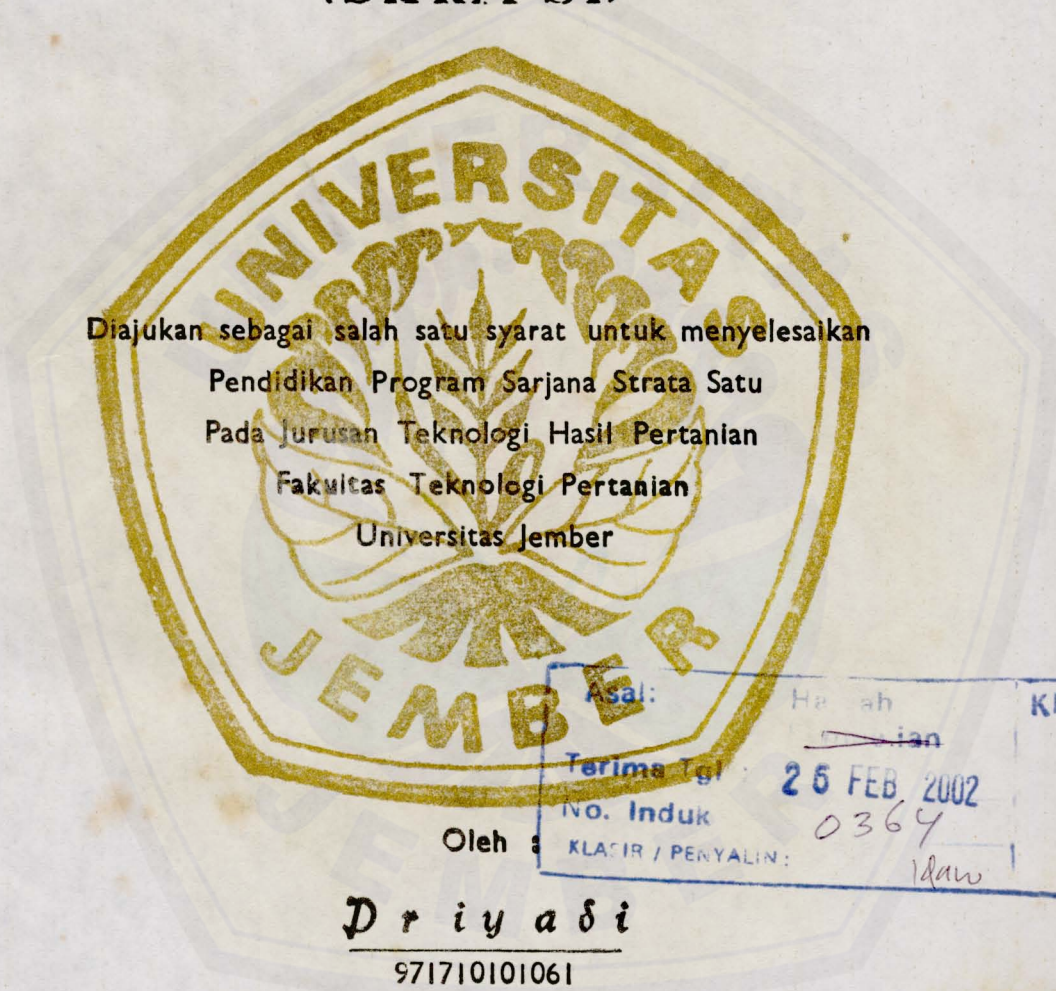




**PENGARUH PENGGUNAAN RAGI KERING
DARI ISOLAT KHAMIR SELAMA PROSES FERMENTASI
TERHADAP MUTU BIJI KAKAO (*Theobroma cacao, L.*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Program Sarjana Strata Satu
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Asal:	Halaman	Klass
Terima Tgl	25 FEB 2002	663.92
NO. Induk	0364	PR1
Oleh :	KLACIR / PENYALIN:	P
	Idaw	C-1

D r i y a d i

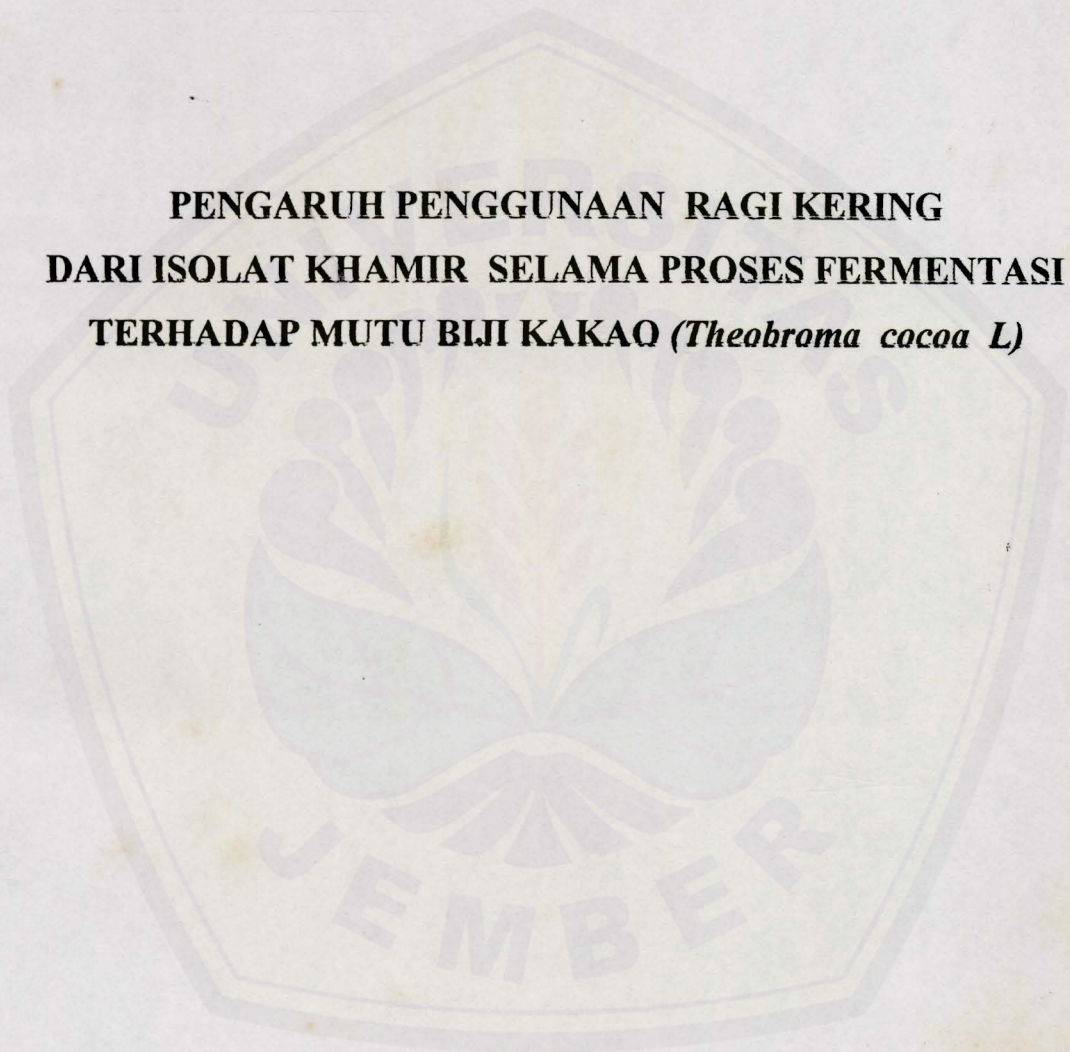
971710101061

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

2002

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH PENGGUNAAN RAGI KERING
DARI ISOLAT KHAMIR SELAMA PROSES FERMENTASI
TERHADAP MUTU BIJI KAKAO (*Theobroma cocoa L*)**

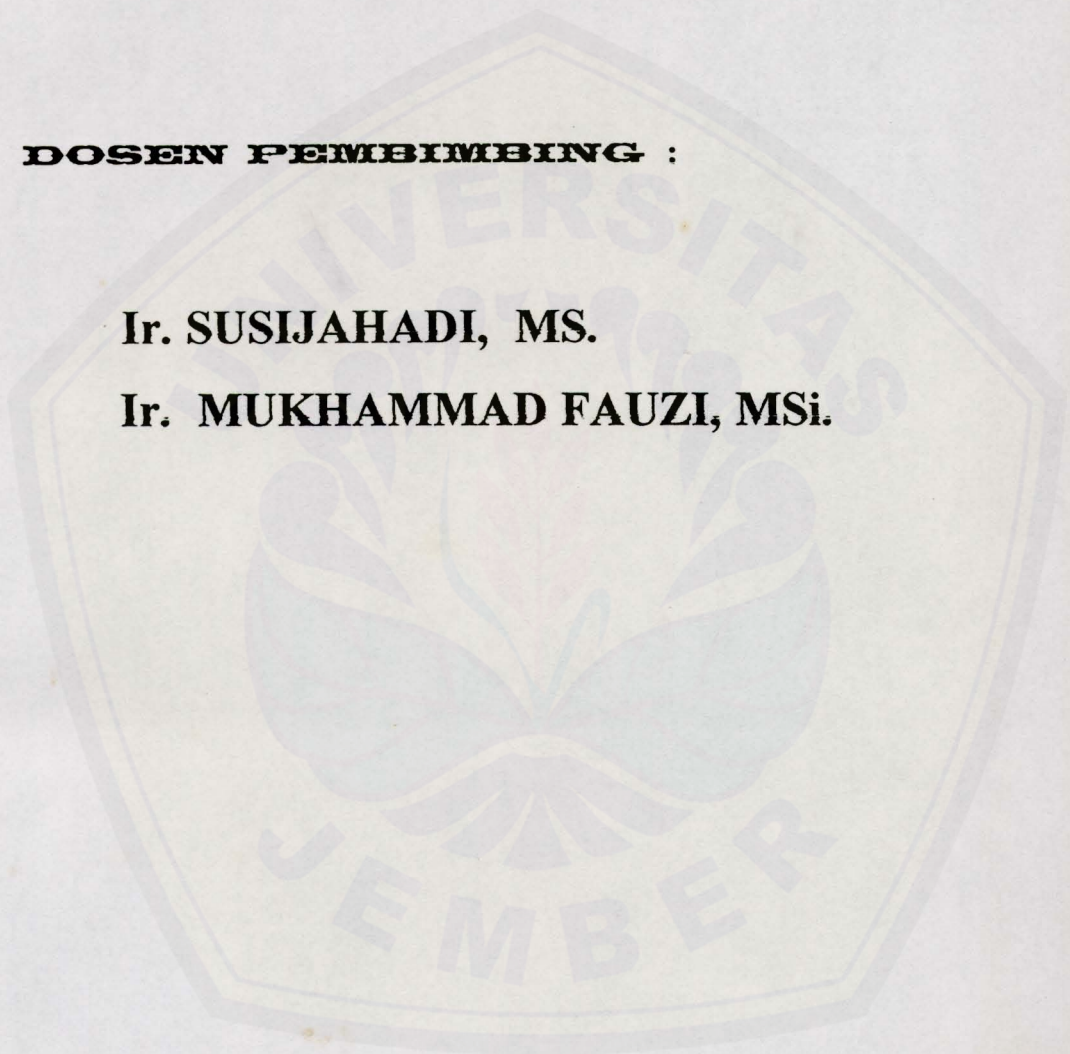


HALAMAN PEMBIMBING

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. SUSIJAHADI, MS.

Ir. MUKHAMMAD FAUZI, MSi.



HALAMAN MOTTO

MOTTO :

Orang yang tidak tahu adalah orang yang bodoh, orang yang tahu tetapi tidak bisa adalah orang yang lebih bodoh, orang yang tahu dan bisa tetapi tidak melakukan adalah orang yang paling bodoh.

(My self)

Hidup adalah perjuangan panjang. Mati sebagai syahid atau menang sebagai pahlawan.

(My self)

Hidup ini ada dalam keseimbangan, sesungguhnya di dalam kekuatan tersembunyi kelemahan dan didalam kelemahan tersimpan kekuatan.

(My self)

Adalah hawa yang menyebabkan Adam keluar dari surga karena keinginannya.

(Kahlil Gibran)

Halaman persembahan

Karya Ilmiah Tertulis ini kupersembahkan Kepada :

- *Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan segala – galanya untukku. “Terima kasih Ayah, Ibu, ananda takkan sanggup membalas budi kasih dan sayangmu, hanya sujud baktiku terhaturkan selalu untukmu”.*
- *Bangsa dan negaraku Indonesia, Merah darahku dan putih tulangku.*
- *Almamaterku, semoga tetap hijau selalu.*
- *Tanah kelahiranku tercinta (2 Band CT), disanalah tangisku pertama terdengar.*
- *Semua keluarga di rumah, yang selalu memberikan dorongan semangat.*
- *Adik – adikku tersayang, Meitha “Minthuk”, Rahadi Yadi, dan Lia kecil yang manis.*
- *Bidadari, Tuan Puteri, dan Cinderellaku tercinta, “kedatanganmu selalu ku nantikan”.*

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENGGUNAAN RAGI KERING
DARI ISOLAT KHAMIR SELAMA PROSES FERMENTASI
TERHADAP MUTU BIJI KAKAO (*Theobroma cocoa L*)**

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

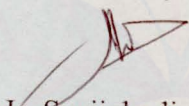
Hari : Rabu

Tanggal : 30 Januari 2002

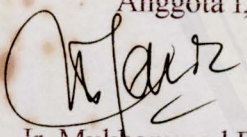
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji :

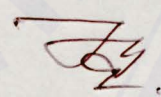
Ketua,


Ir. Susijahadi, MS.
NIP. 130 287 109

Anggota I,


Ir. Mukhammad Fauzi, MSi.
NIP. 131 865 702

Anggota II,


Ir. Unus, MS.
NIP. 130 368 786

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember




Ir. Hj. Siti Hartanti, MS.
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sedalam-dalamnya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "**Pengaruh Penggunaan Ragi Kering dari Isolat Khamir Selama Proses Fermentasi Terhadap Mutu Biji Kakao (*Theobroma cocoa L*)**".

