mempunyai bentuk yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur yang bisa didapatkan dari spektrum ini, tetapi spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan dapat ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Dachriyanus, 2002).

Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200–400 nm sedangkan sinar tampak berada pada panjang gelombang 400–800 nm. Sebagai sumber cahaya biasanya digunakan lampu hidrogen atau deuterium untuk pengukuran UV dan lampu tungsten untuk pengukuran pada cahaya tampak. Panjang gelombang dari sumber cahaya akan dibagi oleh pemisah panjang gelombang seperti prisma atau monokromator. Spektrum didapatkan dengan cara scanning oleh pemisah

panjang gelombang sedangkan pengukuran kuantitatif bisa dibuat dari spektrum atau pada panjang gelombang tertentu.

Ketika suatu atom atau molekul menyerap cahaya maka energi tersebut akan menyebabkan tereksitasinya elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Tipe eksitasi tergantung pada panjang gelombang cahaya yang diserap. Sinar ultraviolet dan sinar tampak akan menyebabkan elektron tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi.

Hukum Lambert – Beer adalah hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit. Biasanya hukum Lambert-Beer ditulis dengan :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Di mana : A = absorban (serapan)

ϵ = koefisien ekstingsi molar ($M^{-1}cm^{-1}$)

b = tebal kuvet (cm)

C = konsentrasi (M)

Pada beberapa buku ditulis juga :

$$A = E \cdot b \cdot C$$

Dimana : E = koefisien ekstingsi spesifik ($mL g^{-1}cm^{-1}$)

b = tebal kuvet (cm)

C = konsentrasi (gram/100 mL)

Hubungan antara E dan ϵ adalah : $E = 10 \cdot \epsilon / \text{massa molar}$

Pada percobaan yang terukur adalah transmittan (T), yang didefinisikan sebagai berikut :

$$T = I / I_0$$

Hubungan antara A dan T adalah :

$$A = -\log T = -\log I / I_0$$

Di mana : I = intensitas cahaya setelah melewati sampel

I_0 = intensitas cahaya awal



III. BAHAN DAN METODA

3.1. Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2007 sampai dengan bulan Oktober 2007 bertempat di Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang dan Laboratorium Makanan dan Minuman, Baristan Padang.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat yang digunakan

Pada penelitian ini akan digunakan alat-alat sebagai berikut : Spektrofotometer UV-Vis Perkin Elmer Lamda 25, kuvet, labu pemisah, buret 50 ml, labu ukur 100 ml, desikator, labu erlenmeyer, gelas piala, pipet volumetri, pipet tetes, lumpang + alu, penangas air, seperangkat alat untuk refluks, labu ukur 50 ml 5 buah, gelas ukur, aluminium foil, pendingin balik, neraca analitik, kaca arloji, penyaring dengan ukuran 60 mesh, cawan + tutup, oven.

3.2.2. Bahan yang digunakan

Pada penelitian ini akan digunakan bahan-bahan sebagai berikut : buah kakao klon hibrida (warna hijau) dan RCC 70 (warna merah) yang berasal dari Sikukur, Kampung Dalam, Kabupaten Padang Pariaman, standar vitamin A (Sigma Aldrich), standar vitamin E / α -tokoferol (Sigma Aldrich), reagen antimon triklorida (Merck), kloroform murni (PA, Merck), asam sulfat (Merck) 1 M dalam

alkohol, dietil eter (PA, Merck), petroleum benzena (Merck), asam nitrat pekat (Merck), alkohol 95 % (Brataco Chemical), KOH 50 % (Merck), aquades.

3.3. Prosedur Kerja

3.3.1. Fermentasi Biji Kakao

Diambil buah kakao warna hijau dan warna merah kira-kira 1 Kg biji basah dan dimasukkan ke dalam dua buah karung goni yang berbeda, buah kakao diperam selama 7 hari, buah kakao yang telah di peram kemudian dipecahkan untuk memisahkan biji dari kulitnya, kemudian diletakkan dalam kotak fermentasi, fermentasi dilakukan selama 5 hari, Pada hari ke tiga atau setelah 48 jam fermentasi dilakukan pembalikan, biji kakao hasil fermentasi direndam selama 3 jam, dicuci dan dikeringkan sampai biji berwarna coklat, kulit ari biji kakao yang telah kering dibuang dan bijinya dihaluskan, yang akan digunakan sebagai sampel.

3.3.2. Penetapan Kadar Air Dengan Metoda Oven

Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 20 menit kemudian ditimbang. Ditimbang lebih kurang 5 gram sampel yang sudah dihomogenkan dalam cawan. Ditempatkan cawan beserta isinya di dalam oven selama 6 jam pada suhu 110 °C. Dipindahkan cawan ke desikator, lalu didinginkan, setelah dingin ditimbang kembali. Dikeringkan kembali cawan ke dalam oven sampai diperoleh berat yang tetap.

3.3.3. Pembuatan Reagen Antimon Triklorida

Ditimbang 20 g SbCl_3 kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 80 mL kloroform, dipanaskan sampai seluruhnya larut dengan pendingin balik, setelah dingin ditambah dengan 3 mL asetat anhidrat dan diencerkan dengan kloroform sampai 100 mL kemudian disimpan dalam botol berwarna coklat bertutup rapat.

3.3.4. Pembuatan Larutan Blanko Untuk Penentuan Kadar Vitamin A

Dicampurkan secara merata 4 ml reagen antimon triklorida dengan 1 ml kloroform, diencerkan sampai 50 mL dan diukur serapannya pada $\lambda = 620 \text{ nm}$.

3.3.5. Pembuatan Larutan Blanko Untuk Penentuan Kadar Vitamin E

Dicampurkan secara merata 5 mL alkohol absolut dengan 2 mL asam nitrat pekat tetes demi tetes sambil digoyang memutar, dipanaskan selama 3 menit sesudah alkohol mulai mendidih, didinginkan dengan cepat dalam air mengalir dan ditepatkan sampai 50 mL dengan alkohol absolut, diukur serapannya pada $\lambda = 470 \text{ nm}$.

3.3.6. Pembuatan Larutan Standar Vitamin A

Larutan stok (50 $\mu\text{g/ml}$) : ditimbang 2,5 mg vitamin A dan dilarutkan dengan 50 mL kloroform dalam labu ukur 50 mL. Di pipet 1, 2, 3, 4, dan 5 mL larutan stok dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL kemudian ditambahkan 2,5 mL pereaksi antimon triklorida dan ditepatkan sampai tanda tera dengan

kloroform, didapat deretan larutan standar dengan konsentrasi 2; 4; 6; 8 dan 10 $\mu\text{g/ml}$. Diukur serapannya pada $\lambda = 620 \text{ nm}$.