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulis sadar bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari orang lain, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada :

1. Ibu Ir. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU), yang telah memberikan izin dan kesempatan memberikan bimbingan, petunjuk, nasehat serta saran-saran kepada penulis untuk menyusun Karya Ilmiah Tertulis ini.
3. Bapak Ir. Mukhammad Fauzi, MSi., Dosen Pembimbing Anggota (DPA) I, yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, nasehat serta saran-saran, sejak awal sampai akhir terselesaikannya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Bapak Ir. Unus, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) II, yang telah memberikan petunjuk dan koreksi dalam penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. DUE Project dengan *Research Grant*-nya yang telah memberikan dana penelitian Karya Ilmiah Tertulis ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, yang turut membantu mengantarkan dalam memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
7. Para Teknisi di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Mbak Wim, Mas Mistar, Mbak Sari, Mbak Widi, Mbak Ketut, Mas Tashor, dan Mas Dian yang telah memberikan pengarahan sehingga penulis dapat melakukan penelitian dengan baik.
8. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membina kerja sama yang baik selama penelitian, Yeni, Ila, Wiwid dan Atiek serta semua sahabat di FTP '97.
9. Kawan – kawanku “ Jalak 19 Gank “ terutama para menteri – menteriku, Pelok, Zainul, Bang Barlian, Bang Cutut, Bang Anis, Rokhit, Rizal, Dargo, Tuan President mengucapkan terima kasih banyak atas kebersamaan dan canda tawa kita selama ini.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu kelancaran penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, seperti pepatah “ tak ada gading yang tak retak “ sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan Karya Tertulis Ilmiah ini.

Harapan penulis semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan dan aplikasinya di bidang Teknologi Hasil Pertanian.

Jember, Januari 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RINGKASAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Tanaman Kakao	4
2.2 Biji Kakao.....	5
2.3 Fermentasi Kakao.....	6
2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi Fermentasi Biji Kakao.....	8
2.5 Perubahan yang terjadi Selama Fermentasi	9
2.6 Mikroorganisme pada Fermentasi	9
2.7 Perubahan pada Biji Kakao yang Berkaitan dengan Mutu Kakao Kering	11
2.8 Perubahan Komposisi Kimia Biji.....	12
2.9 Penggolongan Mutu.....	13
2.10 Hipotesa.....	15

III.	BAHAN DAN METODE PENELITIAN	16
	3.1 Bahan dan Alat Penelitian	16
	3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
	3.3 Metode Penelitian	16
	3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
	3.4.1 Persiapan	17
	3.4.2 Pelaksanaan	18
	3.5 Pengamatan dan Prosedur Pengamatan Parameter	20
	3.6 Pengaturan Suhu dan Aerasi.....	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
	4.1 Tingkat Keasaman (pH) Pulp	23
	4.2 Tingkat Keasaman (pH) Keping Biji Basah	25
	4.3 Tingkat Keasaman (pH) Keping Biji Kering	27
	4.4 Kadar Kulit Biji	29
	4.5 Jumlah Biji / 100 Gram	31
	4.6 Kadar Total Asam	33
	4.7 Indeks Fermentasi	35
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	38
	5.1 Kesimpulan	38
	5.2 Saran.....	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Komposisi Biji Kakao	5
2.	Komposisi Kimia Pulp Biji Kakao.....	5
3.	Komposisi Kimia Biji Kakao	6
4.	Syarat Mutu Umum.....	13
5.	Syarat Mutu Khusus.....	13
6.	Spesifikasi Persyaratan Mutu.....	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Bagan perubahan-perubahan yang terjadi selama fermentasi pada biji kakao.....	7
2.	Bagan prosedur kerja proses pengolahan kakao.....	19
3.	Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-pulp.....	23
4.	Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-keping biji basah.....	25
5.	Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-keping biji kering.....	27
6.	Hubungan antara lama fermentasi dengan kadar kulit.....	30
7.	Hubungan antara lama fermentasi dengan jumlah biji per 100 gram.....	32
8.	Hubungan antara lama fermentasi dan kadar total asam.....	34
9.	Hubungan antara lama fermentasi dengan nilai indeks fermentasi.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Grafik pengaturan suhu inkubator pada proses fermentasi	41
2.	Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) pulp, Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) keping biji basah, dan Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) keping biji kering.....	42
3.	Tabel data pengukuran kadar kulit, Tabel data pengukuran Jumlah Biji / 100 Gram, dan Tabel data pengukuran kadar total asam (equivalen mL NaOH 0,01 N)	43
4.	Tabel data pengukuran nilai indeks fermentasi	44
5.	Perhitungan jumlah ragi (gram) yang ditambahkan pada perlakuan.....	45

Pengaruh Penggunaan Ragi Kering dari Isolat Khamir selama Proses Fermentasi terhadap Mutu Biji Kakao (*Theobroma cocoa L.*), disusun oleh Priyadi (971710101061), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing Utama (DPU) : Ir. SUSIJAHADI, MS., dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) : Ir. MUKHAMMAD FAUZI, Msi.

RINGKASAN

Di Indonesia, kakao merupakan tanaman komoditi perdagangan yang mempunyai prospek yang cerah. Tahun 1999, luas areal tanaman kakao mencapai 532.762 Ha. terutama ada pada perkebunan rakyat. Kakao Indonesia terutama kakao rakyat dianggap bermutu rendah. Untuk meningkatkan mutu, salah satu tahap penting dalam pengolahan adalah fermentasi, dimana khamir merupakan mikroorganisme yang penting dalam tahap ini. Penggunaan isolat khamir bentuk cair dalam proses fermentasi pernah dilakukan namun penggunaannya tidak aplikatif, resiko kontaminasi dan biaya tinggi.

Pembuatan ragi kering dari isolat khamir dapat menurunkan hambatan – hambatan tersebut. Ragi tersebut dibuat dengan menggunakan bahan – bahan dengan perbandingan tepung beras 3,24 gram, tepung kecambah kedelai 36,76 gram dan kayu manis 0,03 gram. Kemudian khamir ditambahkan dalam campuran bahan tersebut, dan dikeringkan dengan oven vakum. Perlakuan ini adalah hasil penelitian dari beberapa peneliti (mahasiswa) sebelumnya yang selanjutnya digunakan sebagai *starter* dalam proses fermentasi biji kakao.

Penelitian ini dilaksanakan sejak Juli – Desember 2001 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian, dan biji kakao yang digunakan dalam fermentasi adalah jenis kakao lindak (*bulk cocoa*). Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan terdiri atas : A0 (tanpa ragi), A1 (dengan ragi mengandung 10 % jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp), A2 (dengan ragi mengandung 20 % jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp), A3 (dengan ragi mengandung 30 % jumlah

maksimal fase log sel khamir per gram pulp), A4 (dengan ragi mengandung 40 % jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp), dan tiap – tiap perlakuan dilakukan 2 kali ulangan.

Parameter pengamatan meliputi pH-pulp, pH-keping biji basah, pH-keping biji kering, kadar kulit, jumlah biji per 100 gram, kadar total asam, dan indeks fermentasi. Data hasil penelitian dianalisa secara *diskriptif*, dimana data yang diperoleh disajikan dalam tabel dan grafik kemudian dilakukan pembahasan.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan ragi akan menaikkan pH-pulp di awal fermentasi. pH-keping biji basah akan turun lebih cepat daripada tanpa penambahan ragi, pH-keping biji kering mempunyai nilai 5,5 setelah fermentasi selama 3 hari, hal ini menunjukkan derajat keasamannya sudah baik. Kadar kulit biji semakin rendah dan jumlah biji per 100 gram semakin banyak. Total asam akan meningkat serta indeks fermentasinya juga mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada tanpa penambahan ragi.

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan ragi yang mengandung 10 % dari jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp dapat memberikan hasil yang baik terhadap mutu kakao yang dihasilkan, serta waktu fermentasi dapat dipersingkat menjadi 72 jam fermentasi telah cukup untuk meningkatkan mutu kakao, terutama kakao lindak.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, biji kakao termasuk tanaman komoditi perkebunan yang mempunyai prospek cerah untuk dikembangkan. Perhatian Pemerintah untuk mengembangkan komoditi ini semakin besar, ditunjukkan semakin luasnya areal pertanaman kakao dewasa ini. Potensi komoditi kakao Indonesia dapat dilihat dari perkembangan luas areal pertanaman secara nasional. Pada tahun 1985 luas areal pertanaman hanya mencapai 97.782 Ha dan pada tahun 1999 diperkirakan mencapai 532.762 Ha. Perkembangan areal pertanian lahan terutama ada pada pertanian rakyat (Dirjen Perkebunan, 1998).

Namun peningkatan tersebut perlu juga diimbangi dengan perbaikan mutu agar lebih bersaing di pasaran internasional. Hal ini karena kakao yang berasal dari Indonesia terutama hasil dari perkebunan rakyat masih dianggap bermutu rendah terlebih lagi bila dibandingkan dengan kakao yang berasal dari Afrika Barat. Untuk meningkatkan daya saing maka perlu usaha peningkatan mutu, efisiensi, dan promosi (Hardjosuwito, dkk., 1985).

Fermentasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam pengolahan biji coklat, karena selama proses ini berlangsung akan terjadi perubahan fisika, kimia, dan biologi pada biji kakao. Perubahan tersebut, terutama dari segi warna, aroma, rasa dan konsistensi biji (Away, 1984).

Pada tahap awal fermentasi mikroorganisme yang paling aktif adalah khamir. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang sesuai untuk pertumbuhannya. Khamir dapat mengubah gula menjadi alkohol, juga mampu menghancurkan pulp karena khamir mempunyai enzim pektinase.

Salah satu usaha peningkatan mutu biji kakao untuk dapat bersaing lebih ketat di pasaran internasional adalah dengan melakukan fermentasi biji kakao dengan penambahan isolat khamir yang diperoleh dari habitatnya (Susijahadi, dkk., 2000). Fermentasi yang dilakukan pada pengolahan kakao rakyat yang mempunyai jumlah produksi sedikit selama ini kurang sempurna karena suhu

fermentasi yang optimal tidak tercapai. Away (1984) mencoba fermentasi mini dengan kotak berdiding ganda namun suhu fermentasi tidak dapat mencapai 45 °C (Yusianto, 1992).

Berdasarkan hal tersebut maka perlu di upayakan untuk penggunaan isolat khamir yang lebih aplikatif yaitu dengan penggunaan isolat khamir dalam bentuk ragi serta pada pengolahan kakao rakyat dengan produksi yang rendah, tidak mungkin dicapai suhu fermentasi yang optimal, diperlukan suhu tambahan dari luar proses fermentasi itu sendiri sehingga dengan input suhu tersebut suhu fermentasi optimal dapat terjadi.

Untuk itu perlu dipelajari pengaruh penggunaan isolat khamir kering dalam bentuk ragi kering pada proses fermentasi serta hubungannya dengan mutu biji kakao kering yang dihasilkan khususnya sesuai dengan syarat standart Nasional Indonesia yaitu SNI : 01 - 2323 - 1995/Rev. 1994.

1.2 Permasalahan

Isolat khamir yang ditambahkan pada proses fermentasi yang digunakan selama ini dalam bentuk cair kurang aplikatif karena resiko kontaminasi dan biaya tinggi (Susijahadi, dkk., 2000). Oleh karena itu dibuat isolat khamir dalam biakan kering (ragi). Untuk itu perlu dipelajari biakan kering isolat khamir dalam bentuk ragi dalam proses fermentasi apakah dapat memberikan dampak yang baik terhadap mutu biji kakao setelah fermentasi terutama pada pengolahan kakao rakyat dimana hasil produksi sedikit dan suhu fermentasi optimal tidak dapat dicapai sehingga perlu *input* panas dari luar proses fermentasi itu sendiri.

1.3 Tujuan dan kegunaan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan ragi kering dari isolat khamir terpilih terhadap mutu biji kakao yang dihasilkan serta untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi penambahan ragi pada proses fermentasi dengan pengaturan suhu dari luar sehingga diketahui penambahan ragi yang mengandung sel khamir dalam jumlah tertentu dapat memberikan hasil terbaik terhadap mutu biji kakao.

Penelitian ini berguna untuk memberikan sumbangan pemikiran terhadap proses pengolahan biji kakao rakyat supaya dihasilkan mutu biji kakao kering yang baik.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman kakao

Susanto (1994), menyatakan bahwa kakao secara garis besar dapat dibagi menjadi dua tipe besar, yaitu *Criolo* dan *Forastero*. Tipe *Criolo* dibedakan menjadi *Criolo* Amerika Tengah dan *Criolo* Amerika Selatan, sedangkan *Forastero* dibedakan menjadi *Forastero* Amazon dan *Trinitario*.

Tanaman kakao (*Theobroma cocoa* L.) termasuk famili *Sterculiaceae*. Tanaman ini berasal dari hutan tropis di daerah Amerika Selatan yang kemudian tanaman ini diusahakan penanamannya oleh orang-orang Indian Aztex.

Sesungguhnya terdapat banyak jenis tanaman kakao, namun jenis yang paling banyak ditanam untuk produksi kakao besar-besaran menurut Sunanto (1992) hanya tiga jenis seperti berikut ini.

- a. Jenis *Criolo*, yang terdiri dari *Criolo* Amerika Tengan dan *Criolo* Amerika Selatan. Jenis ini menghasilkan biji kakao yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai kakao mulia (*fine flavour cocoa*, *choiced cocoa* atau *edel cocoa*). Buahnya berwarna merah atau hijau, kulitnya tipis berbintil-bintil kasar dan lunak. Biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan keping biji berwarna putih pada waktu basah.
- b. Jenis *Forastero*, banyak diusahakan di berbagai negara produsen kakao dan menghasilkan biji kakao yang mutunya rendah atau bulk cocoa atau dikenal juga sebagai *ordinary cocoa*. Buahnya berwarna hijau, kulitnya tebal, biji buahnya tipis atau genjang dan keping biji berwarna ungu pada waktu basah.
- c. *Trinitario*, merupakan campuran atau hibrida dari jenis *Criolo* dengan jenis *Forastero* secara alami, sehingga kakao jenis ini sangat heterogen, kakao *Trinitario* menghasilkan biji yang termasuk *fine flavour cocoa* dan ada yang termasuk *bulk cocoa*. Buahnya berwarna hijau atau merah dan bentuknya bermacam-macam. Biji buahnya juga bermacam-macam, sewaktu masih basah keping biji berwarna ungu muda sampai ungu tua.

2.2 Biji Kakao

Buah kakao yang masak terdiri atas kulit tebal yang mengandung 30-40 biji yang dikelilingi oleh pulp berlendir. Ukuran biji kakao sub grup *Forastero* lebih besar dari ukuran biji kakao *Criolo*. Pada dasarnya biji kakao terdiri atas dua bagian dan sangat berperan selama proses fermentasi, yaitu kulit biji (*testa*) dan keping biji. Kedua bahan ini selama fermentasi mengalami perubahan dan menimbulkan aroma dan rasa pada biji kakao. Komposisi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi biji kakao

Komposisi	Prosentase dari biji kering
Keping biji	89,60 %
Kulit	9,63 %
Germ (lembaga)	0,77 %

Sumber : Rohan (1963).