3.3.7. Pembuatan Larutan Standar Vitamin E

Larutan stok (50 $\mu\text{g/ml}$) : ditimbang 2,5 mg vitamin E dan dilarutkan dengan 50 mL alkohol absolut dalam labu ukur 50 mL. Di pipet 1, 2, 3, 4, dan 5 mL larutan stok dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL kemudian ditambahkan 15 mL alkohol absolut dan 2 mL HNO_3 pekat tetes demi tetes sambil digoyang memutar, dipanaskan selama 3 menit sesudah alkohol mulai mendidih, didinginkan dengan cepat dalam air mengalir dan ditepatkan sampai tanda tera dengan alkohol absolut, didapat deretan larutan standar dengan konsentrasi 2; 4; 6; 8 dan 10 $\mu\text{g/ml}$. Diukur serapannya pada $\lambda = 470 \text{ nm}$.

3.3.8. Pembuatan Larutan Sampel Untuk Penentuan Kadar Vitamin A

Disaponifikasi $10 \pm 0,1 \text{ g}$ bubuk kakao dengan 75 ml alkohol 95 % dan 25 ml larutan KOH 25 % dengan pendidihan selama 5 menit, kemudian dilanjutkan pendidihan selama 20 menit, untuk proses ini gunakan pendingin balik. Dipindahkan seluruh campuran ke dalam labu pemisah, ditambahkan dietil eter lalu diekstraksi dengan 60 mL dietil eter sebanyak tiga kali, dicuci ekstrak eter yang diperoleh dengan 50 mL air sebanyak tiga kali, diuapkan eter dengan pemanasan pada penangas air sampai volume ekstrak tinggal sekitar 25 ml, kemudian dipindahkan ke gelas piala kecil, dikeringkan ekstrak dengan menggunakan penangas, kemudian diletakkan dalam desikator.

Ekstrak ditimbang dan dilarutkan dengan kloroform sampai konsentrasinya 20 % (w/v), dicampurkan secara merata 0,625 ml larutan dengan 2,5 ml pereaksi antimon triklorida dan ditepatkan sampai 25 mL dengan kloroform, diukur serapannya pada $\lambda = 620$ nm.

3.3.9. Pembuatan Larutan Sampel Untuk Penentuan Kadar Vitamin E

10 g sampel disokletasi dengan menggunakan petroleum benzena selama 6 jam. Lemak yang diperoleh diambil sebanyak 1 g, dimasukkan ke dalam labu 100 ml yang sesuai dengan kondensor yang akan digunakan untuk refluks, ditambahkan 10 ml alkohol absolut dan 20 ml H_2SO_4 1 M dalam alkohol, dihubungkan labu dengan kondensor, kondensor dan labu ditutup dengan aluminium foil, dilakukan refluks selama 45 menit, dibiarkan dingin. Ditambahkan 50 ml air, dipindahkan ke dalam labu pemisah, dibilas labu dengan 50 ml air, bilasan dimasukkan ke dalam labu pemisah. Diekstrak bahan yang tidak tersabunkan sebanyak 5 kali, masing-masing dengan 30 ml dietil eter, seluruh ekstrak dikumpulkan menjadi satu, ekstrak dicuci dengan air sampai bebas asam (untuk menguji larutan telah bebas asam digunakan perak nitrat), kemudian diuapkan ekstrak pada suhu rendah sambil tetap dihindari dari cahaya sampai ekstrak menjadi kering dan kemudian disimpan dalam desikator, segera dilarutkan residu dengan 10 ml alkohol absolut, larutan alikuot sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditepatkan sampai tanda dengan alkohol absolut, labu takar ditempatkan dalam penangas air 90 °C selama 3 menit sesudah alkohol mulai mendidih, didinginkan dengan cepat dalam air mengalir. Diambil 2 mL larutan

dan ditambahkan 2 mL HNO_3 pekat tetes demi tetes kemudian diencerkan dengan alkohol absolut sampai 25 mL, diukur serapannya pada $\lambda = 470 \text{ nm}$.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Fermentasi Biji Kakao

Proses Fermentasi yang dilakukan pada penelitian ini merupakan proses fermentasi alami yang berlangsung secara aerob. Pada fermentasi 1 hari, sebagian gula terbuang sehingga warna biji kering menjadi kuning merata, tanpa bercak hitam ataupun coklat. Fermentasi 2 hari menyebabkan biji berwarna kuning kecoklatan atau merah bata. Fermentasi 3 hari menyebabkan terbentuknya tannin kompleks di dalam biji yang mengalir ke kulit sehingga biji berwarna coklat. Fermentasi selama 4 hari mengakibatkan warna coklat semakin tua. Fermentasi 5 hari akan menyebabkan warna coklat semakin gelap.

Berikut adalah perubahan harga pH selama terjadi proses fermentasi,

Tabel 3 : Perubahan pH selama proses fermentasi

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 tabel 3 di atas dapat diketahui bahwa pH akan menurun dari hari ke-0 sampai hari ketiga, yaitu dari 4 menjadi 3. Perubahan pH selama fermentasi dari hari ke-0 sampai hari ketiga disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menguraikan senyawa glukosa menjadi etanol dan asam. Senyawa asam yang dihasilkan adalah asam asetat dengan adanya mikroba *asetobakteriaseti* dan asam

laktat dengan adanya mikroba laktobasillus. Kemudian pada hari keempat pH akan mengalami peningkatan dari 3 menjadi 4 dan hari kelima menjadi 6. Pada hari kelima kenaikan pH cukup tajam, hal ini menunjukkan sedang terjadinya penguraian asam amino menjadi amoniak bebas yang bersifat basa dan menimbulkan bau yang tidak sedap.

Calon aroma dihasilkan dalam proses protolisa yang terjadi selama fermentasi, sedang aroma dan citarasa akan timbul setelah biji kakao disangrai. Citarasa kakao akan sangat tinggi jika pH tidak turun di bawah 5. Warna coklat pada biji kakao yang difermentasi muncul karena adanya reaksi pencoklatan secara enzimatis. Reaksi tersebut terjadi karena teroksidasinya senyawa fenol menjadi melanin yang berwarna coklat dengan bantuan enzim polifenol oksidase. Selain itu warna coklat juga muncul karena adanya reaksi Maillard yang menghasilkan melanoidin berwarna coklat.

4.2. Penetapan Kadar Air

Berdasarkan tabel 9 pada lampiran 4, untuk penentuan kandungan air dengan metoda oven pada biji kakao non fermentasi dan fermentasi untuk buah kakao berwarna hijau dan merah, didapatkan kadar air sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil penetapan kadar air dalam biji kakao

No.	Sampel	Kadar Air (%)
1	Kakao hijau non fermentasi	4,634
2	Kakao hijau fermentasi	5,524
3	Kakao merah non fermentasi	4,820
4	kakao merah fermentasi	5,258

Pada tabel 4 terlihat bahwa kandungan air yang terdapat dalam biji kakao yang berasal dari daerah Sikucur di bawah 6 %. Hal ini menunjukkan kandungan air dalam biji kakao ini sangat sedikit. Kadar air yang ditetapkan dalam SNI sebesar 6-7 %. Jika kandungan air pada biji kakao kering di bawah 6 %, maka biji kakao ini akan rapuh dan mudah pecah tetapi sulit untuk ditumbuhi jamur.