Pulp sebagian besar terdiri atas air dan sebagian kecil gula yang sangat berperan selama proses fermentasi biji kakao (Nasution, dkk., 1976). Menurut Rohan (1963), pulp merupakan jaringan halus berlendir dan melekat pada biji kakao sebagai media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, karena kaya akan bahan organik, antara lain glukosa dan sukrosa. Adapun komposisi secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia pulp biji kakao

Komponen	Prosentase
Air	80-90
Glukosa	8-13
Sukrosa	0,4-1,0
Pati	Sedikit
Asam tak menguap (Asam Sitrat)	0,2-0,4
Besi oksida	0,03
Garam (K, Na, Ca, Mg)	0,4-0,45

Sumber : Rohan (1963)

Nasution, dkk., (1976) mengemukakan bahwa biji kakao terdiri atas 2 bagian utama. Bagian yang pertama adalah kulit biji yang persentasenya 10 % sampai dengan 14 % dari berat kering biji. Sedangkan bagian kedua adalah keping biji (kotiledon) yang persentasenya 86 % sampai 90 % dari berat kering biji. Secara lengkap komposisi kimia biji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Biji Kakao

Komponen	Berat Kandungan (%)	
	Kotiledon	Kulit Biji
Air	2.1	3.8
Lemak	54.1	3.43
Abu	2.7	8.1
Total N	2.2	2.6
Protein	1.3	2.1
Theobromin	1.4	1.3
Kafein	0.7	0.1
Glukosa	0.1	0.1
Sukrosa	0	8.1
Pati	6.1	-
Pektin	4.1	8.0
Serat Kasar	2.1	18.6
Selulosa	1.9	13.6
Pentosan	1.2	7.0
Mucilage dan gums	1.8	9.1
Cocoa Purple/Cocoa Brown	4.2	2.0
Asam asetat	0.1	0.1
Asam Sitrat	-	0.7
Asam Oksalat	0.3	0.3

Sumber : Minife dalam Susijahadi *et. al.*, 1998

2.3 Fermentasi Kakao

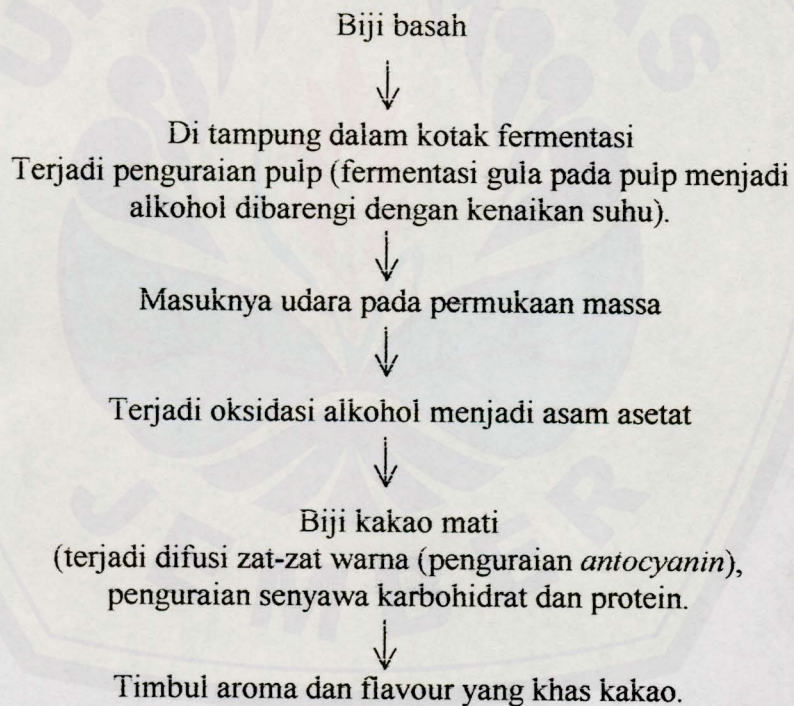
Fermentasi merupakan tahap penting dalam pengolahan biji kakao karena selama proses itu berlangsung akan terjadi berbagai perubahan fisika, kimia, dan biologis pada biji kakao dan perubahan ini akan mempengaruhi mutu biji coklat tersebut (Manurung, dkk., 1976).

Proses fermentasi pada biji kakao dapat berlangsung berbagai macam cara, misalnya cara tumpukan, menggunakan ranjang atau bak fermentasi. Penggunaan bak atau kotak fermentasi banyak digunakan oleh perkebunan-perkebunan besar.

Hal ini karena hasil fermentasi dengan menggunakan kotak lebih seragam dibandingkan dengan cara-cara lainnya (Nasution, dkk., 1976)

Disamping untuk melepaskan pulp, tujuan utama fermentasi adalah untuk mematikan biji sehingga perubahan dalam biji akan mudah terjadi, seperti peningkatan aroma dan rasa, serta perbaikan konsistensi biji (Siregar, 1992).

Menurut Susanto (1994), secara garis besar proses fermentasi ada dua macam yaitu *external* fermentasi dan *internal* fermentasi. *External* fermentasi adalah menghancurkan pulp yang melekat pada biji dengan bantuan mikro-organisme. Sedangkan *internal* fermentasi adalah perubahan kimia di dalam biji dengan bantuan enzim-enzim. Secara sistematis proses fermentasi dapat digambarkan seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan perubahan-perubahan yang terjadi selama fermentasi pada biji kakao

2.4. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Biji Kakao

Menurut Wood dan Lass (1985), faktor-faktor yang memengaruhi fermentasi biji kakao adalah sebagai berikut:

1. kematangan buah ;

pada percobaan yang dilakukan di Trinidad, Knapp (1926) menemukan bahwa buah yang belum matang tidak terfermentasi secara normal, suhunya mencapai 35 °C, setelah itu meningkat sampai 40 °C. Kehilangan berat selama fermentasi dan pengeringan lebih tinggi daripada normalnya sehingga hasil biji kering tidak lebih dari 21 % berat basah. Ukuran biji juga lebih kecil yaitu 1,05 gram dibandingkan untuk biji yang sudah matang. Hal ini menunjukkan bahwa buah yang belum matang pada percobaan tersebut tidak terfermentasi seluruhnya dan diduga karena pulp kekurangan gula. Sedangkan biji dari buah yang matang akan terfermentasi dengan baik.

2. penyakit buah ;

jika biji diserang penyakit maka akan mengakibatkan peningkatan asam lemak bebas dan coklat yang dihasilkan dari biji ini akan mempunyai flavour yang tidak normal.

3. jenis kakao ;

terdapat perbedaan mendasar antara jenis *Criolo* dan *Forastero* dalam fermentasinya. Jenis *Criolo* waktu fermentasinya pendek yaitu 2 sampai 3 hari, sedangkan jenis *Forastero* 3 sampai 7 hari dan kadang-kadang lebih lama. Akibat perbedaan ini pencampuran dari keduanya pada proses fermentasi sebaiknya dihindari.

4. penundaan pemecahan buah ;

pengaruh penundaan pemecahan buah mempercepat fermentasi 24 jam, hal ini ditunjukkan dengan peningkatan suhu yang cepat. Selama penundaan pemecahan buah, terjadi kehilangan kelembaban yang mereduksi jumlah *sweating* sekitar 50 % dan menyediakan aerasi lebih baik pada permulaan fermentasi. Di Papua Nugini, petani sudah dianjurkan agar penundaan pemecahan buah 3 atau 4 hari setelah panen untuk alasan tersebut.

5. pembalikan ;

tujuan pembalikan selama fermentasi adalah untuk membantu penetrasi udara dan memastikan keseragaman proses fermentasi yang terjadi.

2.5 Perubahan yang Terjadi Selama Fermentasi pada Pulp

Pulp mengalami dua perubahan penting yang terjadi selama fermentasi. Pertama, merupakan perubahan glukosa menjadi alkohol. Hal ini membawa suksesi pada khamir. Pada keadaan tersebut pulp hancur akibat dari enzim pektinase oleh khamir. Dengan demikian glukosa yang pada awalnya 11 % berkurang menjadi 1 - 2 % selama 24 - 48 jam. Tahap kedua adalah fermentasi asam asetat akibat aktifitas bakteri karena *perisa* biji kakao banyak mengandung alkohol (Wood dan Lass, 1985).

2.6 Mikroorganisme Pada Fermentasi

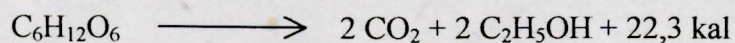
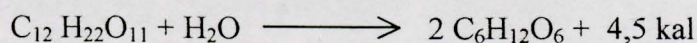
1. Khamir

khamir sangat sedikit ditemukan pada kakao segar, setelah dibuka selama 24 jam akan hadir populasi khamir. Khamir yang tumbuh tergantung situasi geografis dan tipe yang ada dan dibawa dari hasil asosiasi dengan pertumbuhan kakao dilingkungan yang berbeda. Pada fase awal fermentasi, khamir dalam kondisi anaerob secara aktif mengkonsumsi gula dan merubahnya menjadi alkohol. Nilai pH sebesar 2,5 - 4,5 dan suhu 25 - 40 °C adalah kondisi yang optimal bagi pertumbuhan khamir yang memacu aktifitasnya. Perubahan pH dan suhu yang terjadi selama fermentasi akan mempengaruhi kehidupan khamir. Pada saat kondisi lingkungan kurang cocok untuk pertumbuhan khamir maka pada masa fermentasi selanjutnya bakteri asam asetat mulai aktif yang akan mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat (Chatt, 1953).

Khamir sebagai mikroorganisme perintis selama pertumbuhannya dapat menghasilkan enzim-enzim antara lain pektase, yang menguraikan pektin menjadi alkohol dan asam pektin. Pektinase menguraikan asam pektin menjadi galaktosa, asam uron, dan arabinosa, serta asam cuka. Protopektin yang terurai merupakan

perekat dari lamela tengah sel sehingga menyebabkan jaringan pulp hancur dan mudah dihilangkan (Mansyur, dkk., 1978).

Aktivitas khamir merubah gula yang terdapat pada pulp menjadi etanol dan CO₂ menghasilkan reaksi eksotermis sebagai berikut :



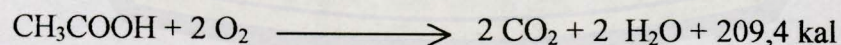
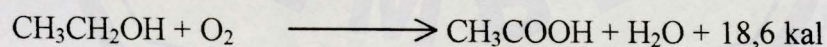
Perubahan ini menyebabkan suasana massa yang difermentasi lebih aerob dan diperoleh temperatur yang lebih tinggi. Disamping itu terjadi kenaikan pH pulp dari 3,6 menjadi 4,2 akibat disimilasi asam sitrat oleh khamir (Mansyur, dkk., 1978).

Pemberian oksigen yang berlebihan selama fermentasi menyebabkan sel khamir akan melakukan respirasi secara aerob. Dalam keadaan demikian enzim dari khamir dapat memecah senyawa gula lebih sempurna, akan dihasilkan karbon dioksida dan air serta dilepaskan energi (Winarno, 1992).

2. Bakteri

Fermentasi oleh khamir akan menyebabkan kenaikan suhu, pH serta kandungan alkohol memberikan kondisi yang cocok bagi pertumbuhan bakteri (Rohan, 1963). Bakteri asam asetat merupakan bakteri yang paling umum ditemukan selama proses fermentasi kakao dan beberapa peneliti juga menyebutkan terdapat bakteri asam laktat (Mansyur, dkk., 1978).

Aroma utama dalam fermentasi kakao adalah asam asetat yang merupakan hasil oksidasi dari etanol. Reaksi pembentukan asam asetat oleh bakteri dan reaksi oksidasinya digambarkan reaksi dibawah ini :



Pembentukan asam asetat merupakan faktor yang sangat penting dari proses kematian biji kakao. Asam asetat terbentuk sebesar 0,7 - 1,2 % setelah fermentasi selama 37 jam dan biji telah mati. Selain mematikan biji, asam asetat juga berpengaruh pada pembentukan aroma kakao (Mansyur, dkk., 1978).

3. Kapang

Pertumbuhan kapang dalam pengolahan biji kakao merupakan salah satu hal yang harus dihindari karena akan mengakibatkan rasa pahit (Rohan, 1963). Kakao terkontaminasi oleh kapang ketika aerasi terbatas, seperti timbunan yang tidak dilakukan pembalikan. Kapang yang ada sebagian besar adalah *Aspergilli sp.*, yang tumbuh baik pada suhu 37 °C sampai dengan 45 °C. Kapang yang tumbuh pada permukaan kulit tidak menimbulkan kerugian tetapi bila penetrasi hingga ke keping biji akan berakibat merusak warna dan aroma (Chatt, 1953)

2.7 Perubahan pada Biji Kakao yang Berkaitan dengan Mutu Kakao Kering.

Kematian biji sebenarnya merupakan salah satu tujuan dari proses fermentasi, karena proses selanjutnya pada fermentasi, yaitu oksidasi dari tanin yang hanya terjadi bila zat-zat tanin tersebut keluar dari dalam sel (Siregar, 1992).

Menurut Nasution, dkk., (1976), perubahan-perubahan yang terjadi setelah kematian biji antara lain : perubahan warna keping biji, meningkatkan aroma dan rasa, serta memperbaiki konsistensi keping biji kakao.

Selama proses fermentasi biji dan pulp kakao mengalami pengurangan berat sampai dengan 25%. Pengurangan berat ini terutama akibat terjadinya penguapan air, dan hanya sedikit yang disebabkan oleh adanya perubahan komposisi kimia kakao. Merosotnya pengurangan berat mencapai 40 % setelah pengeringan biji kakao pada kadar air antara 6-8 % (Chatt, 1953).

Bahan baku aroma terbentuk dari perubahan-perubahan di dalam keping biji kakao setelah biji mati selama fermentasi. Bahan baku aroma kakao tidak akan terbentuk apabila biji mati akibat pemanasan dengan suhu tinggi. Hal ini disebabkan bahan yang berperan dalam pembentuk aroma, terutama enzim-enzim telah mengalami kerusakan (Rohan, 1963).

Kandungan protein pada keping biji akan mengalami penurunan karena fermentasi, yaitu oleh aktifitas enzim proteolitik. Protein dipecah menjadi asam-asam amino dan peptida. Kenaikan protein terlarut akan menaikkan mutu kakao

karena akan menimbulkan *flavour* yang disukai serta menyebabkan *browning* atau warna coklat pada biji kakao (Knapp, 1926).

Antocyanin merupakan pigmen berwarna ungu dan merupakan ciri khas dari kakao lindak. *Antocyanin* keluar setelah biji mati akibat merembesnya asam asetat ke dalam biji dan meningkatnya suhu selama fermentasi, hingga dinding sel pecah. Pada kondisi aerobik warna ungu lambat laun berkurang, pada saat bersamaan terbentuk cairan berwarna coklat pada ruang antara kulit biji dan biji. Kedua komponen ini tetap ada di dalam biji setelah fermentasi. *Cyanin* yang merupakan zat warna ungu pada biji kakao akan dihancurkan selama proses fermentasi oleh enzim hidrolase menjadi gula dan *cyanidin*. Warna ungu menghilang oleh karena *cyanidin* bebas membentuk *leucoantocyanidin* yang stabil dan tidak berwarna. Akibat dari proses hidrolisa ini adalah kenaikan kadar *leucoantocyanidin* yang kemudian menurun kembali karena proses difusi ataupun berubah menjadi fraksi *tanin* yang lebih kompleks (Chatt dalam Alamsyah, 1991).

Indeks fermentasi merupakan tolok ukur derajat fermentasi secara kimiawi. Hasil pengukuran kimiawi ini lebih objektif dibandingkan dengan hasil uji belah (*cut test*), karena nilainya didasarkan pada tingkat absorbansi senyawa-senyawa hasil fermentasi dan pembentuknya. Senyawa hasil fermentasi adalah tanin kompleks berwarna coklat yang memberikan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 460 nm, senyawa yang berkurang selama fermentasi adalah antocyanin yang berwarna ungu dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 530 nm (Gourieva dan Tserevitinov dalam Yusianto, 1992).

2.8 Perubahan Komposisi Kimia Biji

Kandungan lemak pada keping biji akan mengalami penurunan walau dalam jumlah relatif kecil. Untuk menghindari pengurangan kandungan lemak dapat dilakukan dengan memperpendek waktu fermentasi (Nasution, dkk., 1976) sementara itu gula pereduksi dihasilkan dari hidrolisa sukrosa selama fermentasi dan merupakan faktor penting dalam pembentukan aroma kakao (Rohan, 1963).

Selama proses fermentasi, pH keping biji mengalami penurunan dan pada periode selanjutnya akan naik kembali. Peranan asam yang paling penting dalam

makanan secara umum adalah menyumbangkan rasa asam. Asam juga mempunyai kemampuan untuk memperbaiki dan memperjelas *perisa* yang lain, beberapa diantaranya dapat menyumbangkan aroma yang khas (Lindsay, dkk., dalam Sulistyowati, 1988).

2.9 Penggolongan Mutu

Yang dimaksud dengan biji kakao dalam standart biji kakao adalah biji buah kakao yang telah difermentasi, dibersihkan, dan dikeringkan. Apa yang dapat dijangkau oleh standart ialah penentuan batasan sifat-sifat yang erat berkaitan dengan kehendak atau keinginan konsumen. Standart tersebut mencakup syarat mutu, syarat pengujian mutu, syarat pengambilan contoh, dan syarat pengambilan biji.

Berdasarkan standart Nasional Indonesia (SNI), biji kakao Indonesia digolongkan menjadi 4, seperti berikut ini :

1. Berdasarkan jenis tanaman, biji kakao digolongkan dalam (a). jenis mulia (*fine cocoa*) dan (b). Jenis lindak (*bulk cocoa*).
2. Menurut jenis mutunya, biji kakao digolongkan dalam 2 jenis mutu (a). mutu I dan (b). mutu II.
3. Menurut ukuran berat jenisnya, yang dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gram contoh, biji kakao digolongkan dalam 5 golongan ukuran dengan penandaan (a). AA (= maksimal 85 biji per 100 gram), (b). A (= 85-100 biji per 100 gram), (c). B (= 101-110 biji per 100 gram), (d). C (= 111-120 biji per 100 gram), (e). S (= > 120 biji per 100 gram).
4. Sub standart, setiap partai biji kakao yang memenuhi spesifikasi persyaratan mutu umum maupun spesifikasi mutu khusus, kecuali untuk persyaratan biji tidak terfermentasi maksimal 20% (biji / biji).

Penetapan standart biji kakao khususnya di indonesia ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN) SNI 01-2323-1998/ Rev. 1995 yang meliputi syarat umum, syarat khusus, dan rekomendasi seperti terlihat pada **Tabel 4**, **Tabel 5**, **Tabel 6**.

Tabel 4. Syarat Mutu Umum

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar Air (b/b)	%	Maks 7,5
2.	Biji berbau asap dan atau abnormal dan atau berbaun asing	-	Tidak ada
3.	Serangga hidup	-	Tidak ada
4.	Kadar biji pecah dan atau pecahan biji dan atau pecahan kulit (b/b)	%	Maks 3
5.	Kadar benda-benda asing (b/b)	%	Maks 0

Tabel 5. Syarat Mutu Khusus

Jenis Uji		Jumlah biji per 100 gram		Kadar biji berkapang (biji/biji)		Kadar biji tidak terfermentasi (biji/biji)		Kadar biji berserangga, pipih, berkecambah (biji/biji)	
Jenis Mutu		Satuan	persyaratan	Satuan	persyaratan	Satuan	persyaratan	Satuan	persyaratan
Kakao Mulia (Fine Cocoa)	Kakao Lindak (Bulk Cocoa)								
I- AA -F	I- AA	-	Maks 85	%	Maks 3	%	Maks 3	%	Maks 3
I- A -F	I- A	-	Maks 100	%	Maks 3	%	Maks 3	%	Maks 3
I- B -F	I- B	-	Maks 110	%	Maks 3	%	Maks 3	%	Maks 3
I- C -F	I- C	-	Maks 120	%	Maks 3	%	Maks 3	%	Maks 3
I- S -F	I- S	-	>120	%	Maks 3	%	Maks 3	%	Maks 3
II- AA -F	II- AA	-	Maks 85	%	Maks 4	%	Maks 8	%	Maks 6
II- A -F	II- A	-	Maks 100	%	Maks 4	%	Maks 8	%	Maks 6
II- B -F	II- B	-	Maks 110	%	Maks 4	%	Maks 8	%	Maks 6
II- C -F	II- C	-	Maks 120	%	Maks 4	%	Maks 8	%	Maks 6
II- S -F	II- S	-	>120	%	Maks 4	%	Maks 8	%	Maks 6

Tabel 6. Rekomendasi Spesifikasi Persyaratan Mutu

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar kulit	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
2.	Kadar Keping Biji	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
3.	Kadar Lemak Total (b/B) Kering	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
4.	Kadar Asam Lemak Bebas (b/b) kering	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
5.	PH Keping Biji	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
6.	Biji Ungu(Biji/Biji)	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
7.	Biji Ungu Coklat (biji/biji)	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa
8.	Biji Coklat (biji/biji)	%	Dicantumkan sesuai hasil analisa

2.10 Hipotesa

1. Penggunaan ragi kering dari isolat khamir terpilih berpengaruh terhadap mutu biji kakao yang dihasilkan.
2. Penambahan ragi yang mengandung sel khamir dalam jumlah tertentu dapat memberikan hasil yang baik terhadap mutu biji kakao yang dihasilkan.



III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Biji Kakao yang digunakan untuk penelitian ini adalah biji kakao jenis kakao lindak (*cocoa bulk*) yang diperoleh dari PTPN XII kebun Renteng, Jember. Isolat khamir kering (ragi) diperoleh dari hasil perlakuan dari penelitian sebelumnya oleh beberapa peneliti (mahasiswa) di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Sementara itu bahan kimia yang digunakan antara lain : HCl pekat, Aquadest, metanol, Buffer pH 4 dan pH 7, NaOH 0,01 N, Indikator PP (Phenolptalin).

Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah : *Besek* dari anyaman bambu, Neraca analitik, pH meter, Buret, Mortal dan Lumpang, Pipet, Erlenmeyer, Oven, Cawan, Eksikator, Blender, Cutter, Penangas air, Labu didih, Gelas Piala, Gelas ukur, kertas saring.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dan analisa dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan Desember 2001.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan perlakuan terdiri oleh 4 variasi perlakuan yaitu :

A0 = Tanpa ragi

A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir / gram pulp

A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir / gram pulp

A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir / gram pulp

A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir / gram pulp

Masing-masing perlakuan tersebut diulang 2 (dua) kali

keterangan : - Jumlah maksimal fase log khamir = $3 \cdot 10^8$ sel / gram pulp
- Jumlah sel khamir per gram ragi = $84 \cdot 10^7$ sel / gram ragi

Untuk jumlah ragi (gram) yang digunakan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

Data hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan metode diskriptif (Suryabrata, 1989) dimana data yang diperoleh disajikan dalam suatu bentuk grafik kemudian dilakukan pembahasan tentang grafik tersebut.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan

Ragi kering dari isolat khamir dipersiapkan sebagai berikut :

1. Ragi dari isolat khamir yang terpilih dibuat dengan menggunakan substrat tepung beras dan sumber N dari tepung kecambah kedelai dan urea, serta divariasi dosisnya. Setelah dilakukan analisa, maka didapatkan satu level dosis terbaik perlakuan No.1 yaitu 13,24 gram tepung beras dan 36,76 gram tepung kecambah kedelai. Dilakukan oleh seorang peneliti (Mahasiswa).
2. *Level dosis terbaik dari perlakuan No.1* ditambahkan dengan bumbu-bumbu dapur seperti bawang putih, laos dan kayu manis yang divariasi dosisnya. Setelah dilakukan analisa, maka didapatkan satu level dosis terbaik perlakuan No.2 yaitu 0,03 gram kayu manis. Dilakukan oleh seorang peneliti (Mahasiswa).
3. *Level dosis terbaik dari perlakuan No.2* dilakukan berbagai cara pengeringan untuk mendapatkan cara pengeringan yang memberikan efek terbaik terhadap ragi yang dihasilkan. Metode pengeringan terdiri dari pengeringan *Oven, Freeze Drier, Alami, Oven Vakum*. Setelah dilakukan analisa, maka didapatkan metode pengeringan oven vakum menghasilkan ragi kering terbaik yang digunakan selanjutnya sebagai "*starter*" dalam fermentasi kakao.

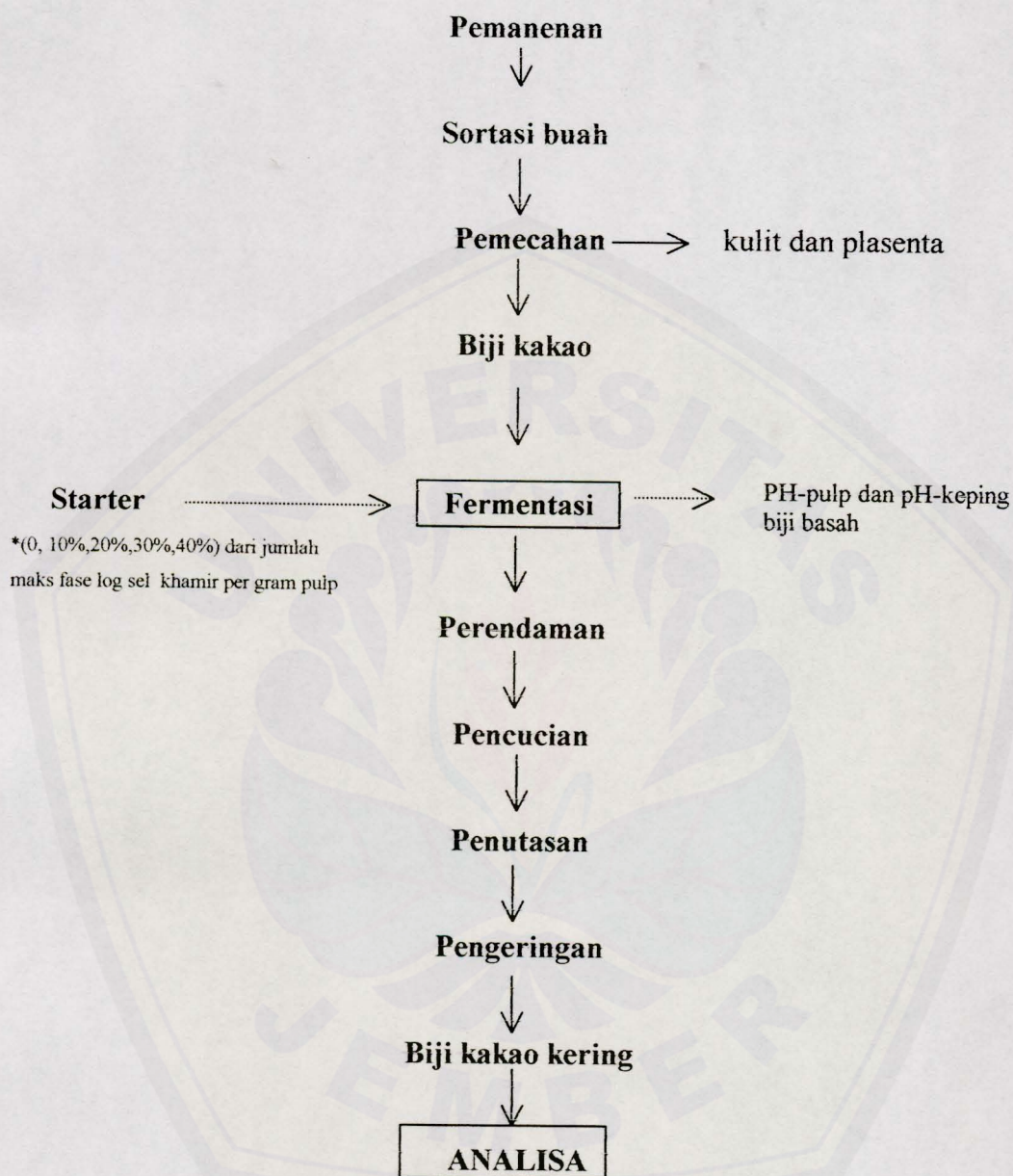
3.4.2 Pelaksanaan

a. *Persiapan Fermentasi Biji Kakao*

1. Di siapkan 10 buah *besek* dari anyaman bambu sebagai tempat fermentasi biji kakao.
2. 10 kg kakao dari kebun dipecah dengan menggunakan pemukul kakao, diusahakan agar biji kakao tidak terluka, dan di bersihkan dari plasentanya.
3. Biji kakao yang telah dipecah buahnya tersebut kemudian ditimbang masing-masing 1 kg dan dimasukkan dalam *besek*.

b. *Fermentasi biji kakao*

1. 10 buah *besek* yang telah berisi biji kakao ditaburi dengan ragi yang mengandung sel khamir masing-masing adalah (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) dari jumlah maksimal fase log sel khamir pada fermentasi per kg kakao basah dan diaduk sampai merata dan difermentasikan dengan keadaan *besek* dibuka dalam inkubator.
2. Selama fermentasi dilakukan pengaturan suhu tiap 12 jam sekali dari jam fermentasi ke-0 sampai jam ke-120 berturut-turut adalah (30, 35, 40, 45, 48, 48, 46, 45, 43, 42) °C serta dilakukan pengadukan tiap hari. Modifikasi pengaturan suhu inkubator dapat dilihat pada **Lampiran 1**.
3. Setiap hari dilakukan pengukuran pH-pulp dan pH-kotiledon serta diambil sampel biji kakao yang kemudian direndam dalam bak air dan dibersihkan dari pulp hingga bersih.
4. Biji kakao hasil pencucian dikeringkan dengan pengeringan matahari di rumah pengering buatan sampai kadar air 7,5 %. Untuk lebih jelasnya urutan pelaksanaan fermentasi biji kakao dapat dilihat pada **Gambar 2** sebagai berikut :



Ket: * Jumlah maksimal fase log sel khamir pada fermentasi adalah $\pm 3 \cdot 10^8$ sel dalam setiap gr pulp.