4.3. Analisa vitamin

4.3.1. Analisa kandungan vitamin A dalam biji kakao

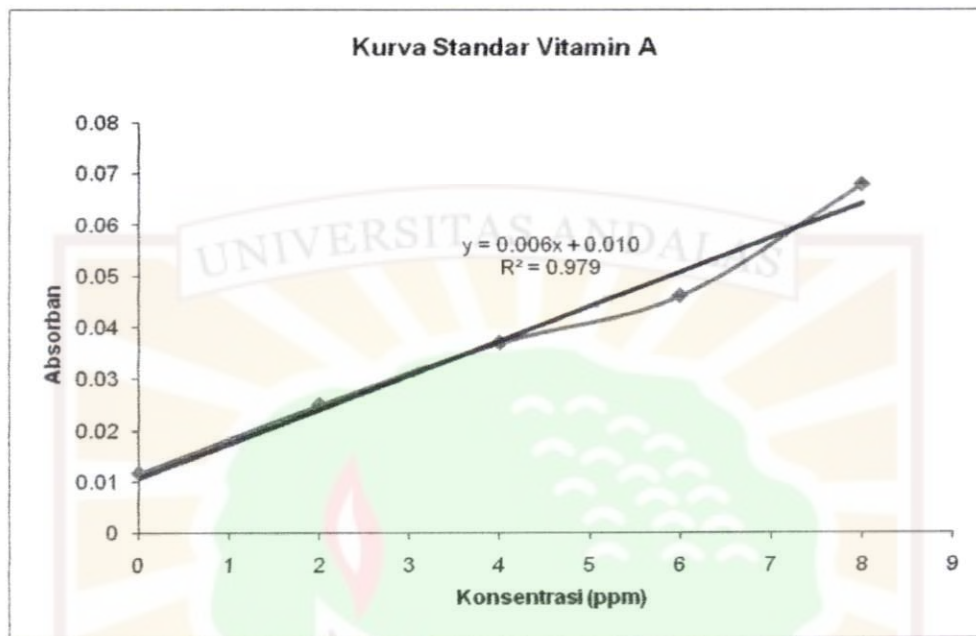
Setelah dilakukan pengukuran konsentrasi larutan standar vitamin A pada panjang gelombang 620 nm didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil pengukuran absorban larutan standar vitamin A terhadap konsentrasi

Konsentrasi	Absorban	Rata-rata absorban
0,0000 mg/L	0.0117	0.0116
	0.0116	
	0.0115	
2,0000 mg/L	0.0256	0.0250
	0.0249	
	0.0245	
4,0000 mg/L	0.0372	0.0370
	0.0370	
	0.0367	
6,0000 mg/L	0.0463	0.0461
	0.0461	
	0.0460	
8,0000 mg/L	0.0683	0.0679
	0.0677	
	0.0676	

Dari tabel. 5 dapat dibuat kurva larutan standar vitamin A untuk menentukan konsentrasi vitamin A dalam sampel.

Gambar 5. Kurva larutan standar vitamin A



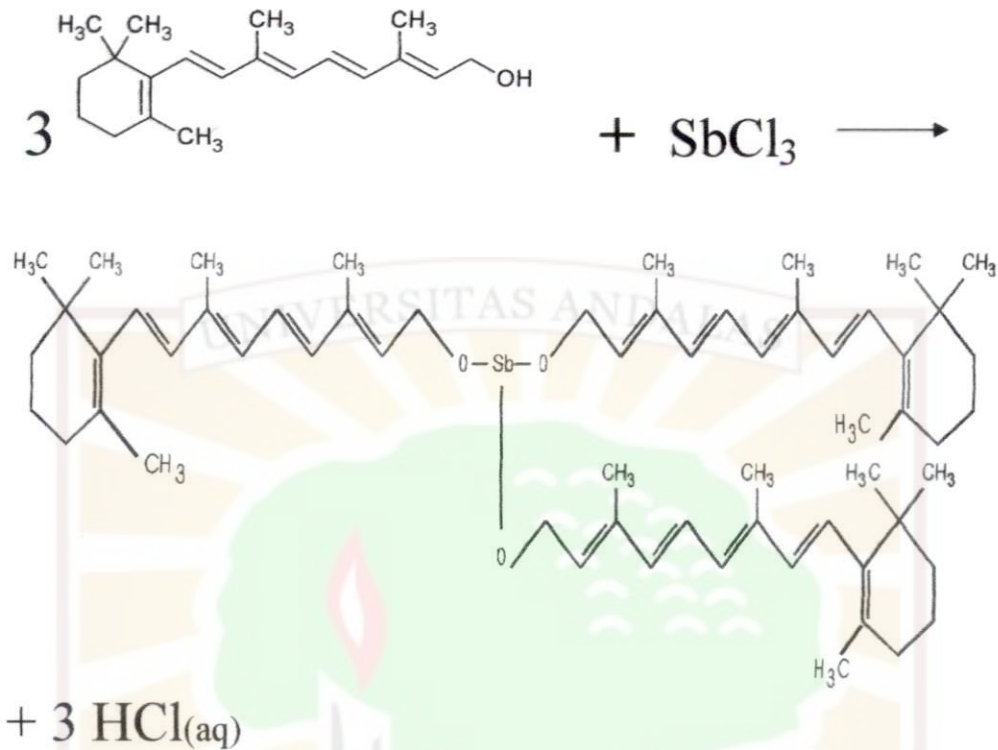
Dari gambar 5 di atas didapatkan persamaan regresi $Y = 0,006X + 0,010$. Dari persamaan di atas dapat dihitung kandungan vitamin A dalam sampel berdasarkan pengukuran absorban terhadap konsentrasi larutan sampel yang terdapat pada lampiran 4, tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil analisa kandungan vitamin A dalam biji kakao

Jenis Analisa Kakao	Nilai				Satuan Unit
	Varietas Hijau		Varietas Merah		
	Fermentasi	Non Fermentasi	Fermentasi	Non Fermentasi	
Vitamin A	16,011	2,884	20,185	4,260	mg/g

Pada analisa vitamin A akan terjadi reaksi antara vitamin A dengan antimon triklorida membentuk senyawa yang berwarna biru. Warna ini dapat

diukur intensitasnya dengan menggunakan spektrofotometer. Reaksi antara vitamin A dengan antimon triklorida sebagai berikut :



Gambar 6. Struktur Vitamin A yang direaksikan dengan SbCl_3

Pada tabel 6 terlihat bahwa kandungan vitamin A akan meningkat dengan adanya proses fermentasi. Kandungan vitamin A pada biji kakao varietas hijau non fermentasi adalah 2,884 mg/g dan akan meningkat menjadi 16,011 mg/g setelah difermentasi. Sedangkan kandungan vitamin A pada biji kakao varietas merah non fermentasi adalah 4,260 mg/g dan akan meningkat menjadi 20,185 mg/g setelah difermentasi. Dengan demikian kandungan vitamin A pada biji kakao varietas hijau yang difermentasi meningkat sebesar 81,987 % dan kandungan vitamin A pada biji kakao varietas merah yang difermentasi meningkat sebesar 78,895 %.

Kandungan vitamin A di dalam biji kakao yang difermentasi peningkatannya cukup besar, hal ini disebabkan oleh adanya prekursor vitamin A, yaitu beta karoten. Selama proses fermentasi berlangsung β -karoten akan diubah menjadi vitamin A melalui reaksi oksidasi dengan bantuan enzim beta karoten dioksigenase yang terdapat pada tanaman.

4.3.2. Analisa kandungan vitamin E dalam biji kakao

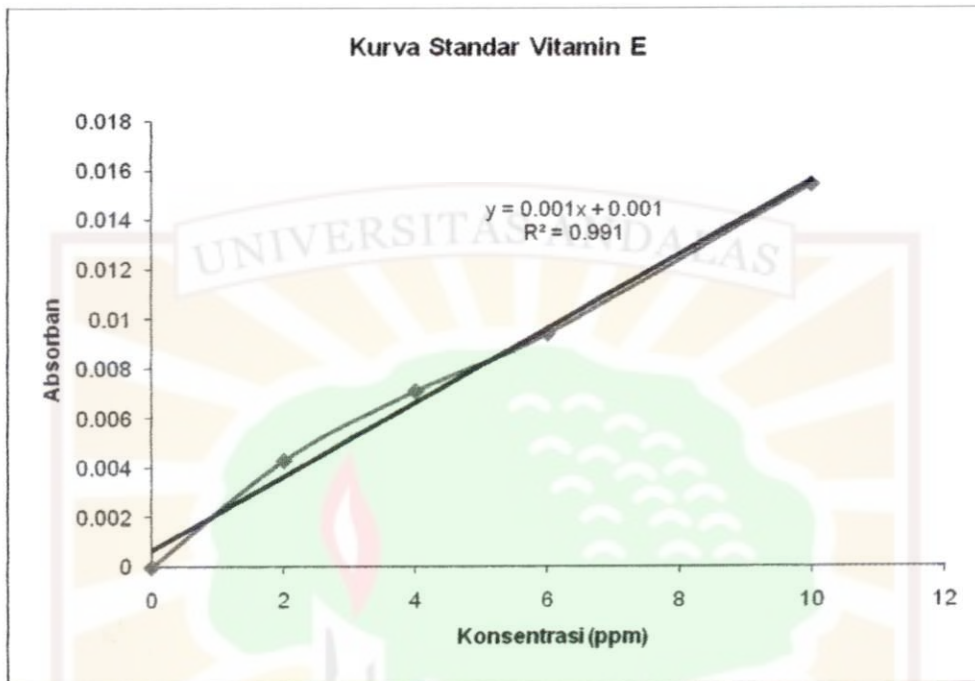
Setelah dilakukan pengukuran konsentrasi larutan standar vitamin E pada panjang gelombang 470 nm didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil pengukuran absorban larutan standar vitamin E terhadap konsentrasi

Konsentrasi	Absorban	Rata-rata absorban
0,0000 mg/L	0	0
	0	
	0	
2,0000 mg/L	0.0043	0.0043
	0.0043	
	0.0043	
4,0000 mg/L	0.0070	0.0071
	0.0071	
	0.0072	
6,0000 mg/L	0.0096	0.0094
	0.0093	
	0.0094	
10,0000 mg/L	0.0154	0.0154
	0.0154	
	0.0154	

Dari tabel. 7 dapat dibuat kurva larutan standar vitamin E untuk menentukan konsentrasi vitamin E dalam sampel.

Gambar 7. Kurva larutan standar vitamin E



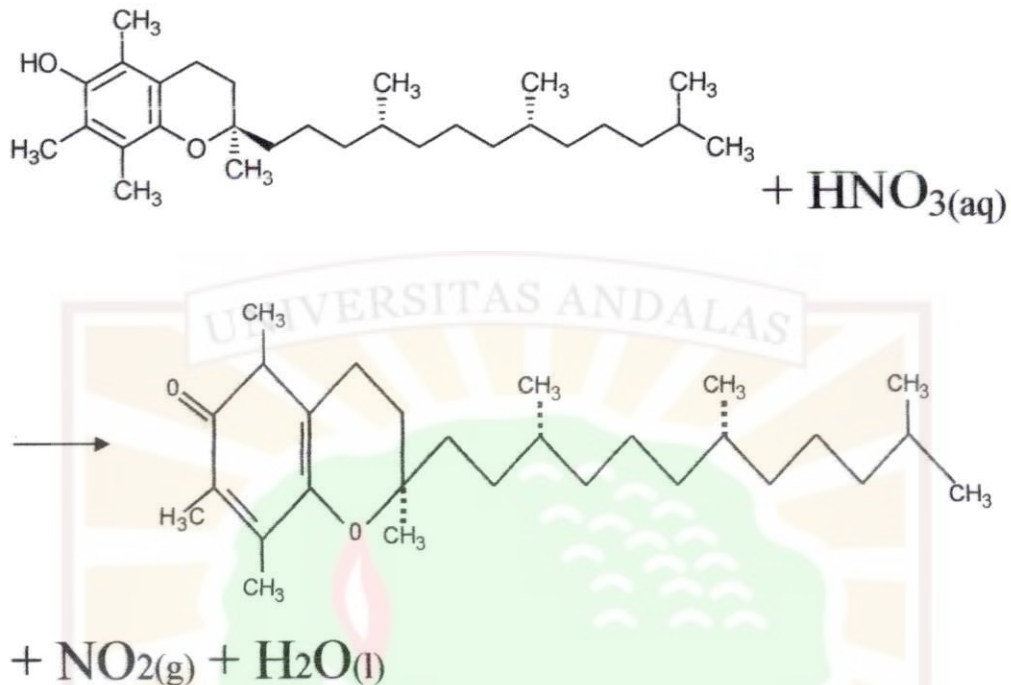
Dari gambar 7 di atas didapatkan persamaan regresi $Y = 0,001X + 0,001$. Dengan persamaan di atas dapat dihitung kandungan vitamin E dalam sampel berdasarkan pengukuran absorban terhadap konsentrasi larutan sampel yang terdapat pada lampiran 4, tabel 11 sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil analisa kandungan vitamin E dalam biji kakao