Gambar 2. Bagan prosedur kerja proses pengolahan kakao

3.5 Pengamatan dan Prosedur Pengamatan Parameter

Pengamatan yang dilakukan meliputi parameter : pH-pulp dan pH-keping biji basah, pH-keping biji kering, kadar kulit, jumlah biji / 100 gram, kadar asam asetat, indeks fermentasi. Prosedur pengamatan parameter tersebut seperti berikut ini :

A. pH-Pulp dan pH-Keping Biji Kering

Mengambil pulp atau biji keping biji basah kemudian giling dengan menggunakan blender. Menimbang contoh uji tersebut sebanyak 5 gram ke dalam gelas piala dan ditambahkan 45 ml air suling panas ($70^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$), kemudian di aduk perlahan-lahan sampai terbentuk suspensi dan terbebas dari gumpalan-gumpalan. Disaring dan di dinginkan filtratnya sampai suhu kamar ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) dan diukur pH filtrat secepat mungkin pada suhu tersebut.

B. pH Keping Biji Kakao Kering

Mengambil biji kakao kering sebanyak 6 - 10 biji, kulit luarnya dipisahkan dan kemudian digiling dengan menggunakan blender. Menimbang contoh uji tersebut sebanyak 5 gram ke dalam gelas piala, kemudian di tambahkan 45 ml air suling panas ($70^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$) dan di aduk perlahan-lahan sampai terbentuk suspensi dan terbebas dari gumpalan-gumpalan. Disaring dan di dinginkan filtratnya sampai suhu kamar ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) dan diukur pH filtrat secepat mungkin pada suhu tersebut.

C. Kadar Kulit

Memisahkan kulit dari keping biji kering ke dalam kaca arloji / cawan yang telah diketahui bobotnya. Kadar kulit ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Kulit} = (M2 - M1) / M0 \times 100 \%$$

Dimana : $M0$ = bobot contoh uji (gram)

$M1$ = bobot kaca arloji (gram)

$M2$ = bobot kaca arloji dan kulit biji.

D. Jumlah Biji per 100 Gram

Menimbang contoh uji sebanyak ± 100 gram kemudian dihitung jumlah biji yang terdapat dalam 100 gram tersebut.

E. Total Asam

Mengambil sampel uji sebanyak 5-6 biji kakao kering kemudian digiling dengan blender sampai halus. Diambil 5 gram sampel yang telah dihaluskan dan dilarutkan dengan aquadest kemudian disaring dan filtrat tersebut dimasukkan dalam labu ukur dan ditambah aquadest hingga 250 ml. Diambil 25 ml dan tambah 2 – 3 tetes phenolptalin dan dititrasi dengan NaOH 0,01 N sampai warna merah jambu.

Perhitungan :

$$\text{Kadar asam total} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM Asam Asetat} \times \text{FP} \times 100 \%}{1000 \times \text{berat sampel}}$$

Keterangan : N = Normalitas

BM = Berat molekul asam asetat

FP = Faktor pengenceran

F. Indeks Fermentasi

Keping biji kakao dihaluskan sampai 40 mesh kemudian diekstrak dengan campuran metanol dan asam klorida pekat (97:3) sebanyak 50 ml untuk 0,5 gram bubuk selama 20 jam pada suhu 8 °C. Mengukur absorbansi ekstrak dengan Shimadzu UV-Visible Recording Spectrometer model UV-160 pada panjang gelombang 460 nm (A) dan 530 nm (B).

Perhitungan : IF = A / B

IF = Indeks Fermentasi

A = Absorbansi ekstrak pada panjang gelombang 460nm.

B = Absorbansi ekstrak pada anjang gelombang 530 nm.

3.6 Pengaturan Suhu Fermentasi dan Aerasi

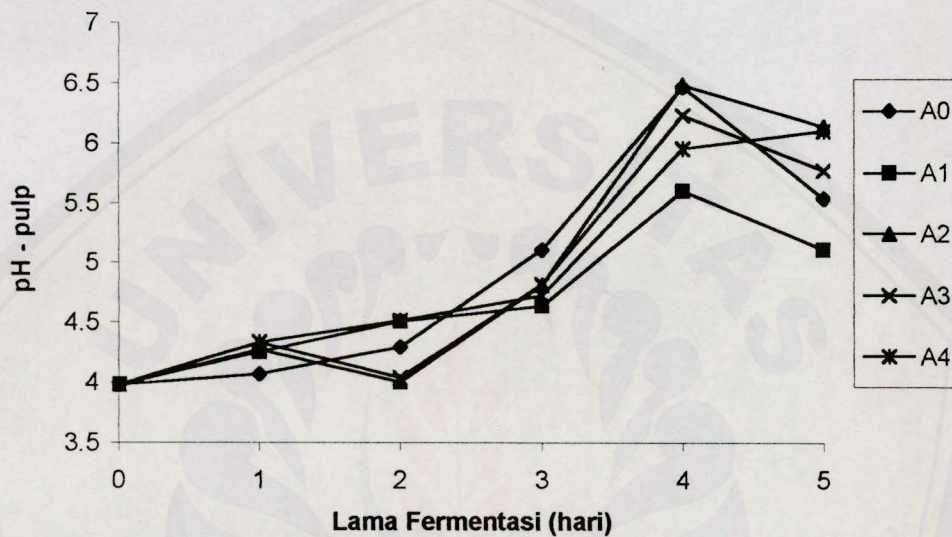
Suhu fermentasi biji kakao pada penelitian ini diatur dari luar dengan menggunakan inkubator. Dalam inkubator ini suhu fermentasi diatur sesuai dengan kenaikan suhu fermentasi dalam proses pengolahan kakao dalam jumlah besar, sehingga dicapai suhu fermentasi yang optimal. Pengaturan suhu inkubator ini dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Menurut Susanto (1994), suhu fermentasi optimal dicapai pada suhu 48 – 50 °C dengan jumlah biji yang akan di fermentasi paling sedikit 100 kg. Hal ini dilakukan karena pada pengolahan kakao rakyat dimana produksinya rendah (< 10 kg) tidak akan tercapai suhu fermentasi optimal yang akan menurunkan mutu biji kakao dengan dihasilkan biji *slaty* dalam jumlah tinggi. Away, (1984) pernah membuat peti fermentasi mini untuk pengolahan kakao rakyat tetapi suhu fermentasi tidak tercapai.

Pada penelitian ini selama fermentasi dilakukan pengadukan sekali setiap 24 jam. Tujuan dari pengadukan ini adalah untuk memberikan aerasi pada proses fermentasi agar proses fermentasinya merata. Dengan pengadukan atau pembalikan akan mempercepat atau menggiatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Keasaman (pH) pulp

Hasil pengukuran pH-pulp biji kakao disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 3**. dan data pengukuran pH-pulp selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.



A0 = Tanpa ragi
 A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 3. Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-pulp

Berdasarkan grafik pada **Gambar 3**. pH-pulp menunjukkan peningkatan sesuai dengan lama fermentasi, yang kemudian terjadi penurunan di akhir fermentasi. Terjadinya pH-pulp tersebut disebabkan menurunnya jumlah asam sitrat pada pulp karena terjadi desimilasi oleh aktivitas khamir dan bakteri asam laktat. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh Rohan (1963) bahwa peningkatan pH-pulp terjadi karena adanya desimilasi (penguraian) asam sitrat menjadi asam laktat dan asam asetat oleh khamir dan bakteri asam laktat, yang selanjutnya asam

Digital Repository Universitas Jember

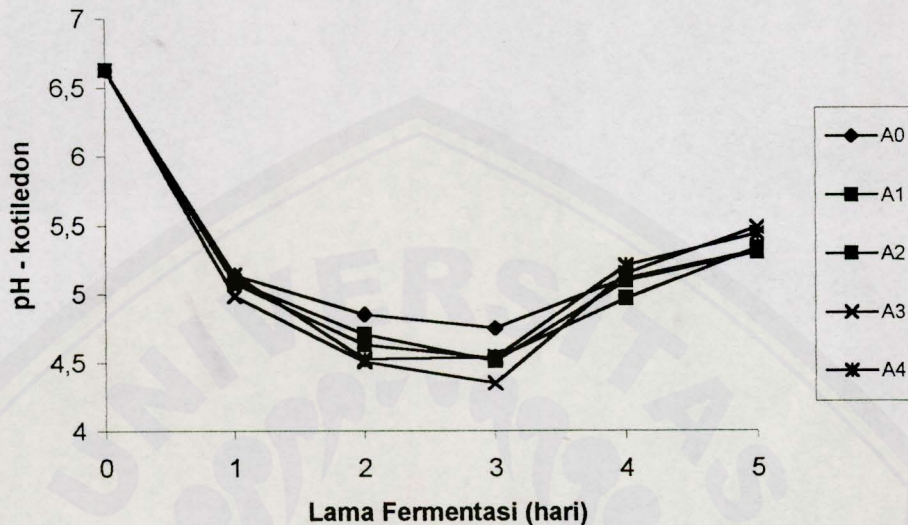
laktat dan asam asetat tersebut kecuali yang mendifusi ke dalam keping biji akan dioksidasi sehingga terbentuk karbondioksida dan air. Peningkatan pH-pulp untuk semua perlakuan berlangsung sampai fermentasi hari ke-4, yang disusul dengan penurunan sampai dengan akhir fermentasi. Penurunan pH-pulp sesudah fermentasi hari ke-4 ini disebabkan oleh terbentuknya asam asetat sebagai hasil oksidasi alkohol oleh aktivitas bakteri asam asetat. Hal ini sesuai pendapat Chatt (1953) bahwa pada kondisi lingkungan yang kurang cocok untuk pertumbuhan khamir maka pada masa fermentasi selanjutnya bakteri asam asetat aktif mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat.

Pada perlakuan tanpa penambahan ragi (A0), di awal fermentasi (hari ke-1) menunjukkan peningkatan pH-pulp yang sedikit lebih rendah dari pada perlakuan dengan penambahan ragi. Hal ini ada kaitannya dengan jumlah khamir awal pada saat proses fermentasi dimulai. Pada perlakuan tanpa ragi (A0) diperkirakan jumlah khamir yang mengontaminasi pada saat pemecahan buah masih sedikit sehingga mempengaruhi perombakan pulp. Peranan khamir pada awal fermentasi ini masih belum begitu terlihat karena sampai pada fermentasi jam ke-24 proses *sweating* masih terjadi. Pada fermentasi selanjutnya pH-pulp tanpa penambahan ragi (A0) masih sedikit lebih tinggi dari pada perlakuan dengan penambahan ragi. Hal ini disebabkan karena oksidasi alkohol menjadi asam asetat lebih sedikit. Pada hari ke-2 dan seterusnya bakteri asam asetat telah mulai mengambil peranan dalam merubah alkohol menjadi asam asetat yang berpengaruh pada tingkat keasaman.

Perbandingan pada perlakuan dengan penambahan ragi, perbedaan kandungan sel khamir perlakuan dengan ragi yang mengandung 10% jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp (A1) sampai perlakuan dengan ragi yang mengandung 40% jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp (A4) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap perubahan pH-pulp. Hal ini berarti perlakuan A1 yaitu dengan penambahan ragi yang mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp telah cukup sebagai inokulum khamir awal fermentasi.

4.2 Tingkat Keasaman (pH) Keping Biji Basah

Hasil pengukuran pH-keping biji basah disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 4.** dan data pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2.**



A0 = Tanpa ragi

A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 4. Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-keping biji basah

Dari grafik pada **Gambar 4.** terlihat bahwa pH-keping biji basah menurun sampai hari ke-3, kemudian meningkat lagi. Menurunnya pH-keping biji basah ini disebabkan oleh adanya asam asetat yang masuk ke dalam keping biji selama fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Wood dan Lass (1985), bahwa kenaikan keasaman kotiledon disebabkan oleh asam asetat yang terbentuk di dalam pulp dan menembus melewati kulit biji menuju keping biji. Setelah hari ke-3 pH-keping biji basah naik, hal ini berkaitan dengan substrat gula dalam pulp sudah berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Wood dan Lass (1985) bahwa akibat adanya enzim pektinase oleh khamir, pulp hancur menyebabkan glukosa

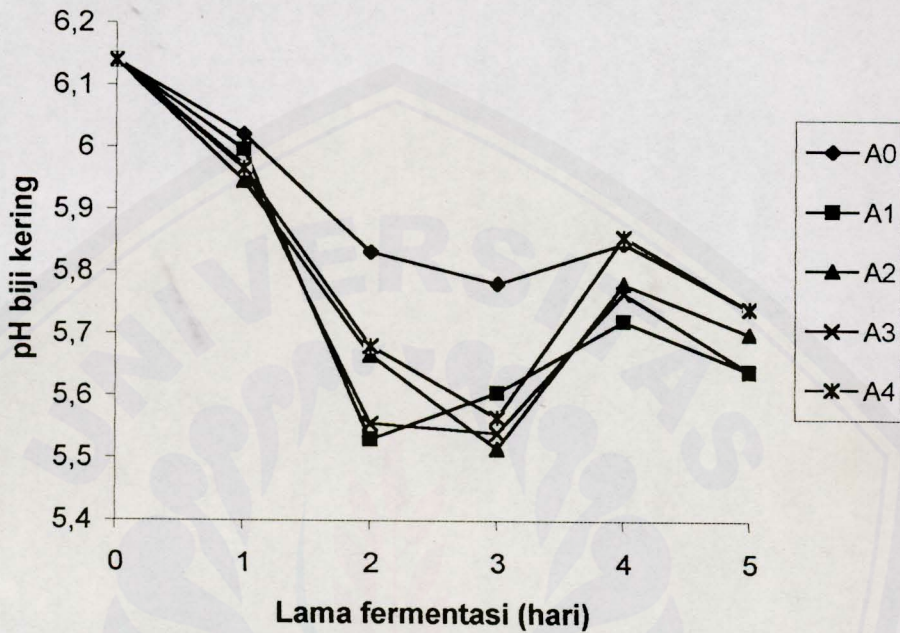
yang pada awalnya 11 % berkurang menjadi 1-2 % selama 24 – 48 jam fermentasi. Keadaan ini menurunkan kemampuan khamir selanjutnya dalam menghasilkan alkohol dan berpengaruh pula terhadap kemampuan bakteri asam asetat dalam mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat selama fermentasi. Menurunnya jumlah asam asetat yang masuk kedalam biji akan menaikkan pH keping biji basah. Seiring dengan menurunnya jumlah asam asetat yang terbentuk serta adanya pengadukan menyebabkan aerasi lebih tinggi memungkinkan keadaan lebih aerob, akan mengoksidasi asam asetat dalam biji yang menghasilkan karbondioksida dan air serta sejumlah besar kalori. Jadi aerasi juga berperan menurunkan tingkat keasaman, hal ini sesuai dengan pendapat Sulistyowati (1988) bahwa aerasi adalah salah satu cara untuk memperbaiki keasaman biji selama fermentasi.