Jenis Analisa Kakao	Nilai				Satuan Unit
	Varietas Hijau		Varietas Merah		
	Fermentasi	Non Fermentasi	Fermentasi	Non Fermentasi	
Vitamin E	14,781	9,885	20,021	10,365	mg/g

Pada analisa vitamin E akan terjadi reaksi oksidasi α -tokoferol oleh asam nitrat membentuk senyawa yang berwarna merah muda dan intensitasnya dapat

diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Reaksi oksidasi vitamin E oleh asam nitrat sebagai berikut :



Gambar 8. Struktur Vitamin E yang direaksikan dengan HNO_3

Pada tabel 8 terlihat bahwa kandungan vitamin E akan meningkat dengan adanya proses fermentasi. Kandungan vitamin E pada biji kakao varietas hijau non fermentasi adalah 9,885 mg/g dan akan meningkat menjadi 14,781 mg/g setelah difermentasi. Sedangkan kandungan vitamin E pada biji kakao varietas merah non fermentasi sebesar 10,365 mg/g dan akan meningkat menjadi 20,021 mg/g setelah difermentasi. Dengan demikian kandungan vitamin E pada biji kakao varietas hijau yang difermentasi meningkat sebesar 33,124 % dan kandungan vitamin E pada biji kakao varietas merah yang difermentasi meningkat sebesar 48,23 %.

Meningkatnya kandungan vitamin E di dalam biji kakao yang difermentasi tidak sebesar peningkatan vitamin A pada biji kakao hasil fermentasi (dapat

dilihat pada lampiran 4, gambar 14). Pada biji kakao terdapat prekursor vitamin E yang berupa alpha tokoferol, beta tokoferol, gamma tokoferol dan delta tokoferol. Peningkatan vitamin E pada kakao fermentasi tidak sebesar peningkatan vitamin A. Hal ini dikarenakan pada vitamin E yang terukur hanya alpha tokoferol. Pada proses fermentasi yang akan berubah menjadi alpha tokoferol hanya gamma tokoferol dengan bantuan enzim gamma tokoferol metiltransferase dan enzim ini terdapat pada tanaman yang berperan pada pembentukan steroid.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas hijau/trinitario non fermentasi sebesar 2,413 mg/g dan 12,258 mg/g setelah difermentasi.
2. Kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas merah/criollo non fermentasi sebesar 3,445 mg/g dan 15,388 mg/g setelah difermentasi.
3. Kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas hijau/trinitario non fermentasi sebesar 9,885 mg/g dan 14,781 mg/g setelah difermentasi.
4. Kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas merah/criollo non fermentasi sebesar 10,365 mg/g dan 20,021 mg/g setelah difermentasi.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil analisa vitamin A dan vitamin E yang lebih tepat, sebaiknya pekerjaan dilakukan dengan menggunakan metoda lain, misalnya dengan metoda yang menggunakan alat HPLC.

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya ditentukan kandungan lemak pada biji kakao non fermentasi dan fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. 2007. *Pentingnya Proses Fermentasi Bir Kakao*. 13 Febuari 2007. www.alumni-ipb.or.id.
- Amri, K. 2005. *Menyelamatkan Lingkungan Dengan Nata De Cacao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Apotik online dan media informasi obat – penyakit. 2007. *Nutrisi dan Metabolisme*. 26 April 2007. www.medicastore.com.
- 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.
- BPTP Lampung. 2007. *Standar Prosedur Operasional Fermentasi Kakao*. 5 Maret 2007. bptplampung@telkom.net
- Dachriyanus. 2002. *Analisis Struktur Senyawa Organik secara Spektroskopi*. Andalas University Press. Hal. 1 – 9.
- Departemen of Human Nutrition. 2007. *Vitamin A (Retinol)*. 15 Maret 2007. Ohio State University.
- Dumadi, S.R. 2000. *Hubungan Penyimpanan Buah kakao Dengan Perubahan Gula dan Pengasaman Biji Selama Proses Fermentasi*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.2.(3). Hal. 33 – 39.
- Hardjasmita,H.P. 1991. *Ikhtisar Biokimia Dasar*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Hal. 27-32.
- Ismayadi, C. *Pengolahan Hulu Hilir Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan kakao Indonesia.
- Judoamidjojo, M, A.A. Darwis, E.G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers, jakarta. Hal. 1 – 12.
- Kelompok Perhimpunan Mahasiswa Mikrobiologi III, Fakultas Pertanian UGM. 1983. *Perbaiki Fermentasi CIU (Alkohol) dan Proses Penyulingannya*. Edisi Pertama. PN. Balai Pustaka. Hal. 16 – 22.
- Khosam, Ali. 2002. *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).

- Lehninger, A.L 1981. **Biochemistry**. Second edition. Worth Publishers, inc, New York. Hal. 352-355, 357-358.
- Mulato, S. 2006. **Paket Teknologi Alat mesin Pengolahan Kakao Terpadu**. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulato, S, S. Sukanto, S. Widyotomo. 2007. **Sentralisasi Pengolahan Kakao Rakyat Untuk Peningkatan dan Pemanfaatan produk samping**. 22 Februari 2007. <http://mekanisme.litbang.deptan.go.id>.
- Noer, S. 2006. **Budidaya dan Pasca Panen Tanaman Kakao**. Dinas Perkebunan Propinsi Sumatera Barat. Hal. 1 – 13.
- Nogrady, T. 1992. **Kimia Medisinal**. Terbitan kedua. ITB Bandung. Hal. 493-499.
- Othman, A, A. Ismail, N. W. Ghani, I. Adenan. 2007. **Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans**. Food Chemistry. 100. Hal. 1523 – 1530.
- Pomeranz, Y., C.E. Meloan. 1987. **Food Analysis Theory and Practice**. Second edition. An Avi Book, New York. Hal. 51-61.
- Prabowo, A.A, A. B. Santoso, A. Wibawa, E. Sulistyawati, H. Winarno. 2006. **Panduan Lengkap Budi Daya Kakao**. Agromedia Pustaka. Hal. 1-15.
- PT. Multi Tama Mulia. **Proses Fermentasi Biji Cokelat**. PT. Multi Tama Mulia.
- Siregar, T.H.S, S.Riyadi dan L. Nuraeni. 1988. **Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat**. Penebar Swadaya, Jakarta. Hal. 25-27.
- The Lipid Library. **Tocopherols and Tocotrienols**. 15 Maret 2007. © w.w. Christie.
- 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_Teknologi_kakao.pdf).
- Widyotomo, S, S. Mulato dan Yusianto. **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>
- Winarno, F.G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal. 120-129.

Lampiran 1 : Foto-foto Tanaman dan Buah Kakao

Gambar 9. Tanaman Kakao Warna Hijau dan Merah



Gambar 10. Buah Kakao Warna Hijau dan Merah yang Telah Masak



Lampiran 2 : Bagian-bagian Buah kakao

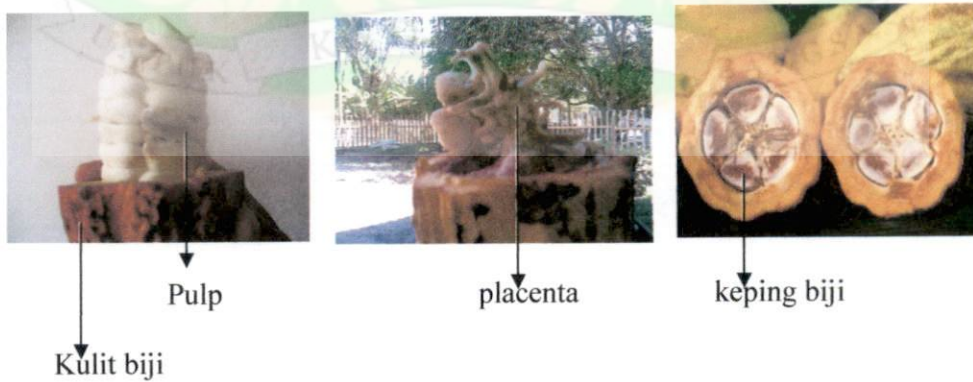
Gambar 11. Isi Buah Kakao Warna Hijau



Gambar 12. Isi Buah Kakao Warna Merah



Gambar 13 : Bagian-Bagian dari Buah Kakao



Lampiran 3 : Skema Kerja

1. Pembuatan Sampel Kakao Fermentasi



2. Pembuatan Sampel Kakao Non Fermentasi



Buah kakao dipetik



Setelah diperam



Setelah dikupas



Setelah dikeringkan



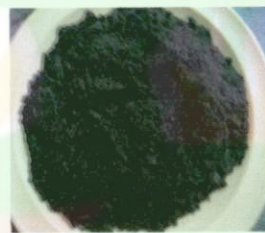
Setelah dicuci



Biji terpisah



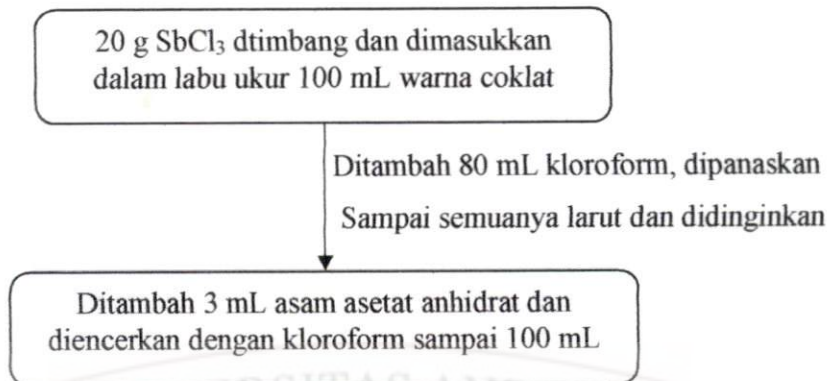
Biji kering dibelah



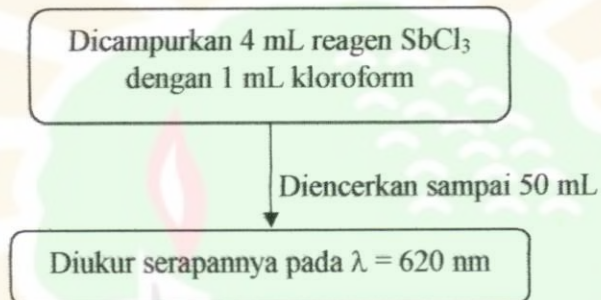
Setelah jadi bubuk (sampel)