Bila dibandingkan pada perlakuan tanpa ragi (A0) dengan perlakuan penambahan ragi, maka pada perlakuan tanpa ragi (A0) penurunan pH-nya lebih lambat atau pH-nya sedikit lebih tinggi daripada perlakuan-perlakuan dengan penambahan ragi. Hal ini berarti jumlah inokulum khamir yang ditambahkan mempunyai pengaruh terhadap perombakan pulp sampai terbentuk asam asetat yang bertanggungjawab terhadap penurunan pH-keping biji basah. Pada perlakuan tanpa ragi (A0) diperkirakan inokulum khamir alami yang mengontaminasi pada saat pemecahan buah sehingga mampu merombak pulp dan menurunkan pH.

Pada perlakuan dengan penambahan ragi, perlakuan A1 (penambahan ragi yang mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp) sudah menunjukkan tingkat penurunan yang baik yang relatif sama dengan perlakuan penambahan ragi dengan kandungan sel khamir yang lebih besar, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan ragi untuk perlakuan A1 (dengan ragi yang mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp) sudah cukup sebagai *starter* pada proses fermentasi.

4.3 Tingkat Keasaman (pH) Keping Biji Kering

Hasil pengukuran pH biji kakao kering ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 5**. dan data pengukuran pH keping biji kering selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.



- A0 = Tanpa ragi
- A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 5. Hubungan antara lama fermentasi dengan pH-Keping biji kering

Berdasarkan **Gambar 5**. pH keping biji kering turun kemudian naik pada hari ke-4 serta turun lagi pada hari ke-5. pH keping biji kering ini mempunyai kaitan yang erat dengan pH-keping biji basah. Asam asetat yang menembus kulit biji dan terdifusi ke dalam keping biji pada saat fermentasi akan mempengaruhi pH-keping biji basah. Setelah pengeringan pH-keping biji basah akan naik seiring dengan kehilangan asam asetat pada saat pencucian dan pengeringan. Pada hari

ke-5 pH-keping biji kering turun, padahal bila dihubungkan dengan pH-keping biji basah pada **Gambar 4**. pH keping biji kering seharusnya mengalami kenaikan. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perlakuan setelah fermentasi, dimana perendaman dan pencucian yang kurang bersih dengan waktu yang singkat mengakibatkan pH rendah karena hanya sedikit asam yang hilang selama perendaman dan pencucian.

Setelah fermentasi dihentikan maka dilakukan perendaman dan pencucian terhadap biji kakao. Tujuan dari perendaman dan pencucian ini adalah untuk menghentikan proses fermentasi serta untuk menghilangkan pulp yang masih melekat. Pada proses ini akan terjadi pelarutan asam asetat dari keping biji kedalam air cucian sehingga dapat menaikkan pH keping biji kering. Hal ini sesuai dengan pendapat Sunanto (1992) tujuan perendaman adalah menghentikan proses fermentasi, memperbaiki penampakan biji, mengurangi asam asetat yang timbul akibat fermentasi dan mengurangi warna biji hitam.

Kenaikan pH keping biji kering ini juga disebabkan oleh cara pengeringan pasca fermentasi. Pengeringan yang dilakukan oleh peneliti adalah menggunakan pengeringan matahari di dalam rumah pengering buatan. Pengeringan dengan sinar matahari ini ternyata menaikkan pH biji. Hal ini sesuai dengan pendapat Sulistyowati (1988) bahwa pengeringan buatan yang suhu pengeringannya lebih tinggi daripada sinar matahari, pH keping biji lebih rendah sedangkan pengeringan dengan sinar matahari pada umumnya memberikan pH biji yang lebih tinggi yang disebabkan rendahnya tingkat penguapan asam yang ada pada biji tersebut.

Pada pH-keping biji kering tanpa ragi (A0) lebih tinggi daripada pH-keping biji kering yang ditambah ragi, hal ini berarti penambahan ragi mempunyai pengaruh terhadap pH keping biji kering yang dihasilkan. Jumlah khamir yang banyak akan mengubah gula menjadi alkohol lebih banyak dan akan dioksidasi menjadi asam asetat yang masuk menembus kulit biji kedalam keping biji yang pada akhirnya meningkatkan keasaman.

Sedangkan pada perlakuan dengan penambahan ragi yang mengandung jumlah sel khamir yang berbeda pada perlakuan A1 (dengan ragi yang

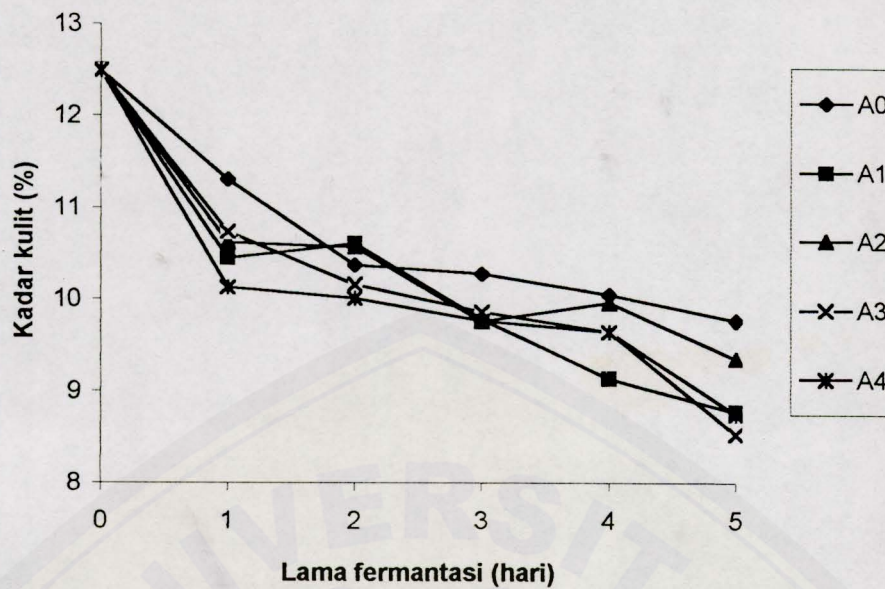
mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp) sampai perlakuan A4 (dengan ragi yang mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp) menghasilkan keping biji yang relatif tidak jauh berbeda. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan ragi yang mengandung 10% dari fase log maksimal sel khamir per gram pulp (A1) telah cukup sebagai *starter* proses fermentasi.

Dari grafik pH keping biji (kotiledon) kering, untuk mencapai pH keping biji kering yang baik yaitu sekitar 5,5 berdasarkan standar kakao Ghana, maka proses fermentasi yang dilakukan selama 3 hari dengan penambahan ragi yang mengandung 10% fase log maksimal sel khamir per gram pulp (A1) mempunyai pH yang baik yaitu sekitar 5,6. Sedangkan perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) mempunyai pH yang tinggi sekitar 5,8.

4.4 Kadar Kulit Biji

Hasil pengukuran terhadap kadar kulit biji, ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 6**. dan data pengamatan kadar kulit biji selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Dari **Gambar 6**. terlihat bahwa semua perlakuan dengan semakin lamanya fermentasi menunjukkan kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan karena pulp yang menyelimuti kulit biji selama proses fermentasi berlangsung, terjadi desimilasi (penguraian) komponen pulp. Hal ini sesuai dengan pendapat Mansyur, dkk., (1978) bahwa khamir pada ragi sebagai mikroorganisme perintis dapat menghasilkan enzim-enzim antara lain pektase, yang menguraikan pektin menjadi alkohol dan asam pektin. Pektinase menguraikan asam pektin menjadi galaktosa, asam uron, dan arabinosa serta asam cuka. Protopektin yang terurai merupakan perekat dari lamela tengah sel sehingga menyebabkan jaringan pulp hancur dan mudah dihilangkan.



A0 = Tanpa ragi
 A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 6. Hubungan antara lama fermentasi dengan kadar kulit biji

Pencucian merupakan salah satu unsur yang ikut menentukan kadar kulit biji kakao kering. Selama pencucian maka pulp yang sudah hancur akan mudah dihilangkan. Seiring dengan semakin lamanya fermentasi maka pulp yang dihancurkan semakin besar sehingga akan hilang selama pencucian. Keadaan ini akan mengurangi kadar kulit setelah pengeringan. Jadi dengan semakin lama fermentasi maka pulp yang dihancurkan semakin banyak dan hilang selama pencucian, menyebabkan kadar kulit semakin rendah.

Kadar kulit biji kakao perlakuan tanpa ragi (A0) lebih tinggi dibandingkan pada kadar kulit kakao perlakuan dengan penambahan ragi. Hal ini juga disebabkan oleh pemberian ragi mengandung jumlah sel khamir yang cukup besar untuk merombak dan menghancurkan pulp yang melekat pada kulit biji. Sedangkan pada perlakuan tanpa ragi (A0) diduga disebabkan karena jumlah khamir yang ada pada pulp masih sedikit yaitu akibat kontaminasi alami pada

waktu pemecahan buah. Perbedaan jumlah khamir pada awal fermentasi ini akan mempengaruhi kecepatan daya rombak khamir dalam menghancurkan pulp yang melekat pada kulit biji. Jumlah khamir yang cukup besar pada perlakuan penambahan ragi memungkinkan terjadinya perombakan dan penghancuran pulp lebih intensif. Sedangkan jumlah khamir yang masih sedikit pada perlakuan tanpa ragi (A0), khamir akan mengalami fase pertumbuhan terlebih dahulu sebelum mampu merombak dan menghancurkan pulp yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 6**. perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) mempunyai kadar kulit yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan ragi.

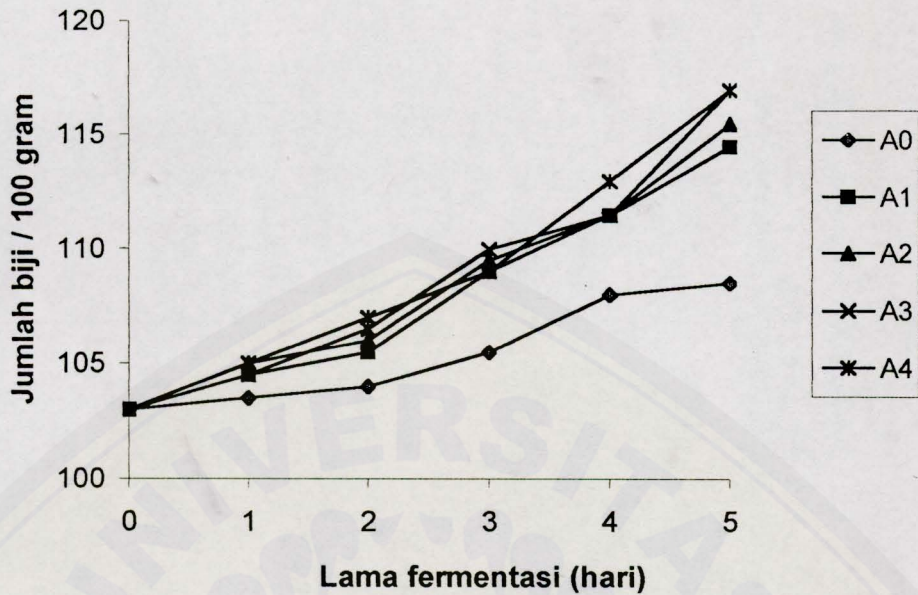
Pada grafik perlakuan pemberian ragi yang mengandung persentase jumlah maks fase log sel khamir yang berbeda terlihat tidak ada jumlah sel khamir tertentu yang secara mencolok berbeda dengan yang lain, sehingga dapat dikatakan kadar kulit biji kakao pada semua perlakuan dengan kandungan sel khamir yang berbeda relatif sama. Bertitik tolak dari hal tersebut pemberian ragi yang mengandung 10% dari jumlah maksimal fase log sel khamir / gram pulp (A1) telah cukup optimal untuk merombak dan menghancurkan pulp yang melekat pada kulit biji sehingga didapatkan kadar kulit yang cukup rendah.

4.5 Jumlah Biji / 100 gram

Hasil perhitungan jumlah biji per 100 gram ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 7**. dan data perhitungan jumlah biji per 100 gram selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Dari **Gambar 7**. terlihat bahwa dengan semakin lamanya fermentasi maka jumlah biji / 100 gram juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi maka pulp yang melekat pada kulit biji semakin banyak yang dirombak oleh khamir seperti pendapat Mansyur, dkk., (1978) dan Chatt (1953) bahwa khamir menghasilkan enzim pektinase yang menyebabkan jaringan pulp hancur dan mudah dihilangkan sedangkan pengurangan berat karena kehilangan kandungan kimia kakao relatif sedikit. Keadaan ini menyebabkan kadar kulit

maupun rendemennya juga turun sehingga berat per satuan bijipun turun akibatnya jumlah biji / 100 gram meningkat.



- A0 = Tanpa ragi
- A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 7. Hubungan antara lama fermentasi dengan jumlah biji / 100 gram

Bila dibandingkan biji kakao perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) dengan perlakuan penambahan ragi menunjukkan bahwa biji kakao perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) mempunyai jumlah biji / 100 gram yang lebih rendah daripada perlakuan dengan penambahan ragi. Hal ini disebabkan oleh jumlah awal khamir yang ada pada pulp. Pada perlakuan dengan penambahan ragi, khamir sudah ada dalam jumlah yang cukup besar untuk merombak dan menghancurkan pulp pada kulit biji. Sedangkan untuk perlakuan tanpa penambahan ragi jumlah khamir awal hanya terjadi karena kontaminasi secara alami masih dalam jumlah relatif sedikit sehingga pulp yang dapat dirombak juga rendah. Jadi dengan semakin banyaknya pulp yang dihancurkan oleh khamir maka semakin tinggi pula

jumlah biji per satuan berat sehingga menyebabkan jumlah biji / 100 gram semakin tinggi.

Kehilangan berat akibat pelarutan bahan-bahan dalam biji pada saat pencucian relatif sedikit sekali sehingga dapat diabaikan. Pada perlakuan dengan penambahan ragi dengan persentase jumlah maksimal fase log sel khamir / gram pulp yang berbeda menunjukkan bahwa semua perlakuan menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah biji / 100 gram yang relatif sama. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan ragi yang mengandung 10% fase log maksimal sel khamir / gram pulp masih mempunyai daya rombak pulp yang relatif sama dengan kandungan sel khamir ragi yang lebih tinggi.

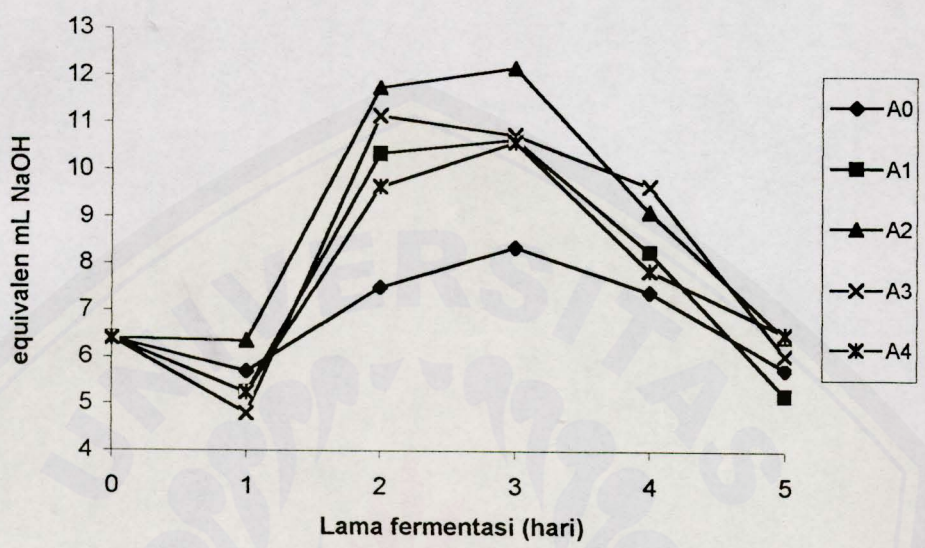
4.6 Kadar Total Asam

Total asam dinyatakan sebagai asam asetat karena dalam fermentasi biji kakao asam yang paling menonjol adalah asam asetat. Akibat dari adanya pertumbuhan mikroba pada pulp biji kakao selama proses fermentasi maka terbentuklah beberapa macam asam selain asam – asam yang secara alami terdapat dalam pulp, yang akan mendifusi ke dalam biji kakao melewati kulit biji dan sebagai salah satu penyebab biji mati. Asam – asam tersebut antara lain adalah : asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam tartrat, asam oksalat, asam malat, asam pentanoat, asam heksanoat, asam suksinat, asam oktanoat, asam piruvat. Asam – asam tersebut berpengaruh terhadap keasaman, tetapi asam asetat adalah penyebab keasaman yang utama.

Hasil pengukuran terhadap kadar total asam yang dinyatakan dalam miliekuivalen NaOH 0,01N disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada **Gambar 8.** dan data pengukuran kadar total asam selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 3.**

Dari **Gambar 8.** terlihat bahwa kadar total asam biji kakao dari semua perlakuan secara umum menunjukkan kecenderungan naik kemudian turun. Fenomena ini disebabkan semakin banyaknya asam asetat yang masuk ke dalam biji seiring dengan semakin lamanya fermentasi. Zat gula pada pulp yang dirubah oleh khamir menjadi alkohol akan dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi

asam asetat dan terdifusi dalam biji, hal inilah yang menyebabkan kadar total asam biji kakao meningkat. hal ini sesuai dengan pendapat Wood dan Lass (1985) bahwa kenaikan keasaman keping biji disebabkan oleh asam asetat yang terbentuk dalam pulp dan terdifusi kedalam keping biji.



A0 = Tanpa ragi
 A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
 A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

Gambar 8. Hubungan antara kadar total asam dan lama fermentasi

Setelah hari ke-3 kadar total asam turun yang diperkirakan karena kemampuan khamir merubah zat gula menjadi alkohol semakin berkurang seiring dengan berkurangnya substrat gula, seperti pendapat Wood dan Lass (1985) bahwa kandungan glukosa yang pada awalnya 11 % berkurang menjadi 1 – 2 % selama 24 – 48 jam. Keadaan ini menyebabkan semakin berkurang pula kadar asam asetat hasil oksidasi alkohol oleh bakteri asam asetat. Adanya aerasi juga akan menyebabkan keadaan lebih aerob yang akan mengoksidasi asam asetat menjadi karbondioksida dan air disertai pelepasan sejumlah kalor akibatnya kadar total asam sebagai asam asetat akan berkurang.

Kadar total asam biji kakao perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) khususnya pada hari 2,3,4 lebih rendah daripada kadar total asam biji kakao perlakuan-perlakuan dengan penambahan ragi. Penambahan khamir dalam bentuk ragi akan mempercepat terbentuknya asam asetat hasil oksidasi alkohol oleh bakteri asam asetat. Adanya alkohol dan asam asetat ini akan mempercepat kematian biji sehingga asam asetat akan masuk ke dalam keping biji. Hal ini sesuai dengan pendapat Susijahadi dan Jinap (1998) bahwa asam asetat yang terbentuk dari hasil oksidasi alkohol oleh bakteri asam asetat akan terdifusi ke dalam kotiledon sehingga menjadi salah satu penyebab kematian biji.

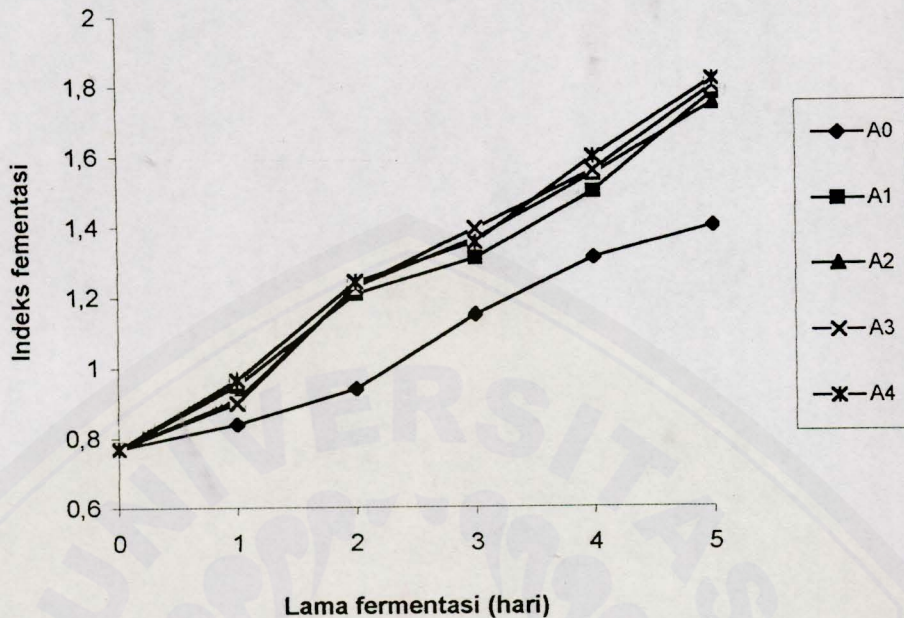
Pola perubahan kadar total asam biji kakao yang ditambah ragi yang mengandung persentase jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp yang berbeda didapatkan hasil yang relatif sama. Hal ini memberikan kenyataan bahwa perlakuan A1 dengan penambahan ragi yang mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp ($3 \cdot 10^7$ sel khamir/gram pulp) telah cukup sebagai inokulum awal.

4.7 Indeks Fermentasi

Hasil pengukuran indeks fermentasi disajikan dalam grafik seperti terlihat pada **Gambar 9**. dan data nilai indeks fermentasi selengkapnya dapat dilihat dalam **Lampiran 4**.

Dari grafik pada **Gambar 9**. dapat dilihat bahwa indeks fermentasi biji kakao semua perlakuan meningkat selama fermentasi, tetapi indeks fermentasi biji kakao pada perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) lebih rendah bila dibandingkan dengan semua perlakuan penambahan ragi. Hal ini ada kaitannya dengan jumlah khamir awal pada saat dilakukan fermentasi. Pada awal fermentasi, dimana jumlah khamir yang ditambahkan cukup banyak maka khamir akan merombak pulp menghasilkan alkohol serta dengan adanya bakteri asam asetat akan dioksidasi menjadi asam asetat. Kecepatan pembentukan alkohol serta asam asetat ini akan mempercepat kematian biji sehingga dinding sel akan pecah dan terjadi difusi zat-zat warna. Hal ini sesuai dengan pendapat Susanto (1994) terjadinya

oksidasi alkohol menjadi asam asetat dengan semakin meningkatnya suhu akan menyebabkan biji mati dan terjadi difusi zat-zat warna (penguraian antocyanin).



- A0 = Tanpa ragi
- A1 = Dengan ragi, mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A2 = Dengan ragi, mengandung 20% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A3 = Dengan ragi, mengandung 30% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp
- A4 = Dengan ragi, mengandung 40% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp

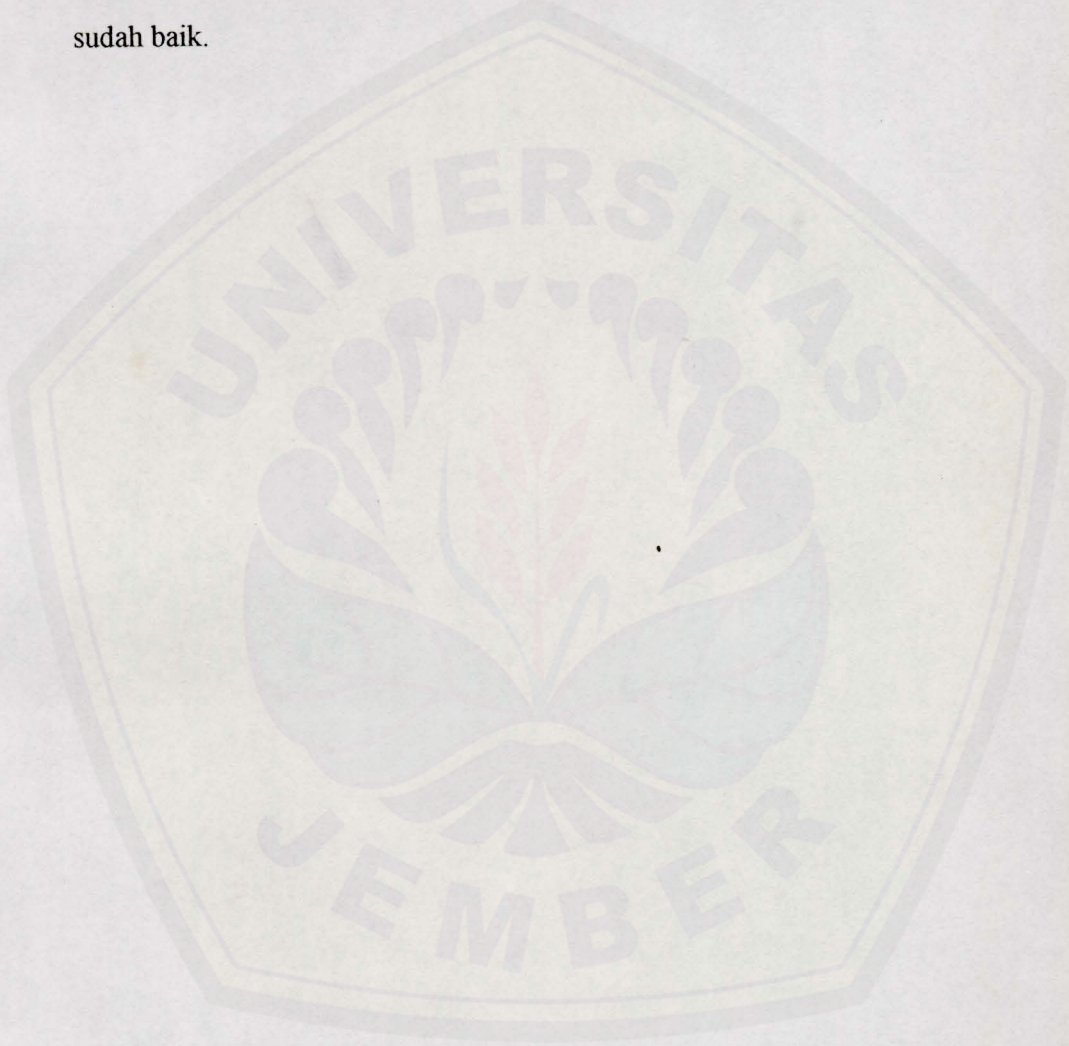
Gambar 9. Hubungan antara lama fermentasi dengan nilai indeks fermentasi

Perlakuan penambahan ragi yang mengandung 10% jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp (A1) memberikan nilai indeks fermentasi yang tidak jauh berbeda dengan penambahan ragi dengan persentase yang lebih tinggi. Hal ini berarti penambahan ragi yang mengandung 10% dari fase log maksimal sel khamir / gram pulp (A1) sudah cukup untuk ditambahkan.

Kendala penguapan yang berlebihan selama perlakuan karena pengaturan suhu fermentasi yang tinggi, jumlah bahan sedikit (1 kg biji kakao basah) serta aerasi yang tinggi menyebabkan kadar air dalam bahan berkurang. Penurunan kadar air dalam biji ini memungkinkan akan menghambat difusi zat warna sehingga penyebarannya tidak merata yang akhirnya menyebabkan nilai indeks

Digital Repository Universitas Jember

fermentasi lebih rendah. Pada perlakuan tanpa penambahan ragi (A0) nilai indeks fermentasi 1 baru dicapai setelah hari ke-3, sedangkan pada hari yang sama perlakuan dengan penambahan ragi yang mengandung persentase jumlah maks fase log sel khamir per gram pulp yang berbeda sudah mencapai nilai $> 1,3$. Menurut Yusianto (1992), indeks fermentasi dengan nilai > 1 menunjukkan derajat fermentasi yang sudah baik. Sesuai pendapat tersebut maka dapat dikatakan bahwa nilai indeks fermentasi perlakuan dengan penambahan ragi sudah baik.





V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan ragi kering dari isolat kamir berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan meliputi : pH-pulp dan pH-keping biji basah, pH-keping biji kering, kadar kulit, jumlah biji / 100 gram, kadar asam asetat, dan indeks fermentasi biji kakao lindak yang difermentasikan .
2. Penambahan ragi yang mengandung 10 % dari jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp masih dapat memberikan hasil yang baik terhadap mutu kakao yang dihasilkan.
3. Penambahan ragi yang mengandung 10 % dari jumlah maksimal fase log sel khamir per gram pulp serta dengan pengaturan suhu dari luar, waktu fermentasi dapat dipersingkat menjadi 72 jam fermentasi telah cukup baik untuk meningkatkan mutu kakao lindak (*bulk cocoa*).

5.2 Saran

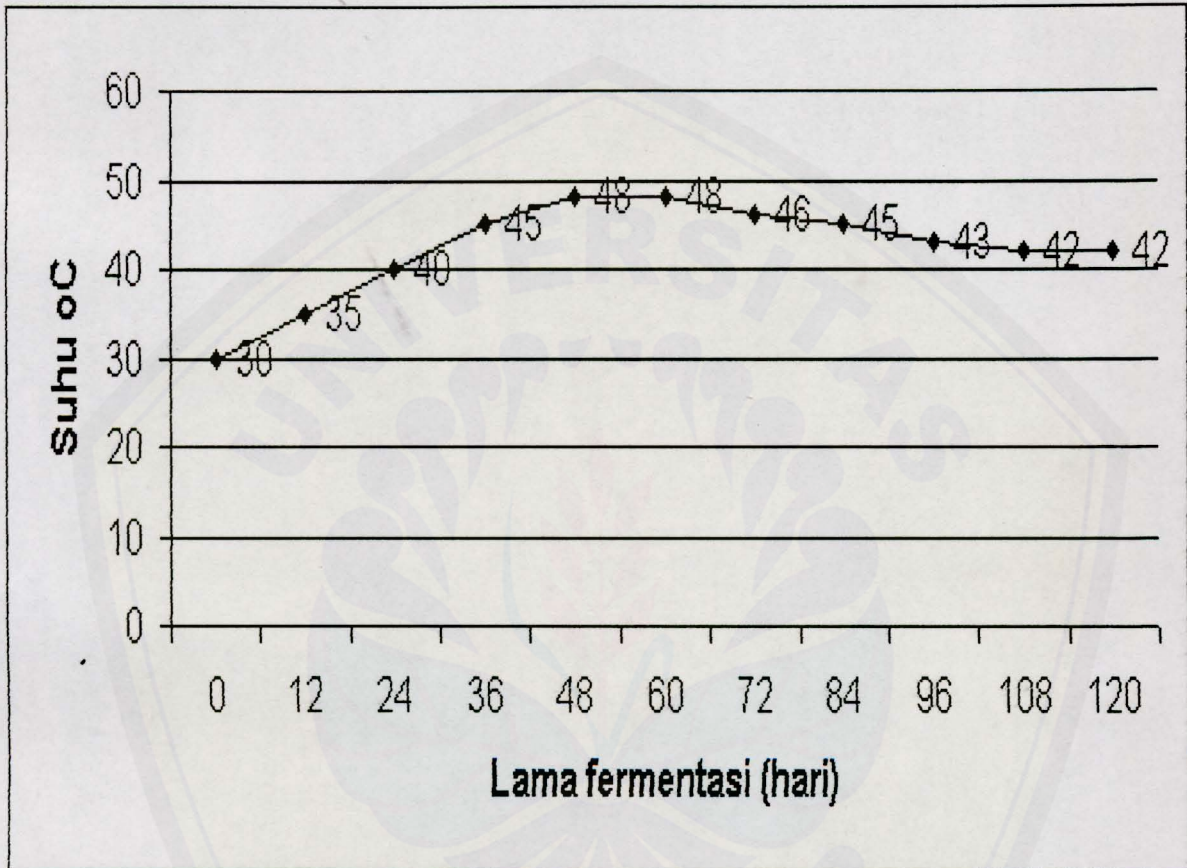
1. Berdasarkan penelitian ini perlu dikaji lebih lanjut proses fermentasi dengan penambahan ragi dan pengaturan suhu fermentasi pada pengolahan kakao rakyat yang hanya mempunyai kapasitas produksi yang rendah (< 10 kg) sehingga dihasilkan biji kakao rakyat dengan mutu yang tinggi.
2. Perlu dipelajari lebih lanjut tentang sifat fisik, aroma dan cita rasa biji kakao kering yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, T.S., 1991, Peranan Fermentasi dalam Pengolahan Biji Kakao Kering, Warta Balai Penelitian Perkebunan (BPP) Jember No.2, Jember.
- Anonim, 1998, Standart Nasional Indonesia Biji Kakao (SNI 01-2323-1998/ Rev 1995, Dewan Standarisasi Nasional.
- Away. Y, 1984, Peti Mini Untuk Pengolahan Coklat Rakyat, Menara Perkebunan No. 6a.
- Badan Pusat Statistika, 1998, Statistik Perkebunan Indonesia tahun 1997 - 1999: Kakao, Departemen Kehutanan dan Perkebunan Direktorat Jenderal Perkebunan Jakarta.
- Chatt. E.M., 1953, Cocoa Cultivation, Prosecing and Analysis, The british Food Manufacturing Industry, London.
- Hardjosuwito, B., Y. Away dan Hermansyah, 1985 , Pengolahan Coklat Rakyat dan Perkembangannya, Menara Perkebunan No. 53 (6).
- Knapp, 1926, Cocoa Fermentation, Acritical surving of Itd scientific Aspects, Balesons and Cornow, London. .
- Manurung, M.Z. dan Sunaryo, 1978, Pengolahan Coklat pada Perkebunan Besar, Balai Penelitian Perkebunan (BPP) Bogor, Bogor.
- Nasution, Z., W. Ciptadi dan B.S Laksmi, 1976, Pengolahan Coklat , Bogor : Departemen Fatemeta - IPB.
- Quesnel, V.C., 1967, "Agent inducing The Death of The Cocoa Seed During fermentation", In J.Sci. Food Agric. No. 16.
- Rohan T.A., 1963, The Procesing of of Row cocoafor the Market, FAO : United Nations, Roma, Italia.
- Siregar, H.S., S. Sudarmadji dan L. Nuraeni, 1992, Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat, Penebar swadaya, Jakarta.
- Sulistyowati, 1988, Keasaman Biji Kakao dan Masalahnya, Warta Balai Penelitian Perkebunan (BPP) Jember No.3, Jember.
- Sulistyowati, 1986, Beberapa Faktor Mutu Biji Kakao, Warta Balai Penelitian Perkebunan (BPP) Jember No.5, Jember.

- Sunanto, H., 1992, Coklat : Budidaya Pengolahan dan Aspek Ekonomisnya, Kanisius, Yogyakarta.
- Suryabrata, S., 1989, Metodologi Penelitian, Rajawali Press, Jakarta.
- Susanto, F.X., 1994, Tanaman Kakao , Budidaya dan Pengolahan Hasil, Kanisius, Yogyakarta.
- Susijahadi, Jumarti, T. Wahyudi dan S. Akhiriani, 2000, Pengaruh Inokulasi Isolat Khamir terhadap Warna Biji Kakao Terfermentasi, Prosiding PATPI, 2000.
- Susijahadi and S. Jinap, 1998, Isolation Of Yeast Having Potensial in Alcohol Fermentation from Fermented Cocoa Beans, Proc Malaysian Science and Teknology Congress, Kuala Terengganu Darul Iman, Malaysia.
- Susijahadi, 2000, Penggunaan beberapa Isolat Khamir pada Fermentasi Biji Kakao, *Agritech* 20 (4) : 183 – 187.
- _____ , 2000, Pengaruh Penambahan Isolat Khamir terhadap Derajat Fermentasi selama Fermentasi Biji Kakao, *Jurnal Jeknologi Pertanian* 10 (2) : 74 – 79.
- Winarno F.G, 1992, Kimia Pangan dan Gizi, Gramedia Jakarta.
- _____ , 1983, Enzim Pangan, Jakarta, Gramedia.
- Wood. G.A.R. and R.A. Lass, 1985, Cocoa : Tropical Agriculture, London and NewYork: Longman Series.
- Yusianto, 1992, Evaluasi Mutu Biji Kakao Lindak Hasil Fermentasi Pada Kotak Kecil, Pelita Perkebunan No 8.

Lampiran 1. grafik pengaturan suhu inkubator pada proses fermentasi



Lampiran 2. Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) pulp, Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) Keping biji basah dan Tabel data pengukuran pH - keping biji kering.

Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) pulp *)

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	3.98	3.98	3.98	3.98	3.98
1	4.06	4.25	4.27	4.33	4.33
2	4.29	4.50	4.00	4.03	4.51
3	5.09	4.63	4.80	4.81	4.72
4	6.45	5.59	6.47	6.21	5.94
5	5.53	5.10	6.12	5.76	6.08

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) Keping biji basah *)

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	6.63	6.63	6.63	6.63	6.63
1	5.14	5.08	5.10	4.98	5.14
2	4.85	4.63	4.70	4.50	4.52
3	4.75	4.53	4.51	4.35	4.54
4	5.11	4.96	5.09	5.14	5.20
5	5.30	5.32	5.29	5.47	5.43

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Tabel data pengukuran tingkat keasaman (pH) keping biji kering *)

Hari	perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14
1	6.02	5.99	5.94	5.97	5.96
2	5.83	5.53	5.66	5.55	5.68
3	5.78	5.60	5.51	5.54	5.56
4	5.84	5.72	5.78	5.76	5.85
5	5.74	5.64	5.70	5.64	5.74

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Lampiran 3. Tabel data pengukuran kadar kulit, Tabel data pengukuran jumlah biji / 100 gram dan Tabel data pengukuran kadar total asam (Eq. mL NaOH 0,01 N)

Tabel data pengukuran kadar kulit (%)*)

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	12.50	12.5	12.50	12.50	12.50
1	11.31	10.45	10.63	10.74	10.13
2	10.37	10.61	10.57	10.16	10.01
3	10.28	9.77	9.75	9.86	9.76
4	10.04	9.13	9.96	9.64	9.64
5	9.76	8.77	9.34	8.53	8.74

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Tabel data pengukuran Jumlah Biji / 100 Gram *)

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	103	103	103	103	103
1	103	104	105	104	105
2	104	105	106	106	107
3	105	109	109	110	109
4	108	111	111	111	113
5	108	114	115	117	117

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Tabel data pengukuran Kadar Total Asam (Eq mL NaOH 0,01 N) *)

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	6.40	6.40	6.40	6.40	6.04
1	5.70	5.25	6.35	4.80	5.25
2	7.50	10.35	11.75	11.15	9.65
3	8.35	10.65	12.17	10.75	10.60
4	7.40	8.25	9.10	9.65	7.85
5	5.75	5.20	6.45	6.05	6.50

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Lampiran 4. Tabel data pengukuran Indeks Fermentasi**Tabel data pengukuran indeks Fermentasi *)**

Hari	Perlakuan				
	A0	A1	A2	A3	A4
0	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
1	0.84	0.95	0.91	0.90	0.96
2	0.94	1.21	1.23	1.23	1.24
3	1.15	1.31	1.36	1.39	1.35
4	1.31	1.50	1.55	1.56	1.60
5	1.40	1.78	1.75	1.80	1.82

Ket : *) rata-rata 2 kali ulangan

Lampiran 5. Perhitungan jumlah ragi (gram) yang ditambahkan pada perlakuan.

Diketahui :

$$* \text{ Jumlah gram pulp} = \frac{340 \text{ gram pulp}}{1000 \text{ gram biji basah}}$$

$$\text{kg biji basah}$$

$$* \text{ Jumlah maksimal fase log sel khamir} = 3 \cdot 10^8 \text{ sel / gram pulp}$$

$$* \text{ jumlah sel / gram ragi} = 84 \cdot 10^7 \text{ sel khamir / gram ragi}$$

Perhitungan

1) **Perlakuan A1** (Ragi, mengandung 10 % jumlah fase log maks sel khamir / gr pulp)

$$\textcircled{U} 10 \% \times 3 \cdot 10^8 \text{ sel / gr pulp} = 3 \cdot 10^7 \text{ sel / gr pulp}$$

$$\textcircled{U} (3 \cdot 10^7 \text{ sel / gr pulp}) \times (340 \text{ gr pulp / kg biji basah}) = 1,029 \cdot 10^{10} \text{ sel / kg basah}$$

$$\textcircled{U} \frac{1,029 \cdot 10^{10} \text{ sel / kg basah}}{84 \cdot 10^7 \text{ sel / gr ragi}} = \frac{12,25 \text{ gr Ragi}}{\text{kg basah}}$$

❖ jadi untuk 1 kg kakao basah pada perlakuan A1 dibutuhkan 12,25 gram ragi.

2) **Perlakuan A2** (Ragi, mengandung 20 % jumlah fase log maks sel khamir / gr pulp)

❖ idem

❖ jadi untuk 1 kg kakao basah pada perlakuan A2 dibutuhkan 24,54 gram ragi.

3) **Perlakuan A3** (Ragi, mengandung 30 % jumlah fase log maks sel khamir / gr pulp)

❖ idem

❖ jadi untuk 1 kg kakao basah pada perlakuan A3 dibutuhkan 36,75 gram ragi.

4) **Perlakuan A4** (Ragi, mengandung 40 % jumlah fase log maks sel khamir / gr pulp)

❖ idem

❖ jadi untuk 1 kg kakao basah pada perlakuan A4 dibutuhkan 49,48 gram ragi