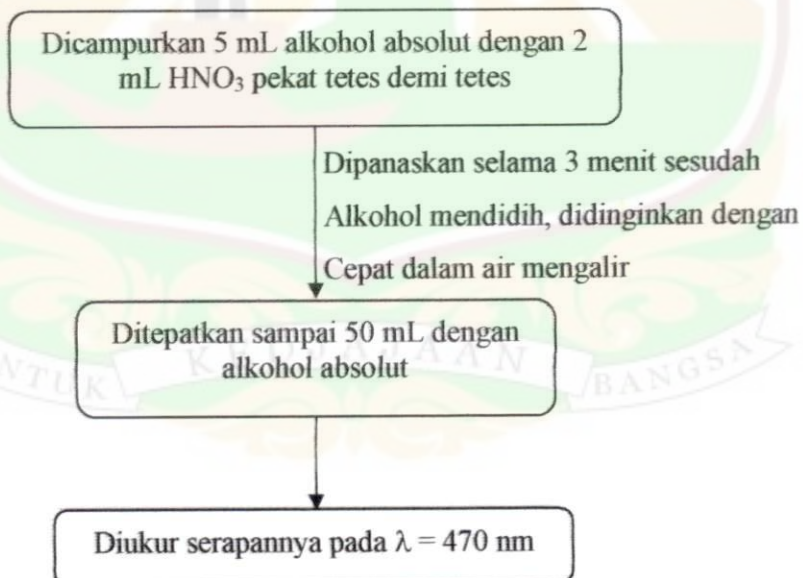
3. Pembuatan Reagen Antimon Triklorida



4. Pembuatan Larutan Blanko Untuk penentuan Kadar Vitamin A



5. Pembuatan Larutan Blanko Untuk penentuan Kadar Vitamin E



6. Pembuatan Larutan Standar Vitamin A

Ditimbang 2,5 mg vitamin A dan dilarutkan dengan kloroform sampai 50 mL

Larutan stok : 50 $\mu\text{g/mL}$

Dipipet 1, 2, 3, 4 dan 5 mL larutan stok

Dimasukkan ke labu ukur 25 mL + 2,5 mL SbCl_3

Ditepatkan dengan kloroform sampai tanda

Deretan larutan standar dengan konsentrasi 2, 4, 5, 8 dan 10 $\mu\text{g/mL}$

Diukur serapannya pada $\lambda = 620 \text{ nm}$

7. Pembuatan Larutan Standar Vitamin E

Ditimbang 2,5 mg vitamin E dan dilarutkan dengan alkohol absolut sampai 50 mL

Larutan stok : 50 $\mu\text{g/mL}$

Dipipet 1, 2, 3, 4 dan 5 mL larutan stok

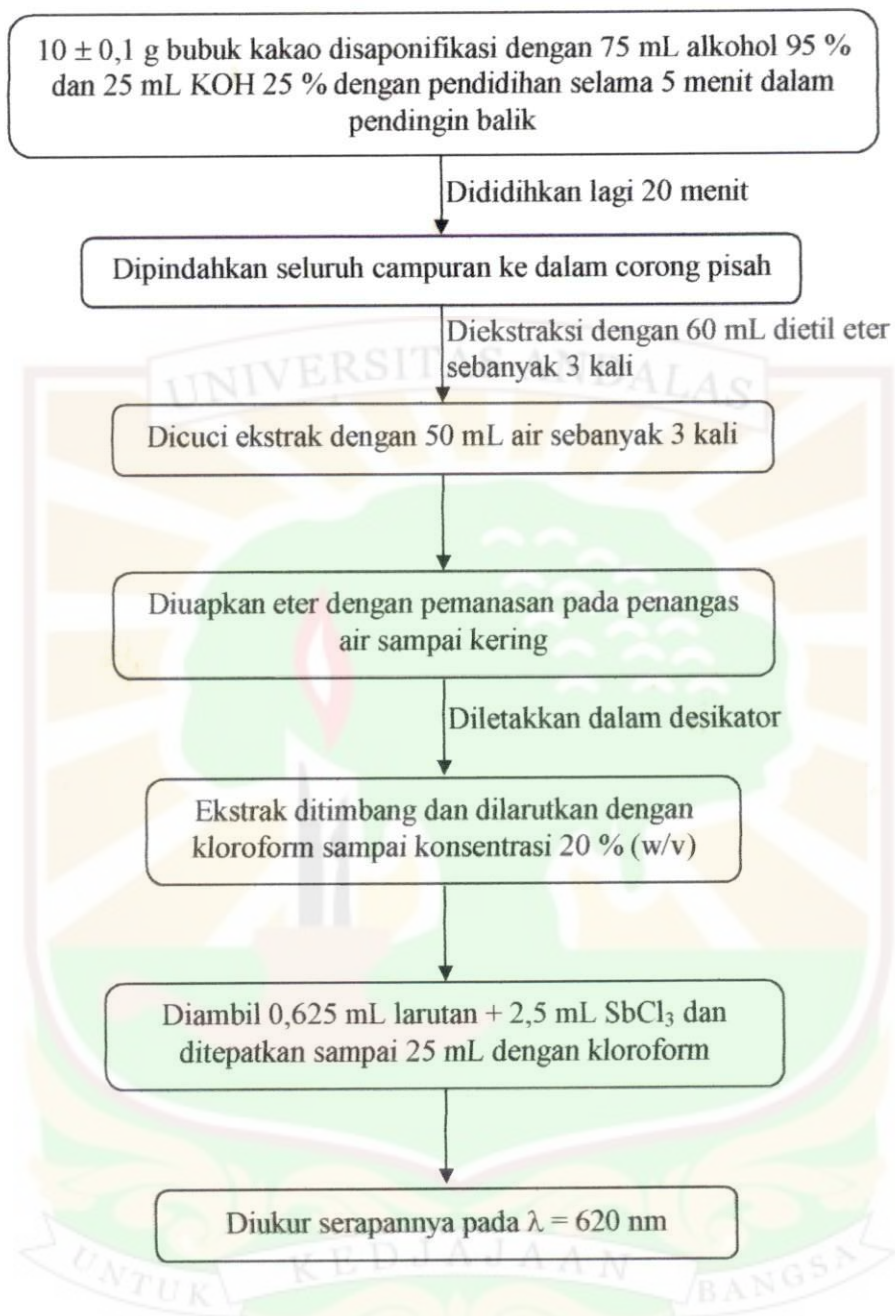
Dimasukkan ke labu ukur 25 mL + 15 mL alkohol absolut + 2 mL HNO_3 pekat

Dipanaskan selama 3 menit setelah alkohol mulai mendidih, didinginkan dengan cepat dalam air mengalir dan ditepatkan sampai tanda dengan alkohol absolut

Deretan larutan standar dengan konsentrasi 2, 4, 5, 8 dan 10 $\mu\text{g/mL}$

Diukur serapannya pada $\lambda = 470 \text{ nm}$

8. Pembuatan Larutan sampel Untuk Penentuan kadar Vitamin A



9. Pembuatan Larutan sampel Untuk Penentuan kadar Vitamin E

10 g bubuk kakao disokletasi dengan petroleum benzena selama 6 jam

1 g lemak hasil + 10 mL alkohol absolut + 20 mL H₂SO₄ 1 M dalam alkohol direfluks selama 45 menit

Didinginkan + 50 mL air

Dipindahkan seluruh campuran ke dalam corong pisah beserta 50 mL air bilasan

Diekstraksi dengan 30 mL dietil eter sebanyak 5 kali

Dicuci ekstrak dengan 50 mL air sampai bebas asam

Diuapkan ekstrak dengan pemanasan pada penangas air dengan suhu rendah sampai kering

Diletakkan dalam desikator

Residu dilarutkan dengan 10 mL alkohol absolut

Dipindahkan ke labu ukur 25 mL

Ditambah 5 mL alkohol absolut + 2 tetes HNO₃ pekat

Dipanaskan pada penangas air 90 °C selama 3 menit setelah alkohol mulai mendidih, didinginkan dalam air mengalir

Diambil 2 mL larutan dan diencerkan dengan alkohol absolut sampai 25 mL

Diukur serapannya pada $\lambda = 470 \text{ nm}$

Lampiran 4 : Data-data Hasil Penelitian

1. Penetapan Kadar Air

Tabel 9 : Hasil penentuan massa sampel sebelum dan setelah pemanasan

No.	Sampel	Massa cawan kosong	Massa sampel	
			Sebelum pemanasan	Setelah pemanasan
1	Hijau Non Fermentasi	21,8818	5,0522	4,8181
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

2. Perhitungan Kadar Air

- a. Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi

$$\text{Kadar air} = 5,0522 - 4,8181 = 0,2341 / 5,0522 \times 100 \% = 4,634 \%$$

- b. Menghitung Kadar air dalam biji kakao varietas hijau fermentasi

$$\text{Kadar air} = 5,0433 - 4,7647 = 0,2786 / 5,0433 \times 100 \% = 5,524 \%$$

- c. Menghitung kadar air dalam biji kakao varietas merah non fermentasi

$$\text{Kadar air} = 5,0970 - 4,8513 = 0,2457 / 5,0970 \times 100 \% = 4,820 \%$$

- d. Menghitung kadar air dalam biji kakao merah fermentasi

$$\text{Kadar air} = 5,1619 - 4,8915 = 0,2704 / 5,1619 \times 100 \% = 5,238 \%$$

3. Penentuan Konsentrasi Vitamin A pada Larutan sampel

Tabel 10. Hasil pengukuran absorban sampel vitamin A terhadap konsentrasi

No.	Sampel	Absorban	Konsentrasi	
			(ppm)	Rata-rata konsentrasi
1	Hijau Non Fermentasi	0.0967	14.4500	14.4333
		0.0965	14.4167	
		0.0966	14.4333	
2	Hijau Fermentasi	0.4855	79.2500	80.1556
		0.4921	80.3500	
		0.4952	80.8667	
3	Merah non fermentasi	0.1369	21.1500	21.2944
		0.1377	21.2833	
		0.1387	21.4500	
4	Merah fermentasi	0.6347	104.1167	101.0722
		0.6172	101.2000	
		0.5974	97.9000	

4. Perhitungan Kandungan Vitamin A dalam Sampel

- a. Menghitung kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi

Konsentrasi vitamin A dalam sampel = 14,4333 ppm = 14,4333 mg/L

Kandungan vitamin A dalam 0,5085 g lemak kakao

$$= 14,4333 \text{ mg/L} \times 0,00254 \text{ L} / 0,5085 \text{ g} \times 25 \text{ mL} / 0,625 \text{ mL} = 2,884 \text{ mg/g}$$

- b. Menghitung kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas hijau fermentasi

Konsentrasi vitamin A dalam sampel = 80,1556 ppm = 80,1556 mg/L

Kandungan vitamin A dalam 0,7870 g lemak kakao

$$= 80,1556 \text{ mg/L} \times 0,00393 \text{ L} / 0,7870 \text{ g} \times 25 \text{ mL} / 0,625 \text{ mL} = 16,011 \text{ mg/g}$$

- c. Menghitung kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas merah non fermentasi

Konsentrasi vitamin A dalam sampel = 21,2944 ppm = 21,2944 mg/L

Kandungan vitamin A dalam 0,6698 g lemak kakao

$$= 21,2944 \text{ mg/L} \times 0,00335 \text{ L} / 0,6698 \text{ g} \times 25 \text{ mL} / 0,625 \text{ mL} = 4,260 \text{ mg/g}$$

- d. Menghitung kandungan vitamin A dalam biji kakao varietas merah fermentasi

Konsentrasi vitamin A dalam sampel = 101,0722 ppm = 101,0722 mg/L

Kandungan vitamin A dalam 0,9574 g lemak kakao

$$= 101,0722 \text{ mg/L} \times 0,00478 \text{ L} / 0,9574 \text{ g} \times 25 \text{ mL} / 0,625 \text{ mL} = 20,185 \text{ mg/g}$$

5. Penentuan Konsentrasi Vitamin E pada Larutan Sampel

Tabel 11. Hasil pengukuran absorban sampel vitamin E terhadap konsentrasi

No.	Sampel	Absorban	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata konsentrasi
1	Hijau Non Fermentasi	0.0331	32.1000	31.6333
		0.0326	31.6000	
		0.0322	31.2000	
2	Hijau Fermentasi	0.0482	47.2000	47.3000
		0.0483	47.3000	
		0.0484	47.4000	
3	Merah non fermentasi	0.0339	32.9000	33.1667
		0.0340	33.0000	
		0.0346	33.6000	
4	Merah fermentasi	0.0673	66.3000	64.0667
		0.0642	63.2000	
		0.0637	62.7000	

6. *Perhitungan Kandungan Vitamin E dalam Sampel*

- a. Menghitung kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas hijau non fermentasi

$$\text{Konsentrasi vitamin E dalam sampel} = 31,6333 \text{ ppm} = 31,6333 \text{ mg/L}$$

Kandungan vitamin E dalam 1,000 g lemak kakao

$$= 31,6333 \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L/1,000 g} \times 25 \text{ mL/2 mL} = 9,885 \text{ mg/g}$$

- b. Menghitung kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas hijau fermentasi

$$\text{Konsentrasi vitamin E dalam sampel} = 47,3000 \text{ ppm} = 47,3000 \text{ mg/L}$$

Kandungan vitamin E dalam 1,000 g lemak kakao

$$= 47,3000 \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L/1,000 g} \times 25 \text{ mL/2 mL} = 14,781 \text{ mg/g}$$

- c. Menghitung kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas merah non fermentasi

$$\text{Konsentrasi vitamin E dalam sampel} = 33,1667 \text{ ppm} = 33,1667 \text{ mg/L}$$

Kandungan vitamin E dalam 1,000 g lemak kakao

$$= 33,1667 \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L/1,000 g} \times 25 \text{ mL/2 mL} = 10,365 \text{ mg/g}$$

- d. Menghitung kandungan vitamin E dalam biji kakao varietas merah fermentasi

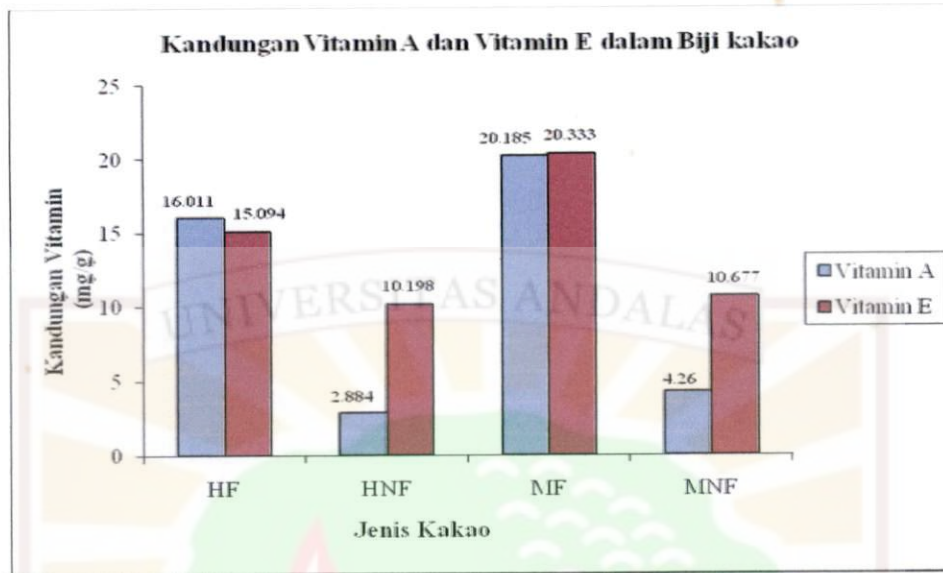
$$\text{Konsentrasi vitamin E dalam sampel} = 64,0677 \text{ ppm} = 64,0677 \text{ mg/L}$$

Kandungan vitamin E dalam 1,000 g lemak kakao

$$= 64,0677 \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L/1,000 g} \times 25 \text{ mL/2 mL} = 20,021 \text{ mg/g}$$

7. Kurva Kandungan Vitamin A dan E dalam Biji Kakao

Gambar 14. Kurva batang kandungan vitamin A dan E dalam biji kakao



MILIK
UNIT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA