

F / Mr / 1998 / 034

RANCANGAN DAN UJI PERFORMANSI
PETI FERMENTASI KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
TIPE KOTAK DINDING GANDA

Oleh

RAME MERYAM NABABAN

F 23. 0007



1 9 9 2

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

RAME MERYAM NABABAN. F23.0007. Rancangan dan Uji Performansi Peti Fermentasi Kakao (*Theobroma cacao* L) Tipe Kotak Dinding Ganda. Dibawah bimbingan John Kumendong dan Suroso.

RINGKASAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji performansi peti mini fermentasi berdinding ganda, mempelajari nisbah volume dengan luas permukaan tumpukan terhadap suhu fermentasi yang dihasilkan serta mempelajari pengaruh suhu dan waktu fermentasi, jarak antar lubang aerasi dan kondisi ruangan fermentasi terhadap mutu yang dihasilkan.

Pembuatan peti mini fermentasi berdinding ganda sebagai penelitian pendahuluan sejumlah 6 buah dengan 3 macam tinggi dan 2 macam jumlah lubang aerasi, masing-masing peti bagian dalam berukuran 30 x 30 x 30 cm, 30 x 30 x 40 cm dan 30 x 30 x 50 cm, serta lubang aerasi yang berdiameter 10 mm dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm dan 10 cm antar pusat lubang. Bahan yang digunakan dalam pembuatan fermentor adalah multipleks setebal 9 mm.

Penelitian pendahuluan dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Perbengkelan Fateta. Pengujian performansi dilakukan di Laboratorium sementara TPPHP-FATETA sedangkan analisa parameter dilakukan di

Laboratorium AP-4 FATETA IPB BOGOR. Analisa parameter meliputi analisa pH (keasaman), kadar biji slaty, kadar kulit biji, kadar air, indeks fermentasi dan aroma biji kakao kering.

Percobaan pengukuran suhu tumpukan selama fermentasi berlangsung dilakukan setiap 6 jam dengan letak pengukuran suhu pada tiga titik yaitu pada bagian bawah, tengah dan bagian atas disertai dengan pengadukan setiap 12 jam dengan tangan.

Hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa fermentor dengan tinggi tumpukan tidak lebih dari 40 cm menghasilkan kenaikan suhu fermentasi yang lebih cepat dibanding dengan fermentor yang tinggi tumpukannya lebih dari 40 cm. Pada kondisi ruang terbuka semua perlakuan mencapai suhu fermentasi optimum, sementara di ruang tertutup yang dapat mencapai suhu optimum fermentasi hanya tumpukan tinggi 50 cm.

Tinggi tumpukan berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi, kadar biji slaty, pH, Indeks fermentasi, sementara lama fermentasi mempengaruhi semua parameter mutu. Dari hasil pengamatan diperoleh kenaikan suhu yang berbeda dengan nilai sekitar 26.5 - 46.5 °C, pH 4.54 - 5.63, kadar kulit biji 10.45 - 13.68 %, kandungan biji slaty 9.06 - 49.50 %, indeks fermentasi 0.907 - 1.270 serta aroma dengan nilai skor 4 - 6.

Berdasarkan analisis parameter mutu dan pemilihan alternatif perlakuan dengan *Metoda Bayes* maka diperoleh perlakuan fermentasi dengan menggunakan fermentor berjarak 5 cm antar lubang aerasi, tinggi tumpukan 40 cm, kondisi ruangan percobaan di ruang terbuka dan lama fermentasi 6 hari (A1B2C2D3) dengan skor 9.427. Perlakuan tersebut memiliki nilai pH 5.23, indeks fermentasi 1.09, kadar kulit biji 13.35 persen, kandungan biji slaty 10.63 persen, dan skor aroma 6.



RANCANGAN DAN UJI PERFORMANSI
PETI FERMENTASI KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
TIPE KOTAK DINDING GANDA

Oleh

RAME MERYAM NABABAN

F23.0007

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN

Fakultas Teknologi Pertanian

1992

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

RANCANGAN DAN UJI PERFORMANSI
PETI FERMENTASI KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
TIPE KOTAK DINDING GANDA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

RAME MERYAM NABABAN

F 23 0007

dilahirkan pada tanggal 18 Maret 1968

di

Tapanuli Utara

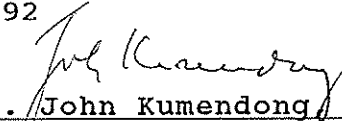
Tanggal lulus 21 Mei 1992

Disetujui

Bogor, 25 September 1992


Ir. Suroso
Dosen Pembimbing II




Ir. John Kumendong MS
Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa berkat kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini, penulis tak lupa menyampaikan ucapan terima kasih dengan penuh rasa tulus kepada :

1. Ir. John Kumendong, MS. sebagai dosen pembimbing utama
2. Ir. Suroso selaku dosen pembimbing kedua
3. Sahabat - sahabatku yang terkasih yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun material
4. Semua pihak yang banyak memberi dukungan dari sejak penelitian hingga penulisan skripsi, yang namanya tidak dapat penulis uraikan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon saran maupun kritik demi perbaikan di kemudian hari dari semua pihak.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi banyak orang, untuk mendukung perkembangan pengetahuan mahasiswa Mekanisasi Pertanian pada khususnya dan bagi masyarakat awam pada umumnya.

Bogor, Mei 1992

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
III. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. KAKAO DAN PRODUKSINYA	4
B. PENGOLAHAN KAKAO	9
1. Fermentasi	10
2. Perendaman dan Pencucian	11
3. Pengeringan	12
4. Sortasi dan Pemutuan	14
5. Pengemasan dan Penyimpanan	17
C. FAKTOR - FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FERMENTASI	18
D. BEBERAPA METODA FERMENTASI	19
1. Fermentasi Keranjang	19
2. Fermentasi Tumpukan	20
3. Fermentasi Kotak	20
4. Fermentasi Peti Berdinding Ganda	21
5. Fermentasi Putar	21



	Halaman
III. METODOLOGI PENELITIAN	22
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	22
B. BAHAN DAN ALAT	22
1. Bahan	22
2. Alat - alat Yang Digunakan	22
C. RANCANGAN PETI FERMENTASI	23
1. Rancangan Struktural	23
2. Rancangan Fungsional	24
3. Kapasitas fermentor	24
D. PERCOBAAN FERMENTASI	24
E. PERLAKUAN	26
F. PENGAMATAN	31
1. Suhu	31
2. Keasaman (pH)	31
3. Kandungan Biji Slaty	31
4. Kadar air	32
5. Kadar Kulit Biji	32
6. Indeks Fermentasi	32
7. Aroma	34
G. METODA PEMILIHAN ALTERNATIP KEPUTUSAN	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. PENGAMATAN	37
1. Suhu Tumpukan	37
a. Pengaruh jarak antar lubang aerasi	47
b. Pengaruh kondisi ruangan yang berbeda	52

	Halaman
2. pH (keasaman)	57
3. Kadar Biji Slaty	61
4. Kadar Kulit Biji	63
5. Indeks Fermentasi	66
6. Aroma	68
B. PEMILIHAN ALTERNATIP KEPUTUSAN	69
V. KESIMPULAN DAN SARAN	75
A. KESIMPULAN	75
B. SARAN	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Pulp Biji Kakao	5
Tabel 2. Komposisi kimia biji kakao Afrika Barat sebelum difermentasi	6
Tabel 3. Perkembangan Produksi dan Luas Lahan Perkebunan Kakao di Indonesia	7
Tabel 4. Luas Lahan dan Produksi Perkebunan Kakao Rakyat di beberapa Propinsi di Indonesia berdasarkan Kabupaten Tahun 1987	7
Tabel 5. Standarisasi Kakao Internasional	15
Tabel 6. Klasifikasi Mutu Kakao Indonesia	16
Tabel 7. Penggolongan Mutu Biji Kakao Indonesia menurut Departemen Perdagangan RI	16
Tabel 8. Kapasitas Fermentor	24
Tabel 9. Format Matriks keputusan dengan Metoda Bayes	36
Tabel 10. Pengamatan Kenaikan Suhu Fermentasi pada Ruang Tertutup	38
Tabel 11. Pengamatan Kenaikan Suhu Fermentasi pada Ruang Terbuka	39
Tabel 12. Nilai pH (keasaman) hasil percobaan	61
Tabel 13. Kadar Biji Slaty Hasil Percobaan	64
Tabel 14. Kadar kulit Biji Hasil Percobaan	66
Tabel 15. Nilai Indeks Fermentasi Hasil Percobaan	68
Tabel 16. Data Hasil Pengamatan Skor Aroma Biji Kakao	72

Tabel 17.	Alternatif Keputusan	70
Tabel 18.	Nilai parameter pemilihan untuk setiap alternatif keputusan	71
Tabel 19.	Skala konversi perbandingan untuk setiap kriteria keputusan	72
Tabel 20.	Nilai derajat kepentingan relatif, skor dan urutan prioritas alternatif keputusan	73

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.	Penampang Melintang Buah Kakao	4
Gambar 2.	Peti mini fermentor berdinding ganda	27
Gambar 3.	Potongan dan Detail fermentor	28
Gambar 4.	Tampak muka, samping, belakang, atas dan bawah peti fermentor	29
Gambar 5.	Bagan Alir Percobaan	30
Gambar 6.	Letak titik pengukuran suhu	33
Gambar 7.	Grafik Kenaikan Suhu Fermentasi pada Fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada Ruangan Tertutup	43
Gambar 8.	Grafik Kenaikan Suhu Fermentasi pada Fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 10 cm pada Ruangan Tertutup	44
Gambar 9.	Grafik Kenaikan Suhu Fermentasi pada Fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada Ruangan Terbuka	45
Gambar 10.	Grafik Kenaikan Suhu Fermentasi pada Fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 10 cm pada Ruangan Terbuka	46
Gambar 11.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Tertutup, tinggi tumpukan 50 cm	48
Gambar 12.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Tertutup, tinggi tumpukan 40 cm	48
Gambar 13.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Tertutup, tinggi tumpukan 30 cm	49
Gambar 14.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Terbuka, tinggi tumpukan 50 cm	49
Gambar 15.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Terbuka, tinggi tumpukan 40 cm	50

Gambar 16.	Grafik Suhu Fermentasi pada Ruangan Terbuka, tinggi tumpukan 30 cm	50
Gambar 17.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 50 cm	53
Gambar 18.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 40 cm	53
Gambar 19.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 30 cm	54
Gambar 20.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 50 cm	54
Gambar 21.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 40 cm	55
Gambar 22.	Grafik Suhu Fermentasi pada Jarak Antar Lubang Aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 30 cm	55
Gambar 23.	Grafik Hasil Pengamatan Nilai pH (keasaman)	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data hasil pengamatan kenaikan suhu fermentasi pada ruang tertutup	81
Lampiran 2. Data hasil pengamatan kenaikan suhu fermentasi pada ruang terbuka	84
Lampiran 3. Data Suhu Lingkungan	87
Lampiran 4. Data hasil pengamatan nilai pH	88
Lampiran 5. Data hasil pengamatan kandungan biji slaty	89
Lampiran 6. Data hasil pengamatan kadar kulit	90
Lampiran 7. Data hasil pengamatan nilai indeks fermentasi	91
Lampiran 8. Data hasil pengamatan skor aroma	92
Lampiran 9. Luas Areal dan Produksi Perkebunan Kakao Rakyat di Seluruh Propinsi di Indonesia pada Tahun 1987	93
Lampiran 10. Data Pengamatan Cuaca pada Pengeringan Biji Kakao	94

I. PENDAHULUAN

Tanaman kakao (Theobroma cacao L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang sangat digemari dan sudah lama dikenal oleh masyarakat. Sebagai komoditi ekspor non migas, tanaman ini mendapat prioritas untuk dikembangkan guna menghasilkan devisa bagi negara. Kakao diperdagangkan dalam bentuk biji kakao kering, yang diperoleh dari buah kakao segar dan mengalami pengolahan tertentu, sehingga layak dipasarkan. Biji kakao kering dikonsumsi terutama oleh industri kakao (converters) maupun industri cokelat (chocolate manufactures), sebagai bahan dasar/sumber lemak dalam pembuatan makanan, minuman, obat-obatan maupun kosmetika. Konsumen tersebut menuntut biji kakao kering yang bermutu baik, dengan cita rasa khas cokelat yang baik.

Globalisasi ekonomi yang merupakan kebijaksanaan baru dalam perdagangan internasional telah merangsang negara-negara pengekspor untuk meningkatkan mutu komoditinya sehingga mampu bersaing ketat dengan negara pengekspor lainnya. Kebijakan ini bagi negara Indonesia berdampak negatif khususnya perkebunan kakao rakyat mengingat mutu yang selama ini masih rendah dibanding mutu kakao yang dihasilkan negara pengekspor lainnya yang rata-rata telah memasarkan komoditinya ke pasaran internasional dalam jumlah yang lumayan. Hal ini disebabkan cara-cara dan teknik

pengolahan di perkebunan rakyat masih belum memenuhi teknik pengolahan sebagaimana mestinya. Sementara itu mutu yang dihasilkan oleh perkebunan besar seperti PTP/PNP dan perkebunan besar swasta cukup baik dan tidak begitu sulit pemasarannya.

Dalam usaha meningkatkan mutu mata dagangan (komoditi) maupun pemasarannya, standar mutu sangat diperlukan namun penerapannya masih sulit untuk disesuaikan dengan mutu hasil produksi Indonesia saat ini, khususnya perkebunan rakyat sehingga diperlukan masa transisi untuk itu.

Masalah utama yang dihadapi dalam menghasilkan kakao bermutu tinggi adalah teknik-teknik pengolahan yang perlu diperbaiki, terutama dari segi fermentasi dan pengeringannya disamping faktor-faktor lain yang berhubungan.

Pada umumnya kakao yang dihasilkan perkebunan rakyat mempunyai kadar keasaman yang tinggi (pH yang rendah) dan kandungan biji slaty yang tinggi serta aroma dan cita rasa yang kurang baik (Duncan, 1989).

Proses penanganan pasca panen kakao sangat penting untuk diperhatikan demi mendapatkan biji kakao kering mutu tinggi. Proses pengolahan dimulai dari pengupasan buah untuk melepaskan biji dari plasenta, fermentasi untuk mematikan biji, perendaman dan pencucian dilanjutkan dengan pengeringan untuk menurunkan kadar air dari 55 - 60 persen menjadi 6 - 7 persen dengan menjemur di panas matahari maupun dengan bantuan alat pengering buatan.

Diharapkan dengan mengikuti cara-cara pengolahan yang baik dan melakukan perbaikan demi perbaikan untuk mendapatkan teknik pengolahan yang optimal maka akan didapatkan biji kakao kering yang bermutu tinggi.

Faktor yang cukup penting dalam pengolahan kakao yaitu fermentasi dengan menggunakan fermentor yang bermacam-macam bentuk dan jenisnya. Di perkebunan besar umumnya digunakan kotak fermentasi berkapasitas cukup besar yang tentu saja tidak mungkin digunakan petani kakao dengan hasil panen kakao yang sedikit. Untuk mengatasi hal ini telah dikembangkan peti fermentor mini berdinding ganda terbuat dari bahan multipleks dengan sistem termos yang berkapasitas kecil sesuai dengan hasil panen petani kakao. Namun sejauh mana keefisienan dari alat ini belum dapat dikatakan optimal sehingga masih diperlukan berbagai alternatif pengembangannya demi mendapatkan bentuk performansi yang tepat dengan kapasitas yang sama.

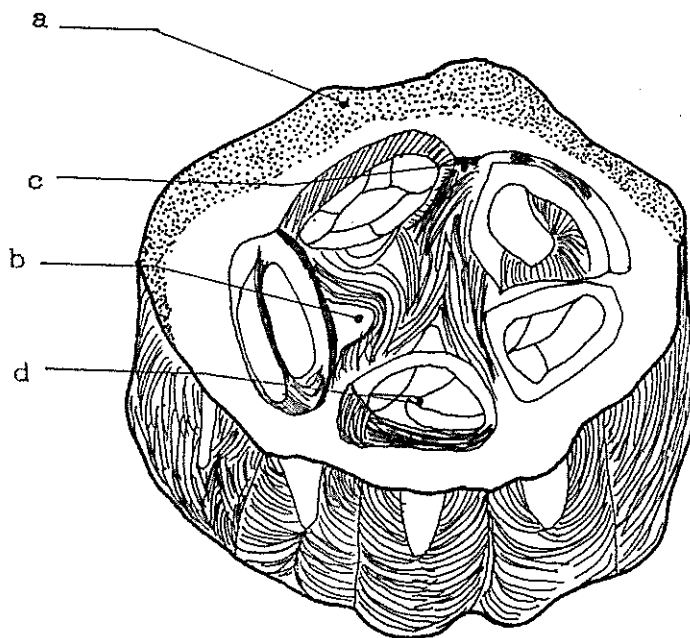
Tujuan dari penelitian ini adalah (1). merancang peti fermentasi kakao tipe peti mini berdinding ganda (2). mempelajari nisbah volume dan luas permukaan tumpukan kakao terhadap sebaran suhu fermentasi dan (3). mempelajari pengaruh suhu dan aerasi, waktu fermentasi dan kondisi ruangan percobaan dalam proses fermentasi kakao. Parameter-parameter yang diuji meliputi suhu, pH biji, kadar air, kandungan biji slaty, indeks fermentasi, kadar kulit biji dan aroma kakao.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. KAKAO DAN PRODUKSINYA

Tanaman kakao (Theobroma cacao L.) yang dikembangkan di Indonesia saat ini pada umumnya adalah kakao lindak (Forastero) dengan keuntungannya yang produktif dan rentan terhadap penyakit dan hama, disamping jenis kakao lainnya yaitu kakao mulia (Criollo) dan kakao Trinitario yang merupakan hibrida dari kedua kakao tersebut sebelumnya.

Buah kakao terdiri dari empat bagian yaitu kulit, plasenta, pulp dan biji (Gambar 1). Buah kakao masak



keterangan:

- a. kulit
- b. pulp
- c. plasenta
- d. biji

Gambar 1. Penampang melintang buah kakao.
(Nasution et al., 1985)

memiliki kulit yang tebal dan rata-rata berisi 30-50 biji. segar yang diselubungi pulp. Komposisi kimia pulp dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pulp Biji Kakao *)

Komponen	Persentase
Air	84.5
Sukrosa	0.7
Pektosa	2.7
Glukosa, Fruktosa	10.0
Protein	0.6
Asam	0.7
Garam inorganik	0.8

*) Wood (1986)

Biji terdiri dari keping biji 86-90 persen, kulit biji 10-12 persen serta kecambah 0.77 persen. Keping biji, kulit biji, kecambah dan komposisi kimia biji kakao akan mengalami perubahan selama fermentasi dan menimbulkan rasa pada kakao (Rohan, 1963). Komposisi kimia biji kakao disajikan pada Tabel 2.

Konsumsi kakao di dunia selama 50 tahun terakhir dari tahun 1930-1980 meningkat 3 kali lipat sebanding dengan kenaikan produksi kakao dunia (Wood, 1986). Konsumen mengonsumsi kakao sebagai pelengkap makanan bergizi dengan harga terjangkau dibanding bahan lain yang cenderung mengarah pada kemewahan.

Di Indonesia perusahaan kakao sebagian besar diusahakan oleh perkebunan besar milik negara maupun

Tabel 2. Komposisi kimia biji kakao Afrik Barat sebelum difermentasi*)

Bahan	Persentase
Lemak	53.05
Air	3.65
Total Abu	2.63
Nitrogen	5.78
Total N	2.28
Protein	1.50
Amonia	0.18
Amida	1.71
Theobromin	0.085
Kafein	0.30
Karbohidrat	6.10
Glukosa	2.25
Pati	2.09
Pektin	1.92
Serat	1.27
Selulosa	0.38
Pentosan	7.54
Gum	0.014
Tannin	0.29
Asam Asetat	
Asam Oksalat	
Total(%)	87.274

*) Rohan, R.A di dalam Ketaren, S.(1986).

swasta disamping perkebunan rakyat, dan jenis kakao yang banyak diusahakan adalah kakao jenis lindak (Forastero) dengan nama Upper Amazon Hybrida. Perkembangan produksi kakao di Indonesia dengan luas lahan perkebunan kakao dari tahun 1981-1989 dapat dilihat pada Tabel 3. Luas lahan perkebunan kakao rakyat dan produksinya berdasarkan propinsi tahun 1987 disajikan pada Lampiran 9. Propinsi yang memiliki luas lahan perkebunan kakao rakyat terbesar untuk beberapa propinsi di Indonesia berturut-turut dengan

produksinya berdasarkan kabupaten dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Perkembangan Produksi Kakao di Indonesia dan Luas Lahan Perkebunan *)

Tahun	Luas lahan perkebunan (1000 Ha)	Produksi kakao (1000 Ton)
1981	20.9	11.4
1982	24.4	13.2
1983	26.6	13.7
1984	28.5	21.8
1985	33.2	24.8
1986	39.4	22.5
1987	44.2	21.4
1988	48.8	26.0
1989	54.5	-

*) BPS(1990)

Tabel 4. Luas lahan dan produksi perkebunan kakao rakyat di beberapa propinsi di Indonesia berdasarkan kabupaten tahun 1987*)

Propinsi Kabupaten	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
SULAWESI SELATAN		
Kab. Luwu	14 491	5 738
Kab. Tana Toraja	410	60
Kab. Bone	3 098	245
Kab. Soppeng	550	105
Kab. Wajo	570	100
Kab. Sinjai	527	94
Kab. Bulukumba	177	30
Kab. Selayar	112	1
Kab. Bantaeng	37	10
Kab. Takalar	16	0
Kab. Gowa	174	7
Kab. Maros	45	0
Kab. Pangkajene Kep.	18	0
Kab. Barru	34	2
Kab. Pinrang	2 214	467
Kab. Sidendreng Rappa	96	16
Kab. Enrekang	720	78
Kab. Polewali Mamasa	4 369	2 552
Kab. Majene	971	394

Tabel 4 (lanjutan)

Propinsi Kabupaten	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
Kab. Manuju	5 242	1 990
SULAWESI TENGGARA		
Kab. Kendari	4 229	78
Kab. Kolaka	17 337	5 347
Kab. Muna	1 119	36
Kab. Buton	1 575	63
NUSA TENGGARA TIMUR		
Kab. Kupang	9	0
Kab. Timur Tengah Selatan	2	0
Kab. Timor Tengah Utara	364	0
Kab. Belu	304	0
Kab. Alor	17	0
Kab. Flores Timur	1 085	4
Kab. Sikka	8 705	1 062
Kab. Ende	357	2
Kab. Ngada	195	0
Kab. Manggarai	471	6
Kab. Sumba Barat	108	54
MALUKU		
Kab. Maluku Utara	5 778	2 091
Kab. Halmahera Tengah	1 185	798
Kab. Maluku Tengah	625	86
Kab. Maluku Tenggara	137	22
SUMATERA UTARA		
Kab. Deli Serdang	639	127
Kab. Langkat	255	6
Kab. Simalungun	1 593	178
Kab. Tapanuli Utara	7	0
Kab. Tapanuli Tengah	22	0
Kab. Nias	1	0
Kab. Tapanuli Selatan	986	504
Kab. Labuhan Batu	17	0
Kab. Asahan	3 705	687
SULAWESI TENGAH		
Kab. Donggala	6 752	163
Kab. Poso	342	6
Kab. Banggai	155	2
Kab. Toli-Toli	614	6

Propinsi Kabupaten	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
IRIAN JAYA		
Kab. Jayapura	2 633	316
Kab. Biakmumfor	60	0
Kab. Yapen Waropen	1 162	154
Kab. Monokwari	2 550	662
Kab. Sorong	227	0
Kab. Fak-Fak	85	2
Kab. Paniai	265	1

*) Ditjenbun (1989)

B. PENGOLAHAN KAKAO

Biji kakao diperdagangkan dalam bentuk biji kering yang telah mengalami tahapan pengolahan tertentu. Untuk memperoleh biji kakao kering yang bermutu tinggi diperlukan pengolahan yang teratur dengan perhatian yang serius.

Buah kakao yang telah masak ditandai dengan perubahan warna sepanjang kulit buah dari buah muda berwarna hijau berubah menjadi buah masak berwarna hijau kekuning-kuningan dan buah muda berwarna merah menjadi buah masak berwarna agak jingga, dipetik dengan menggunakan alat yang tajam kemudian dikumpulkan dalam tempat pengumpulan. Beberapa hari kemudian dilakukan pengupasan terhadap buah dengan memukulkan kayu pemukul terhadap buah sehingga kulit buah akan pecah, selanjutnya biji kakao segar dikeluarkan dari dalam buah dan dilepas dari plasentanya. Biji kakao segar selanjutnya akan mengalami tahapan pengolahan sebagai berikut :

1. Fermentasi

Fermentasi merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan biji kakao kering dimana pada proses ini terjadi reaksi-reaksi enzimatik yang mengubah komposisi pulp menjadi alkohol dan selanjutnya oleh mikroorganisme alkohol diubah menjadi asam asetat.

Tujuan fermentasi adalah untuk mematikan biji, melonggarkan pulp sehingga mudah dilepaskan pada saat pencucian, membentuk cita rasa khas kakao, menciptakan warna dan aroma yang baik. Proses ini terjadi secara biologis, kimia maupun enzimatik, dan pulp sebagai media yang cocok untuk pertumbuhan jamur renik.

Selama fermentasi berlangsung, terjadi reaksi penguraian polifenol, protein dan gula oleh enzim yang menghasilkan calon aroma, perbaikan rasa dan perubahan warna (Rohan, 1963). Selama fermentasi berlangsung dihasilkan panas dengan suhu 45-60 °C. Panas ini berperan untuk mempercepat terbentuknya asam dari pulp biji dan mematikan biji tanpa merusak kegiatan enzim yang ada pada biji sehingga proses enzimatik untuk pembentukan aroma, warna dan rasa dapat berlangsung. Biji akan mati pada hari yang ketiga pada suhu antara 45 - 47 °C atau oleh asam asetat yang terbentuk selama fermentasi, kemudian merembes ke dalam keping biji. Asam asetat berasal dari zat gula pada selaput lendir yang terfermentasi menjadi alkohol kemudian menjadi asam asetat (Wood, 1986).

Waktu fermentasi yang dibutuhkan berbeda menurut jenis kakao. Untuk kakao lindak waktu fermentasi 6 - 8 hari sedangkan untuk kakao mulia waktu fermentasi 2 - 3 hari. Fermentasi dianggap selesai jika keping biji berwarna coklat gelap dan ditandai dengan bau asam asetat yang menyolok, pulp mudah dilepaskan dari kulit biji, berwarna coklat merata dan suhu turun menjadi sekitar 35 °C (Wood, 1986).

Fermentasi sebaiknya dilakukan pada saat yang tepat, jika kurang dari waktu fermentasi akan menyebabkan warna ungu yang banyak dan rasa pahit/-kelat, sedangkan waktu fermentasi yang terlalu lama menyebabkan biji berwarna pucat gelap dan aroma kakao rendah (Wood, 1986).

2. Perendaman dan Pencucian

Segera sesudah proses fermentasi selesai perendaman dilakukan selama dua jam dengan tujuan untuk menghentikan proses fermentasi dan meningkatkan persentasi biji bulat. Perendaman yang lebih dari 12 jam tidak dilakukan karena dapat mengakibatkan penurunan berat biji (Soenaryo, 1978). Tujuan lain perendaman adalah untuk mengurangi kadar asam serta mendapatkan warna cerah dan merata.

Pencucian dilakukan untuk menghilangkan pulp yang menempel pada biji, mempercepat pengeringan, mengurangi keasaman biji kering dan menghindari serangan jamur. Namun masih perlu diperhatikan

Pengeringan dilakukan dengan pengeringan matahari, pengeringan buatan (artificial drying) maupun kombinasi dari kedua cara pengeringan

tersebut. Pada musim panen yang jatuh pada musim kering pengeringan dilakukan dengan penjemuran di panas matahari, tetapi pada musim hujan pengeringan sebaiknya dilakukan dengan pengeringan buatan.

Penjemuran dilakukan untuk mendapatkan warna coklat yang lebih baik sedangkan dengan menggunakan alat pengering buatan didapat kadar air yang lebih seragam, sehingga disarankan pengeringan kakao dilakukan dengan kombinasi penjemuran dan pengeringan buatan untuk mendapatkan warna coklat cerah dan kadar air seragam.

Suhu pengeringan sebaiknya rendah antara 55-60 °C, karena suhu yang tinggi dapat menyebabkan case hardening, pengerasan kulit, kulit biji rapuh dan berkeriput serta meningkatkan kadar keasaman biji.

Pengeringan dipengaruhi berbagai faktor yaitu:

- a. Suhu pengeringan, berpengaruh terhadap kecepatan dan aktifitas enzim. Suhu yang tinggi menyebabkan pembentukan warna yang tidak sempurna, sementara suhu rendah mengakibatkan pengeringan lama dan memungkinkan kakao terserang jamur, jika kadar air masih tinggi.
- b. Kadar air biji kakao, berpengaruh terhadap aktifitas enzim. Pada kadar air 40 persen enzim aktif dan memungkinkan terjadinya pembentukan aroma, warna dan rasa kakao.

- c. Kelengasan nisbi udara, berpengaruh terhadap penguapan air dimana penguapan lambat jika kelengasan tinggi dan waktu pengeringan menjadi lebih lama.
- d. Aerasi, harus ada untuk senyawa oksidasi oksidase. Pergantian udara yang baik mutlak diperlukan selama pengeringan.

Pengeringan lambat dengan suhu panas matahari sudah dapat membantu pembentukan aroma (Hardjosuwito, 1984).

Proses Sime-Cadbury (Duncan, 1989), biji kakao disebar untuk diangin-anginkan selama 72-80 jam dengan jalan menghembuskan udara suhu kamar. Tebal lapisan biji kakao sekitar 15 cm dan kecepatan angin 0.3 m/det. Penganginan ditujukan untuk menghentikan proses fermentasi dan menurunkan kadar air sekitar 85 persen. Pengeringan dilanjutkan dengan suhu 45 - 60 °C, dengan kecepatan hembusan angin 0.3 m/det hingga dicapai kadar air 7.5 persen.

4. Sortasi dan Pemutuan

Biji kakao kering setelah didiamkan selama 1-2 hari, kemudian disortasi untuk memisahkan biji pipih/tipis, biji yang dirusak oleh serangga, biji berkecambah, plasenta, kulit, batu dan benda asing lainnya. Sortasi dilakukan dengan tenaga manusia maupun dengan memakai alat mekanis seperti Winnowwer untuk memisahkan benda halus, debu dan benda ringan lainnya.

Hasil sortasi biji kakao kering menunjukkan kualitas mutu yang diperoleh. Sortasi yang dilakukan sesuai dengan mutu biji kakao haruslah memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Bebas dari hama dan penyakit.
- Bebas dari bau asam, bau busuk, bau kapang dan bau asing lainnya.
- Tidak tercemar bahan kimia seperti sisa pupuk, insektisida atau bahan kimia lainnya.
- Kadar air maksimum 8 persen.

Standarisasi mutu internasional kakao kering dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan klasifikasi mutu kakao di Indonesia diperlihatkan pada Tabel 6, dan penggolongan mutu kakao Indonesia menurut Departemen Perdagangan RI disajikan pada tabel 7.

Dasar sortasi yang umum dilakukan di Indonesia oleh petani yaitu pemisahan berdasarkan bentuk dan warna biji (Ditjenbun, 1982).

Tabel 5. Standarisasi Kakao Internasional. *)

Karakteristik	Persyaratan mutu (%)	
	Mutu I	Mutu II
Biji berjamur, maks.	4.0	6.0
Biji slaty, maks.	6.0	8.0
Biji berlubang, hampa, dan bekecambah, maks.	10.0	10.0

*) Anonymous (1986)

Dasar bentuk biji adalah sebagai berikut :

- a. biji bulat
- b. biji gepeng (platboon)
- c. biji keriput (rimpelboon)
- d. biji pecah (gruis)

Dasar warna biji adalah sebagai berikut :

- a. warna coklat cerah merata
- b. warna coklat tak merata
- c. warna hitam

Tabel 6. Klasifikasi Mutu Kakao Indonesia *)

Mutu	Karakteristik
A	warna coklat merata, biji penuh
B	warna coklat kurang merata, kulit bercak biji tidak bulat penuh, ada yang rusak
C	warna tidak merata, biji gepeng, keriput
G	campuran biji yang terbelah atau pecah
Z	biji-biji yang berwarna hitam

*) Nasution et al. (1985)

Tabel 7. Penggolongan mutu biji kakao Indonesia menurut Departemen Perdagangan RI *)

Karakteristik	Mutu I	Mutu II
Kadar air, % (bobot/bobot)maks	7.5	7.5
Warna	coklat	coklat
Kadar biji berjamur, % (biji/biji)maks.	3	4
Kadar biji berserangga, pipih berkecambah, % (biji/biji) maks.	3	6
Kadar biji slaty % (biji/biji) maks	3	8

*) Effendi (1982)

Menurut Alamsyah (1991), syarat mutu biji kakao yang dapat digunakan untuk industri coklat adalah :

- a. difermentasikan secara baik, sehingga mengandung cita rasa khas cokelat
- b. tidak mengandung bau asap, rasa asam berlebihan, rasa pahit dan rasa sepat serta rasa lain yang merusak cita rasa khas cokelat
- c. seragam ukuran rata-rata 1 gram/biji kering
- d. biji merata kering dengan kadar air tidak lebih dari 7.5 persen
- e. biji mengandung cukup lemak minimum 50 persen, kulit biji tidak lebih dari 12 persen dan asam lemak bebas 1 persen.
- f. Bebas kotoran , bebas bakteri patogen, bebas serangga hidup dan sisa serangga, bebas sisa-sisa pestisida.

5. Pengemasan dan Penyimpanan

Biji-biji kakao yang telah disortasi dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan berupa karung berkapasitas 60 kg. Karung-karung berisi kakao disusun di atas balok/papan setinggi 15 cm dari lantai. Hal-hal yang penting diperhatikan adalah sirkulasi udara dalam gudang untuk menghindari kelembaban yang memungkinkan terserang oleh jamur, serangga dan hama penyakit lain dan perlu dihindari

percikan air. Bila perlu pencegahan dengan cara fumigasi menggunakan obat Ambush 40 cc/liter air sekali tiga bulan dapat dilakukan.

Biji kakao mempunyai sifat hygroskopis atau mudah menyerap air dari lingkungannya. Biji kakao yang kadar airnya tinggi, jika kondisi penyimpanannya baik, tidak akan mengalami kerusakan karena pertumbuhan jamur, sementara biji kakao yang kadar airnya rendah tetapi kondisi penyimpanannya tidak baik, maka akan cenderung menjadi lembab. Kondisi penyimpanan yang baik untuk biji kakao kering adalah ruangan yang mempunyai RH < 70 persen dengan suhu sekitar 35 °C (Alamsyah, 1991).

C. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES FERMENTASI

Fermentasi dipengaruhi berbagai faktor antara lain suhu, aerasi dan drainase, frekuensi pengadukan dan lama fermentasi. Disamping faktor lainnya seperti kematangan buah, serangan hama, jenis kakao dan faktor budidaya tanaman kakao itu sendiri.

Suhu optimum fermentasi adalah 45 - 60 °C yang naik perlahan-lahan. Pada jam ke-48 suhu naik menjadi 45°C, diharapkan pada suhu ini biji kakao telah mati kemudian diikuti reaksi enzimatik.

Pengadukan bertujuan untuk membantu proses aerasi biasanya dilakukan dengan pembalikan pada tipe box dan

dengan tangan pada fermentor mini. Pengadukan yang lebih sering akan menghasilkan mutu yang lebih baik namun dapat merusak bentuk fisik dari kakao sehingga pengadukan dilakukan tidak terlalu sering dan dengan hati-hati setiap 12 jam atau 24 jam sekali (Guritno, 1984).

Aerasi bertujuan untuk mempercepat kenaikan suhu dan mempercepat matinya biji. Dengan pembuatan lobang-lobang aerasi di dinding fermentor diharapkan aerasi berjalan dengan baik, sedang pada bagian bawah diberi lubang untuk saluran pembuangan cairan (sweating/drainase). Aerasi diperlukan untuk mencegah terkumpulnya gas karbondioksida pada pusat tumpukan yang dapat mengakibatkan cita rasa kakao tidak terbentuk (Howat dan Wadsworth di dalam Rohan, 1963). Lama fermentasi tergantung pada jenis kakao. Untuk kakao lindak lama fermentasi selama 4 - 8 hari dan untuk kakao mulia lama fermentasi selama 2 - 3 hari. Menurut Away. (1985) untuk kakao lindak fermentasi selama 6 hari.

D. BEBERAPA METODA FERMENTASI

1. Fermentasi Keranjang (Basket Fermentation)

Biji kakao segar dimasukkan dalam keranjang lalu ditutup dengan daun pisang. Cara ini banyak digunakan di Nigeria dimana jumlah kakao sedikit dengan kapasitas tampung berkisar antara 50 - 150 kg.

Pengadukan dilakukan dengan cara memindahkan isi dari satu keranjang ke keranjang yang lain dan drainase melalui sisi samping dan bawah. Keranjang yang digunakan berupa anyaman rotan atau bambu.

2. Fermentasi Tumpukan (Heap Fermentation)

Biji kakao ditumpuk sampai setinggi 60-90 cm di daerah terbuka dan bagian atas ditutup daun pisang. Pengadukan dilakukan pada hari kedua dan keempat. Cara ini kurang efektif dan sulit jika hujan dan sistem drainase kurang baik (Glossop, 1983).

3. Fermentasi kotak (Box Fermentation)

Kotak fermentasi disusun bertingkat pada ruangan yang dilengkapi dengan ventilasi udara di bagian atasnya. Pengadukan dilakukan dengan memindahkan kakao dari kotak atas ke kotak kosong berikutnya. Cara ini banyak digunakan di perkebunan-perkebunan besar berkapasitas ribuan kilogram. Ukuran kotak fermentasi yang digunakan bervariasi sesuai dengan kebutuhan pekebun. Umumnya mempunyai dimensi $120 \times 90 \times 75 \text{ cm}^3$, dengan kapasitas 1500 kg.

4. Fermentasi peti berdinding ganda

Dengan menggunakan peti mini berdinding ganda terbuat dari kayu/multipleks berkapasitas sedikit cocok untuk petani dengan hasil panen sekitar 3 - 10 kg. Dinding peti bagian dalam yang dilengkapi dengan lubang aerasi bertujuan untuk mengisolasi panas dari tumpukan dan mencegah terkumpulnya gas karbondioksida. Pengadukan dilakukan setiap 12 jam atau 24 jam.

5. Fermentasi tipe putar

Menggunakan peti berbentuk heksagonal yang dirancang untuk meningkatkan aerasi dan memperlancar drainase selama fermentasi dengan pembuatan celah aerasi dan drainase diantara sambungan-sambungan papan. Pengaduk terbuat dari kayu yang dibantu dengan as dari besi yang telah diisolasi, terletak di bagian tengah sepanjang kotak secara horizontal.

Menurut Lenny (1990), fermentor tipe kotak menghasilkan kakao bermutu lebih baik dibandingkan dengan tipe putar.

Sedangkan peti mini berdinding ganda cukup baik hasilnya dengan tercapainya suhu fermentasi walaupun jumlah kakao sedikit. Alat ini sesuai untuk petani dengan hasil panen kakao sedikit dengan jumlah pohon kakao sekitar 10 - 20 pohon.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 1991 sampai dengan bulan Januari 1992. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Perbengkelan dan di Laboratorium Sementara TPPHP - FATETA - IPB Darmaga dan analisa mutu dilakukan di Laboratorium AP4 - FATETA, IPB, Darmaga-Bogor.

B. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao segar yang diperoleh dari PTP XI Cikasungka, Cigudeg, Bogor, jenis kakao UAH (Upper Amazon Hibrid).

2. Alat-alat Yang digunakan

Alat yang digunakan dalam percobaan ini berupa peti mini berdinding ganda sejumlah 6 buah dengan volume berbeda. Peralatan lainnya adalah timbangan kasar, bak plastik untuk perendaman, saringan untuk pencucian, kayu pemukul, serta alat-alat untuk penjemuran. Peralatan yang digunakan dalam pengamatan di laboratorium berupa termometer, pH meter, oven pengering,

blender, alat pemotong, spektrofotometer, pengaduk magnet, neraca analitis serta alat-alat gelas.

C. RANCANGAN PETI FERMENTASI

1. Rancangan Struktural

Pembuatan peti mini fermentor dari bahan multipleks setebal 9 mm. Peti fermentasi yang dibuat terdiri dari dua lapis yaitu peti bagian dalam dan peti bagian luar. Peti fermentasi yang dibuat sebanyak 6 buah, dengan tiga ukuran yang berbeda yakni peti I sebanyak 2 buah dengan bagian dalam berukuran 30 x 30 x 30 cm, bagian luar berukuran 35 x 35 x 36 cm, peti II sebanyak 2 buah dengan bagian dalam berukuran 30 x 30 x 40 cm, bagian luar berukuran 35 x 35 x 46 dan peti III sebanyak 2 buah dengan bagian dalam berukuran 30 x 30 x 50 cm dan bagian luar berukuran 35 x 35 x 56 cm.

Peti fermentasi I, II dan III dibedakan antara yang satu dengan lainnya oleh perbedaan jarak antar lobang aerasi pada dinding samping dan bawah peti bagian dalam, yaitu yang berjarak 5 cm dan yang berjarak 10 cm.

Masing-masing peti fermentasi dilengkapi tutup peti dengan ukuran yang sama yakni 37 x 37 cm dan diberi lubang aerasi sebanyak 5 buah.

Secara mendetail rancangan peti fermentasi berdinding ganda lengkap dengan ukurannya disajikan berturut-turut pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

2. Rancangan Fungsional

Peti fermentasi dibuat berdinding ganda dengan tujuan untuk dapat menahan panas yang dihasilkan selama proses fermentasi sehingga panas tersebut dapat dimanfaatkan untuk menyempurnakan proses fermentasi. Diantara dinding bagian luar dengan dinding bagian dalam peti diberi ruang untuk pergantian udara dengan jarak antar dinding 2.5 cm, merupakan sistem termos.

3. Kapasitas fermentor

Kapasitas fermentor yang digunakan berbeda menurut ukurannya yaitu seperti disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Kapasitas fermentor

Ukuran fermentor	Kapasitas (kg)
30 x 30 x 50 cm	21
30 x 30 x 40 cm	16
30 x 30 x 30 cm	10

D. PERCOBAAN FERMENTASI

Biji kakao segar diambil secara acak sebanyak yang diperlukan sesuai dengan kapasitas masing-masing

fermentor dan dimasukkan ke dalam masing-masing fermentor. Fermentasi dilakukan selama 6 hari, dan diaduk setiap 12 jam dengan tangan. Pengukuran suhu dilakukan pada bagian atas tumpukan, bagian tengah dan bagian bawah tumpukan. Pengukuran dilakukan masing-masing dua kali ulangan, diukur setiap 6 jam.

Setelah proses fermentasi selesai dilakukan perendaman selama dua jam dilanjutkan dengan pencucian. Pencucian dilakukan secara ringan untuk menghindari kerapuhan kulit, dengan cara mengalirkan air ke dalam tumpukan biji kakao dan digosok perlahan.

Pengeringan dilakukan segera setelah pencucian selesai untuk menurunkan kadar air sampai 6 - 7 persen basis basah. Penjemuran dengan panas matahari selama waktu tertentu setiap hari mulai pagi jam 08.00 WIB sampai jam 16.00 WIB, kecuali kalau cuaca mendung/hujan, hingga kadar air sekitar 6-7 persen tercapai.

Analisa pertama adalah menentukan kandungan biji slaty dan kadar kulit biji selanjutnya menghaluskan keping biji untuk menganalisa kadar air, pH biji, indeks fermentasi dan aroma dengan sampel 100 gram. Contoh bahan yang dianalisa diambil pada periode fermentasi 84 jam, 108 jam dan 132 jam baik pada ruangan terbuka maupun pada ruangan tertutup.

Diagram alir percobaan fermentasi disajikan pada Gambar 5, dimulai dari pengolahan biji kakao segar hingga analisa biji kakao kering.

E. PERLAKUAN

Perlakuan dalam percobaan ini adalah seperti berikut :

(1). Jarak antara lubang aerasi

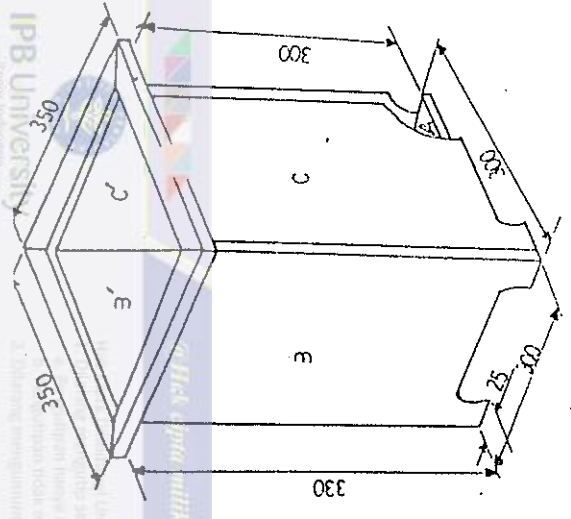
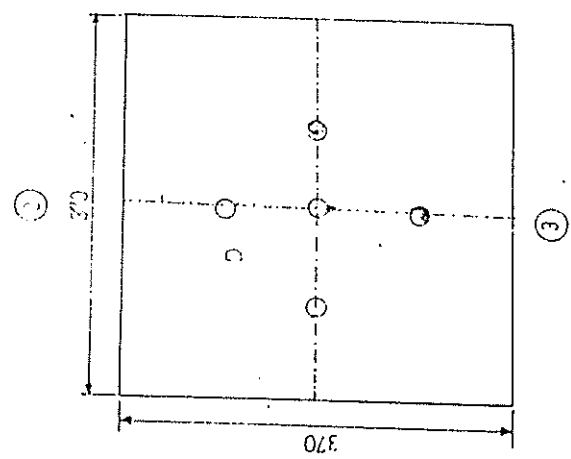
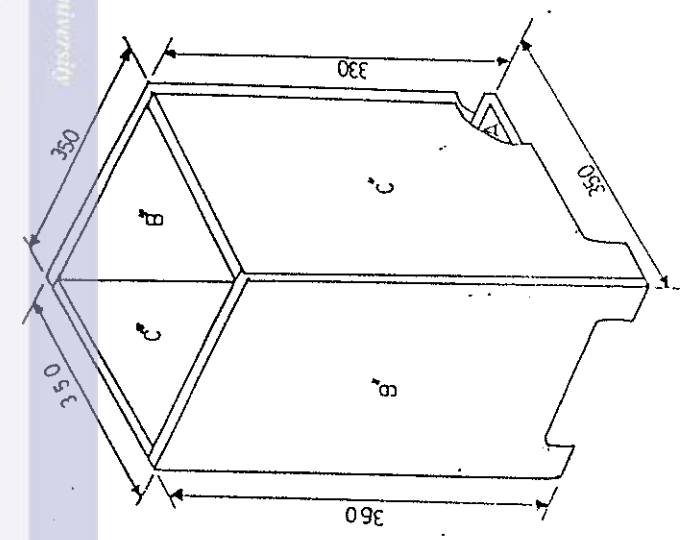
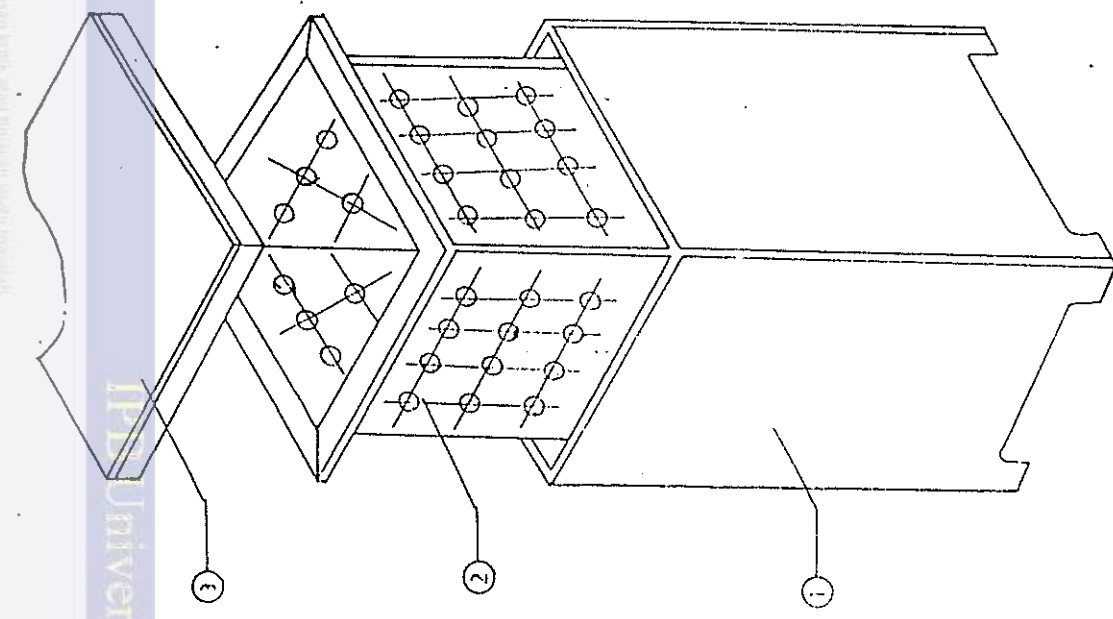
Pada peti bagian dalam dibuat 2 tingkat jarak antar lubang aerasi yaitu berjarak 5 cm dan 10 cm, dibuat pada dinding dan dasar peti.

(2). Nisbah volume tumpukan dan luas permukaan

Nisbah volume tumpukan dan luas permukaan tumpukan dibuat tiga tingkat yakni volume tumpukan $30 \times 30 \times 30$ cm dengan luas permukaan tumpukan 30×30 cm, volume tumpukan $30 \times 30 \times 40$ cm dengan luas permukaan tumpukan 30×30 cm, dan volume tumpukan $30 \times 30 \times 50$ cm dengan luas permukaan tumpukan 30×30 cm.

(3). Kondisi ruangan percobaan

Perlakuan kondisi ruangan percobaan adalah ruangan tertutup dan ruangan terbuka. Ruangan terbuka yaitu ruangan yang tidak memiliki dinding yang tidak disekat tetapi memiliki atap sedangkan ruangan tertutup adalah ruangan yang dilengkapi dengan dinding penyekat, lantai semen dan atap seng dengan ventilasi ruangan secukupnya.

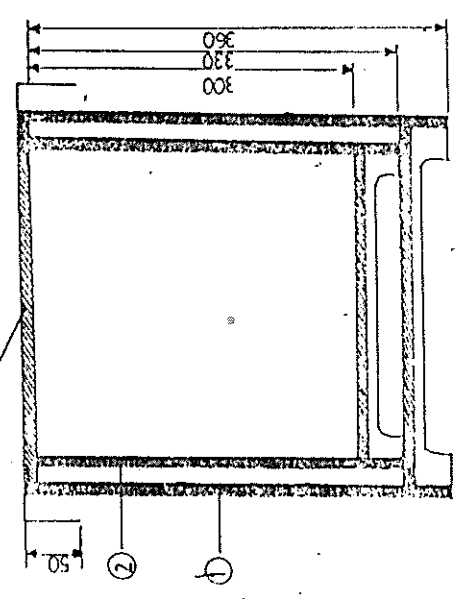
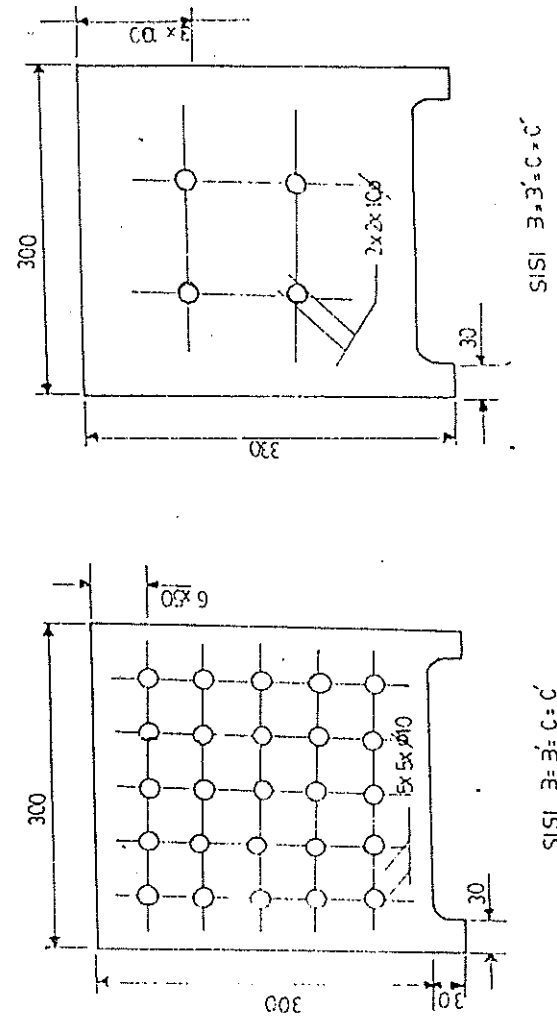
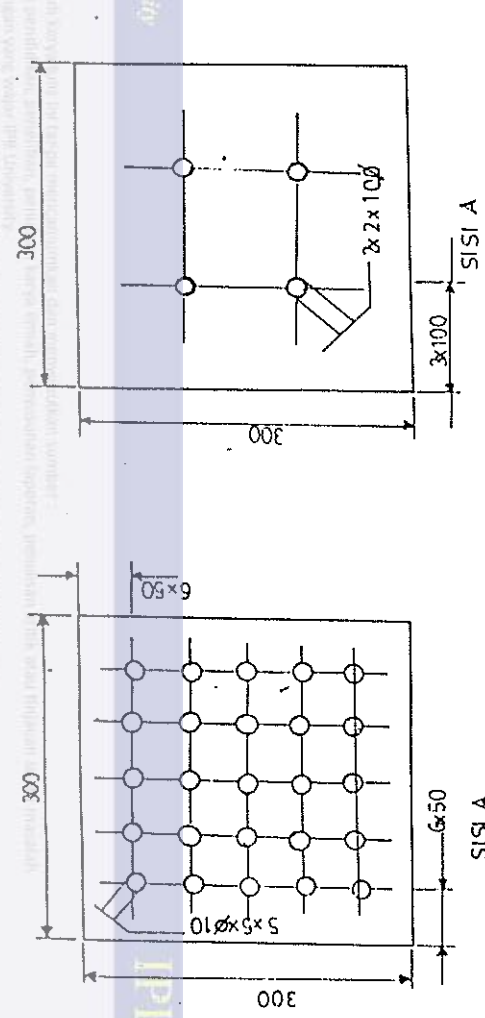


① PETI BAGIAN LUAR	DIGAMBAR: RAME MN	PETI FERMENTASI
② PETI BAGIAN DALAM	SKALA : 1:5	PIKTORIAL
③ TUTUP PETI	SATUAN : mm	Tgl. Desember 1990

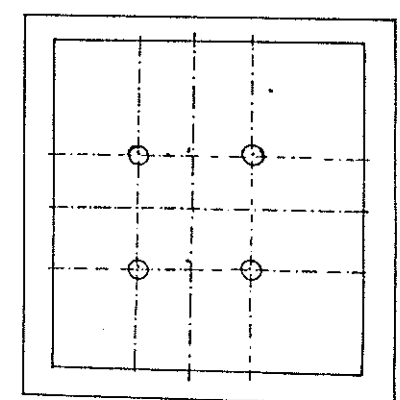
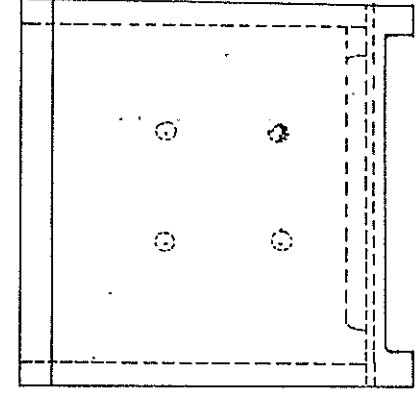
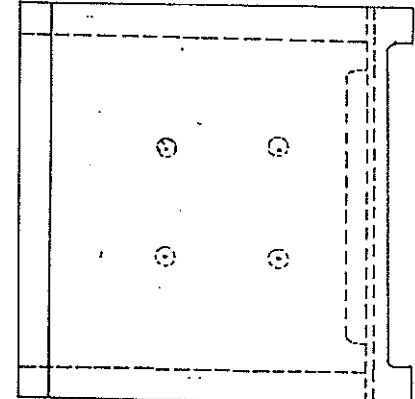
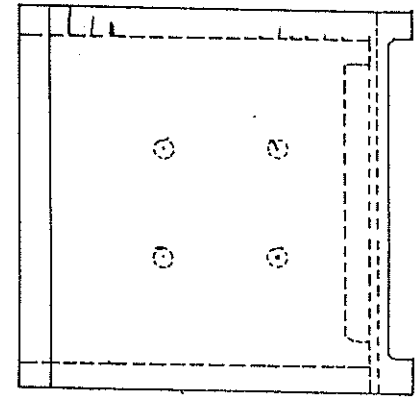
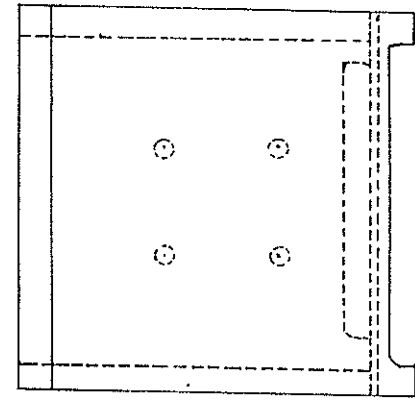
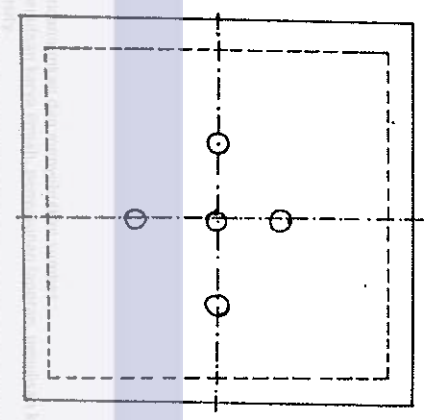
Gambar 2. Peti fermentasi mini ber dinding ganda

Hasanudin, 1998

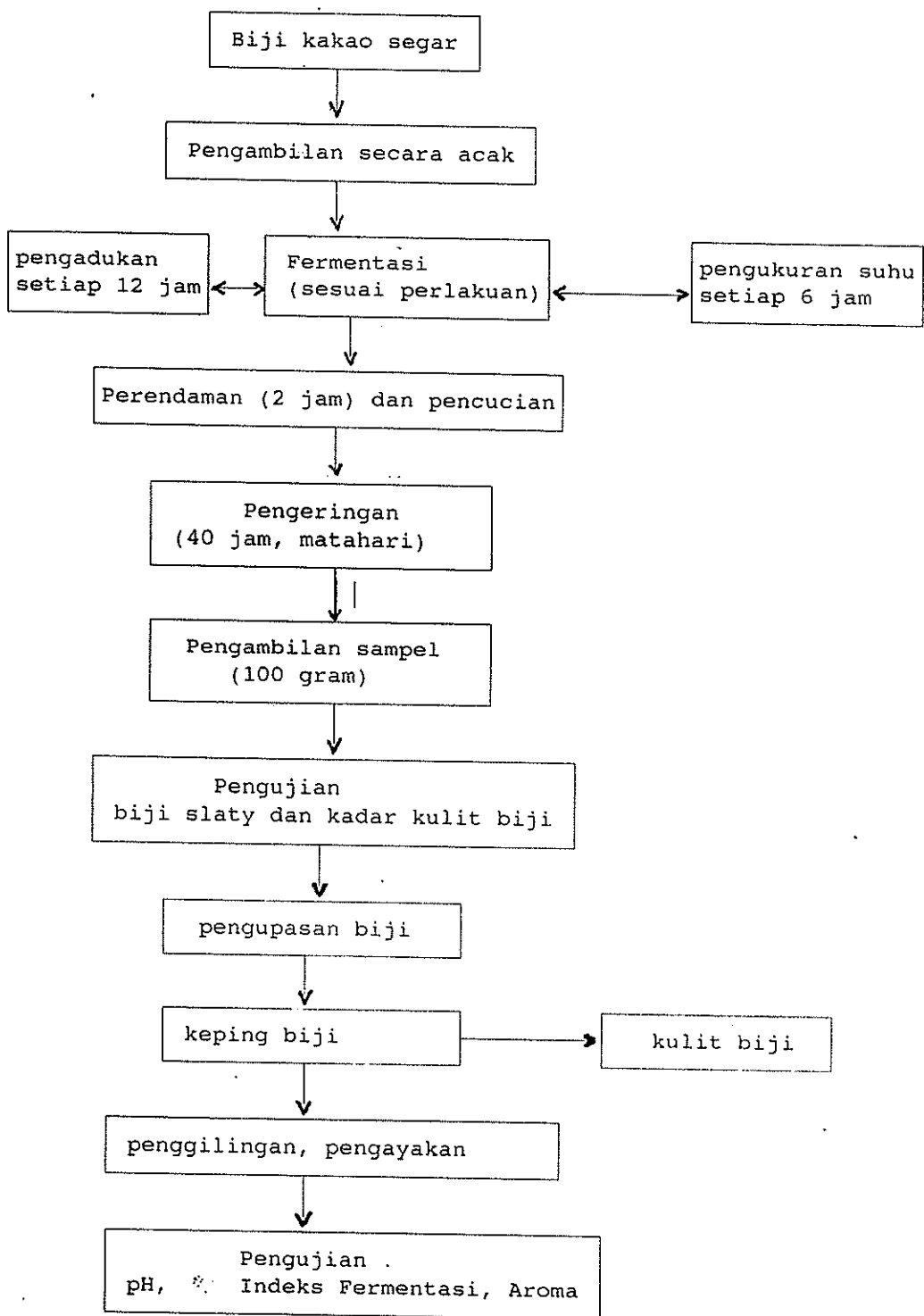
IPB University



DIGAMBAR: RAMEMN Potongan 3:3'	
Skala 1:5	Detail bagian dc'ar
Satuan : mm	Tgl. Desember 199



	Digambar: Rame
PETI FERMENTASI	Skala : 1:5
Desember 1991	Satuan : mm



Gambar 5. Bagan Alir Percobaan

PENGAMATAN

Parameter-parameter yang akan diamati adalah :

1. Suhu Fermentasi

Suhu fermentasi diamati pada tiga titik dengan termometer masing-masing setiap 6 jam sekali dengan dua ulangan pada bagian atas, tengah dan bagian bawah (Gambar 6).

2. Keasaman (pH)

Biji kakao tanpa kulit dihaluskan dengan blender, lalu diambil contoh sebanyak 5 gram dilarutkan dalam air suling panas sebanyak 50 ml dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 15 menit. Larutan kemudian diteteskan ke dalam pH meter untuk diukur. Contoh bahan yang dianalisa masing-masing diambil pada periode fermentasi 84 jam, 108 jam dan 132 jam, baik pada percobaan ruangan terbuka maupun ruangan tertutup.

3. Kandungan biji slaty

Contoh diambil sebanyak 100 gram secara acak, lalu dipotong melintang dengan pisau. Dengan melihat penampakan bagian dalam berwarna kelabu atau ungu dapat ditentukan kandungan biji slaty. Persen biji slaty dihitung berdasarkan :

$$\frac{\text{jumlah biji slaty}}{\text{jumlah biji contoh}} \times 100 \%$$

4. Kadar air

Biji kakao kering ditumbuk halus bersama kulitnya dengan menggunakan mortar lalu diambil sampel sebanyak 5 gram, dipanaskan dalam oven pada 105°C selama 24 jam. Kadar air ditentukan dengan rumus berikut :

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

dimana : A = berat awal

B = berat akhir

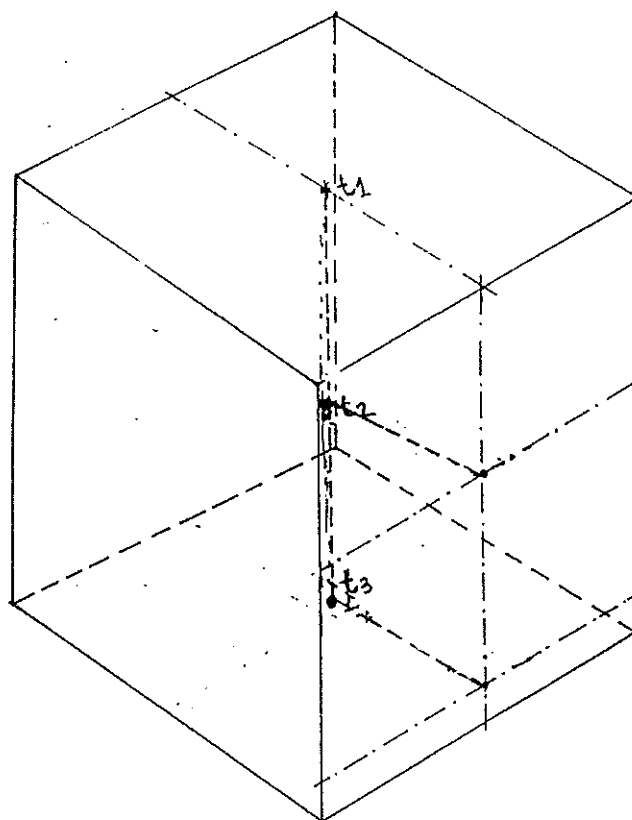
5. Kadar kulit biji

Biji kakao kering yang telah dipotong pada penentuan kandungan biji slaty dikupas kulitnya dan ditimbang. Rumus berikut adalah untuk menentukan kadar kulit biji :

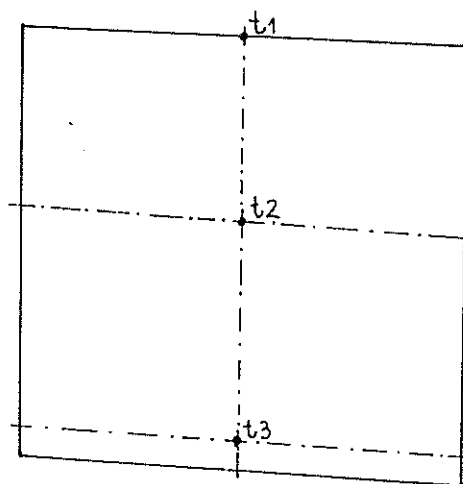
$$\frac{\text{bobot kulit biji}}{\text{bobot sampel}} \times 100 \%$$

6. Indeks fermentasi

Biji kakao tanpa kulit sebanyak 10 gram dihaluskan sampai derajat kehalusan 40 mesh. Sebanyak 0.5 gram serbuk diekstraksi dengan 50 ml campuran methanol pro analysis dan HCl pekat dengan rasio 97 banding 3 selama 20 jam pada suhu 8°C. Absorbansi larutan ekstrak disaring kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang



(a)



(b)

Gambar 6. Letak titik pengukuran suhu fermentasi

gelombang 460 nm dan 530 nm. Indeks fermentasi ditentukan dengan membagi nilai absorbansi pada panjang gelombang tersebut.

7. Aroma

Biji kakao sebanyak 30 gram dipanaskan pada suhu 150°C selama 30 menit. Kemudian didinginkan dan dihaluskan dengan blender dan selanjutnya dinilai secara organoleptik dengan kisaran penilaian 1 - 8. Nilai 1. berarti amat sangat tidak suka, 2. amat tidak suka, 3. tidak suka, 4. agak tidak suka, 5. agak suka, 6. suka, 7. amat suka dan 8. amat sangat suka.

G. METODA PEMILIHAN ALTERNATIP PERLAKUAN

Untuk menentukan perlakuan yang terbaik yang layak digunakan pada perkebunan kakao rakyat digunakan Metoda Bayes. Metoda Bayes merupakan teknik pengambilan keputusan yang digunakan untuk pemilihan alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Metoda ini dikembangkan dari penilaian kualitatif berdasarkan subjektifitas pengambilan keputusan.

Tahapan-tahapan pengambilan keputusan dengan menggunakan metoda Bayes adalah :

- (1) menentukan alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih

- (2) mendefenisikan kriteria keputusan yang penting untuk evaluasi alternatif keputusan,
- (3) menentukan derajat kepentingan relatif setiap kriteria keputusan dengan menggunakan skala konversi perbandingan,
- (4) menentukan derajat kepentingan relatif tiap-tiap alternatif pada setiap kriteria keputusan,
- (5) menghitung skor pada setiap alternatif
- (6) membuat urutan prioritas keputusan berdasarkan nilai skor tersebut.

Formulasi perhitungan nilai skor pada Metoda Bayes adalah

$$SA_i = \sum_{j=1}^m (B_{ij}T_j)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, m$$

dimana :

SA_i = nilai skor pada alternatif ke-i

B_{ij} = derajat kepentingan relatif kriteria ke-j pada alternatif ke-i

T_j = tingkat kepentingan kriteria ke-j

n = jumlah alternatif keputusan

m = jumlah kriteria keputusan

Urutan prioritas keputusan dilakukan dengan cara mengurutkan nilai skor terbesar sampai nilai skor terkecil.

Untuk memudahkan penerapan dan pemahaman penggunaan metoda Bayes dibuat suatu format matrik keputusan seperti Tabel 9.

Kriteria yang digunakan untuk pemilihan alternatif perlakuan adalah nilai pH, kandungan biji slaty, aroma dan kadar kulit biji.

Pemberian pembobotan atau tingkat kepentingan kriteria masing-masing parameter didasarkan pada besar pengaruh yang ditimbulkannya dan didasarkan pada standar mutu kakao internasional.

Tabel 9. Format matrik keputusan dengan Metoda Bayes

	Kriteria					Nilai	
	1	2	3	...	m	skor	Ranking
Alternatif 1							
Alternatif 2							
Alternatif 3							
.							
.							
.							
Alternatif n							
Tingkat kepentingan kriteria							

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENGAMATAN

1. Suhu Tumpukan

Selama percobaan berlangsung suhu lingkungan berkisar antara 23 - 33 °C disajikan dalam Lampiran 3, sedangkan suhu fermentasi berkisar antara 26.5-46.5 °C (Lampiran 1 dan Lampiran 2).

Menurut Chat (1953), perubahan suhu yang terjadi selama fermentasi berlangsung, berturut-turut naik, pada hari pertama mencapai 29 °C sampai 35 °C dan pada hari kedua 45 °C dan pada akhir mencapai 48 °C.

Hasil pengamatan suhu fermentasi yang diperoleh dalam penelitian ini yang ditunjukkan dalam Tabel 10 dan Tabel 11, mendekati suhu yang diperoleh Chatt (1953), sementara itu Away (1984) dalam percobaan fermentor peti berdinding ganda mendapatkan suhu fermentasi tertinggi 42.17 °C dan 42.13 °C masing-masing pada kapasitas 5 kg dan 2 kg biji kakao segar.

Proses fermentasi berlangsung diikuti perubahan suhu fermentasi. Suhu yang terjadi selama fermentasi sangat berperan aktif dalam proses penyelesaian fermentasi. Perubahan suhu biji kakao

Tabel 10. Pengamatan kenaikan suhu fermentasi pada ruangan tertutup

Lama Fermentasi (jam)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
0	27.25	26.95	28.50	28.25	28.30	28.65
6	29.25	29.25	29.75	29.62	29.76	29.75
12	35.25	35.75	34.75	34.50	34.12	33.38
18	35.75	36.25	35.55	34.65	35.75	34.25
24	34.50	39.52	36.50	35.20	35.50	36.50
30	37.45	40.70	38.25	36.46	37.45	36.55
36	39.91	43.55	39.20	38.74	38.30	37.17
42	41.78	43.30	40.85	39.72	39.60	39.20
48	44.15	44.45	44.55	40.50	40.17	40.00
54	44.55	41.25	44.35	41.40	40.39	40.68
60	45.24	41.48	43.23	43.08	41.44	41.38
66	45.71	41.60	42.00	41.01	42.04	42.88
72	45.18	42.25	43.00	41.25	43.62	43.08
78	44.12	41.10	41.82	41.10	43.20	43.26
84	43.38	40.55	39.25	41.02	43.19	43.19
90	41.08	40.25	39.54	40.15	42.31	42.50
96	40.08	41.34	39.30	40.07	41.33	42.34
102	42.13	40.35	38.75	39.65	40.45	42.50
108	40.48	40.35	39.22	39.45	40.62	41.30
114	40.00	39.85	36.00	40.01	39.88	39.85
120	38.97	38.55	35.75	38.25	38.80	39.15
126	39.64	37.20	33.75	38.20	37.65	36.35
132	38.00	37.00	31.75	36.50	36.70	31.50

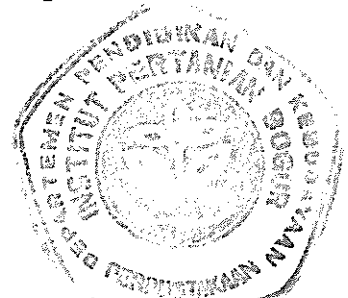
Tabel 11. Pengamatan kenaikan suhu fermentasi pada ruangan terbuka

Lama Fermentasi (jam)	fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
0	28.80	29.00	29.00	29.30	28.80	27.61
6	32.00	30.55	31.00	31.05	30.80	31.00
12	35.00	34.00	35.70	34.10	36.25	34.30
18	36.75	38.50	36.70	35.40	36.75	39.10
24	39.00	38.75	40.03	39.80	40.30	41.40
30	41.20	42.35	43.50	41.35	41.85	41.75
36	41.95	40.50	39.50	40.30	41.25	38.65
42	40.05	44.70	42.85	43.95	43.88	45.95
48	42.75	41.40	44.75	40.65	41.85	38.00
54	44.55	42.50	42.95	40.35	40.70	39.40
60	44.40	45.00	39.75	42.25	42.88	37.25
66	45.70	46.25	40.25	45.70	44.30	44.30
72	45.70	46.50	43.00	45.20	42.37	43.85
78	45.65	43.00	40.80	43.50	40.75	43.30
84	44.00	42.35	41.50	44.60	46.25	43.25
90	43.50	40.00	41.00	38.75	40.30	46.00
96	42.84	42.13	43.32	39.47	40.76	43.63
102	42.20	43.00	45.75	42.25	41.50	40.75
108	42.35	40.05	41.15	38.75	37.70	41.75
114	39.25	39.38	39.05	36.50	36.50	41.00
120	43.00	42.13	43.00	36.00	40.25	45.00
126	40.55	38.25	31.80	35.90	38.50	35.75
132	38.00	35.50	30.10	35.25	37.25	31.50

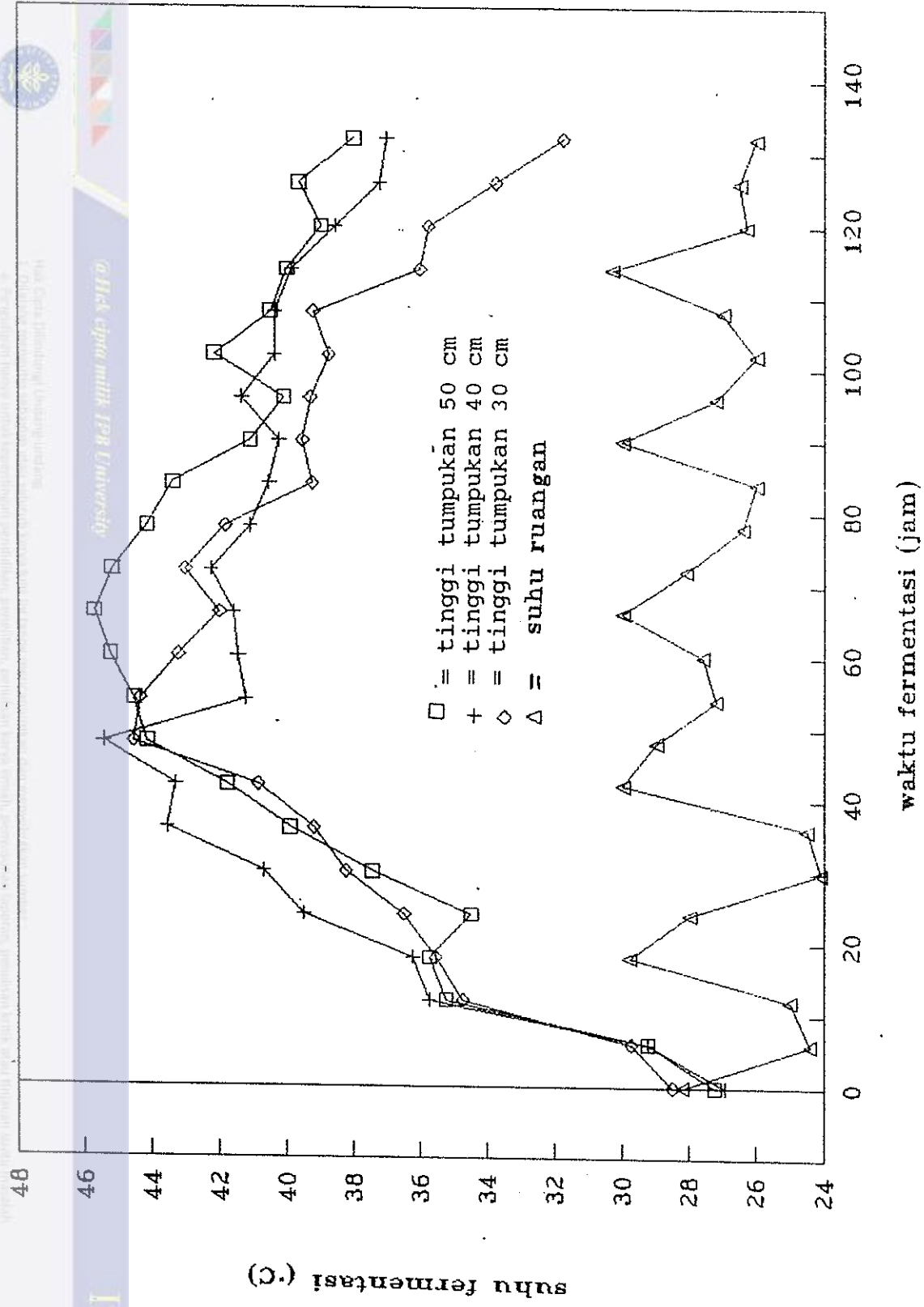
selama fermentasi berbeda-beda sesuai dengan ukuran dan jenis tumpukan. Hal ini dibuktikan oleh Rohan (1958b), dengan mendapatkan banyak variasi perubahan suhu tergantung pada aerasi dan tumpukannya.

Terjadinya perubahan suhu selama berlangsungnya fermentasi, berkaitan erat dengan aktivitas enzim dan bakteri yang berperan aktif dalam mengkonversikan glukosa yang terdapat pada pulp menjadi alkohol dan alkohol kemudian diubah menjadi asam asetat (Rohan, 1963), disamping perubahan-perubahan lainnya yang terjadi di dalam keping biji. Tanpa adanya kenaikan suhu hingga mencapai suhu optimum $45 - 60^{\circ}\text{C}$, maka fermentasi berlangsung tidak sempurna, sebab pada suhu optimum tersebut diharapkan akan berlangsung reaksi-reaksi yang penting dalam tujuan fermentasi yakni untuk meniadakan daya hidup biji, membentuk aroma, serta tujuan lainnya yang sangat dibutuhkan dalam mendapatkan biji kakao kering bermutu baik.

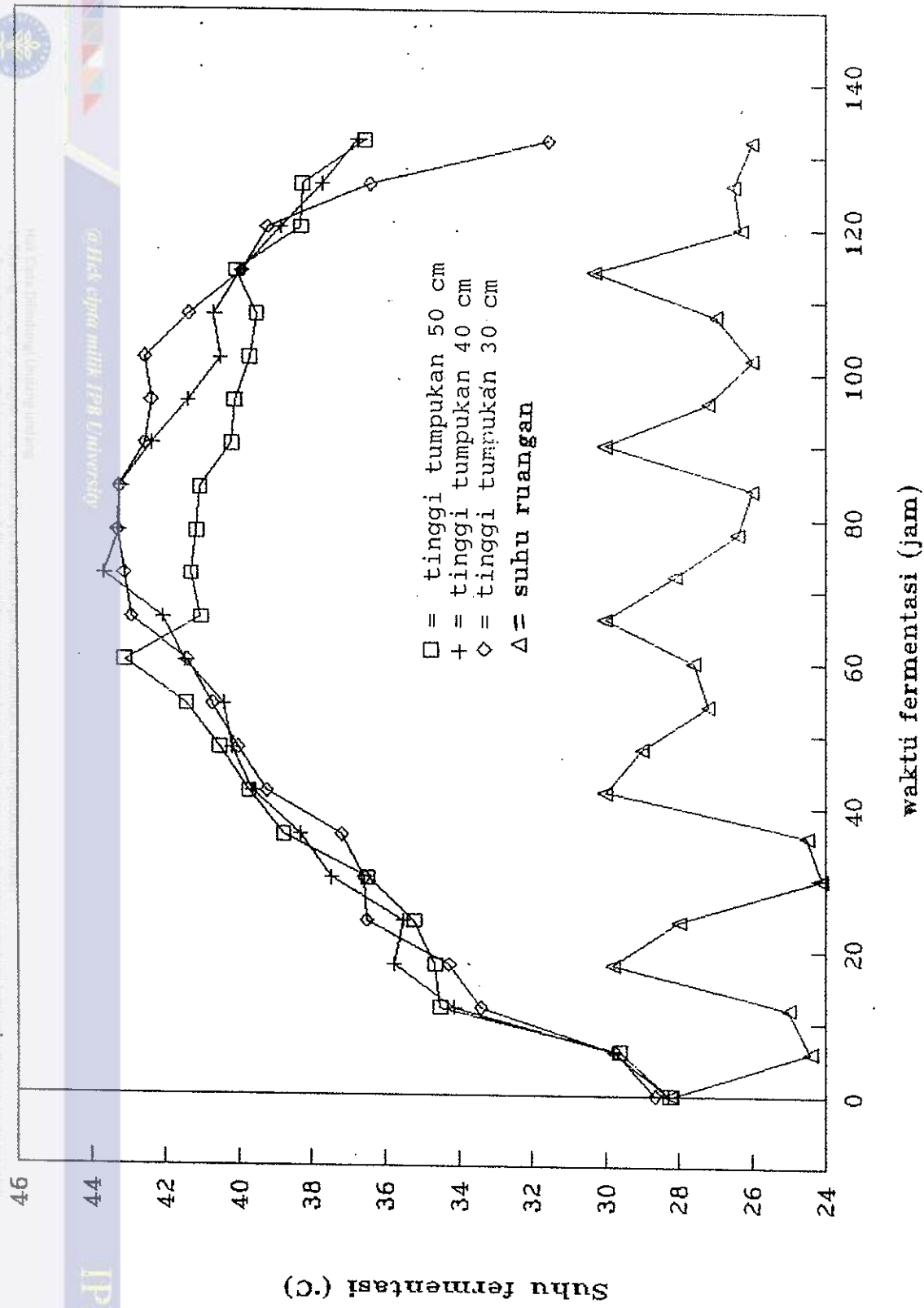
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu tertinggi diperoleh pada perlakuan tinggi tumpukan 40 cm dan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada ruangan terbuka yaitu 46.5°C yang dicapai pada hari ke tiga (jam ke-72). Hal ini disebabkan oleh tinggi permukaan tumpukan 40 cm, seperti disarankan oleh Duncan (1989) dalam pengolahan coklat



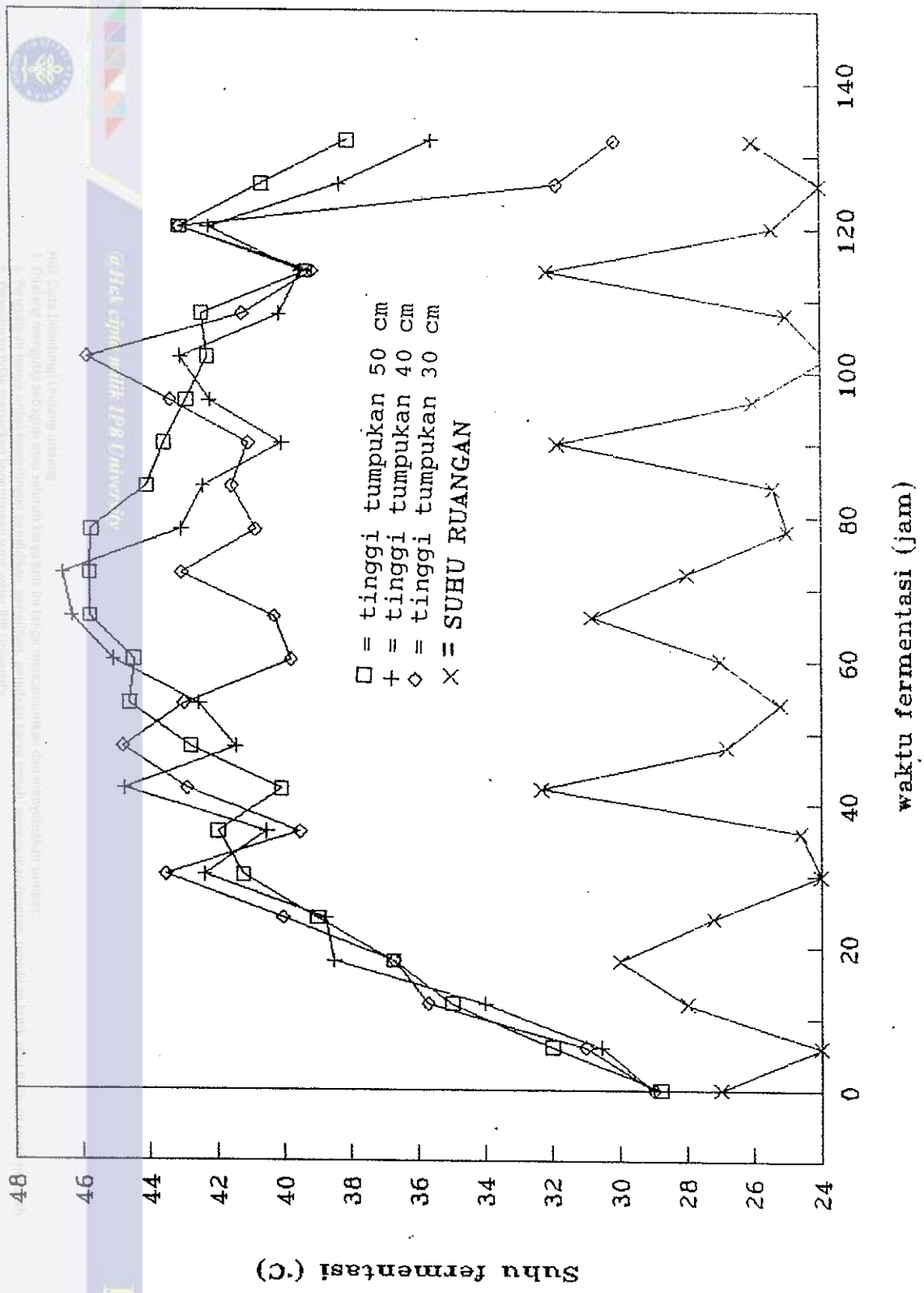
cairan pulp di dasar kotak mempengaruhi kenaikan suhu secara langsung pada biji kakao yang berada di dasar kotak. Lewatnya cairan pulp melalui lubang drainase pada dasar kotak menyebabkan perbedaan suhu pada tebal tumpukan yang berbeda. Pada umumnya suhu yang diperoleh pada dasar kotak lebih rendah dibandingkan dengan suhu pada bagian tengah dan bagian atas tumpukan. Hal ini disebabkan oleh aerasi yang lebih terjamin pada bagian tengah dan bagian atas, sehingga pertukaran udara lebih baik, sebaliknya terjadi pada tumpukan bagian bawah, dimana lubang aerasi sekaligus berfungsi sebagai lubang drainase cairan pulp, sehingga udara yang masuk maupun udara yang keluar terhambat oleh cairan yang merembes keluar tumpukan. Pengamatan kenaikan suhu pada kedua kondisi ruang percobaan dengan jarak antar lubang yang sama dan tinggi tumpukan berbeda disajikan dalam bentuk kurva pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10. Perubahan suhu fermentasi pada keenam fermentor yang diperoleh menunjukkan kenaikan yang tidak sama. Pada percobaan di ruang tertutup diperoleh kenaikan suhu yang relatif stabil walaupun suhu yang diperoleh lebih rendah dibanding suhu tertinggi yang diperoleh pada percobaan di ruang terbuka. Namun pada percobaan di ruang terbuka suhu



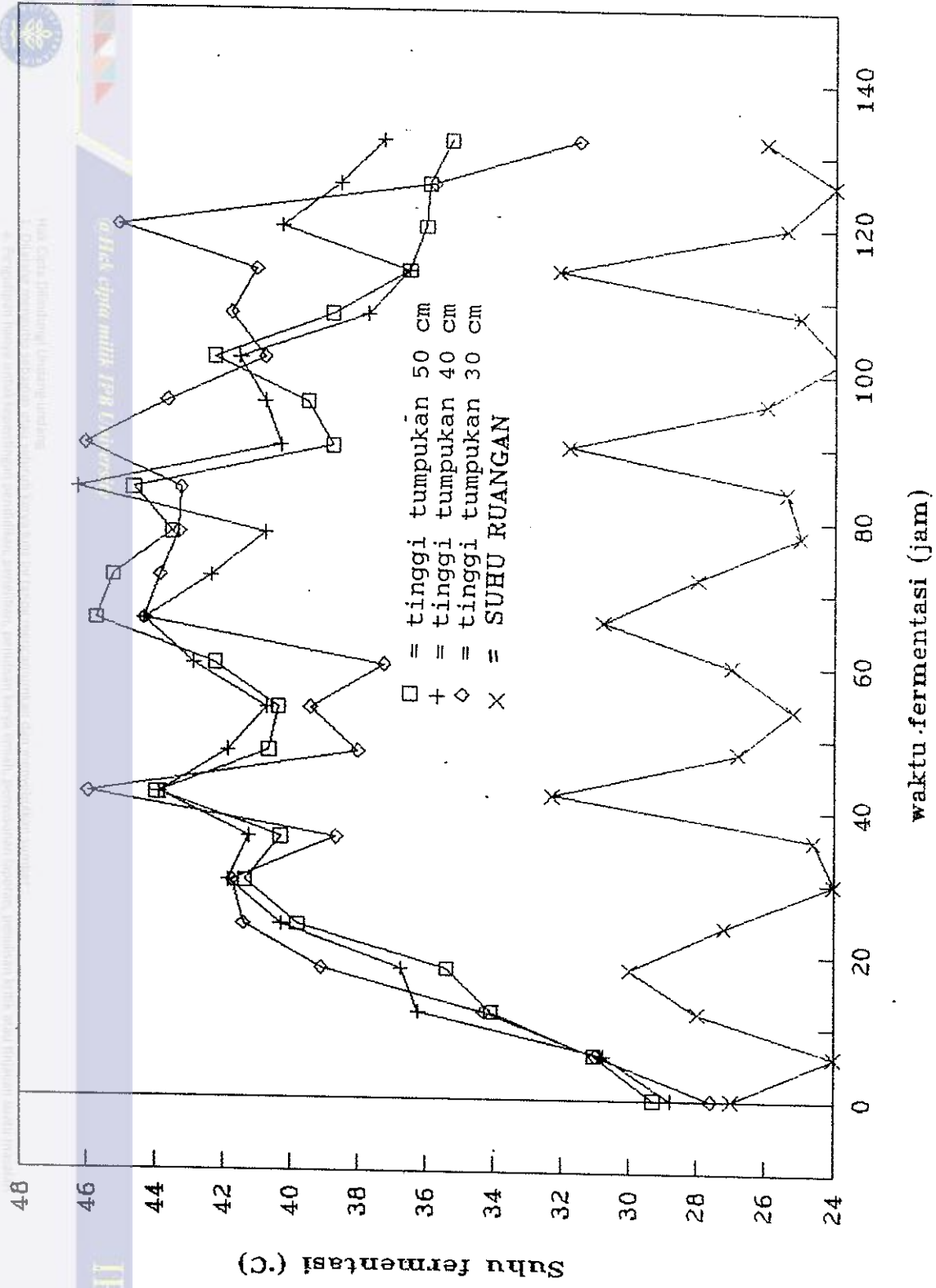
Gambar 7. Grafik kenaikan suhu fermentasi pada fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada ruangan tertutup



Gambar 8. Grafik kenaikan suhu fermentasi pada fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 10 cm pada ruangan tertutup



Gambar 9. Grafik kenaikan suhu fermentasi pada fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada ruangan terbuka



Gambar 10. Grafik kenaikan suhu fermentasi pada fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 10 cm pada ruangan terbuka

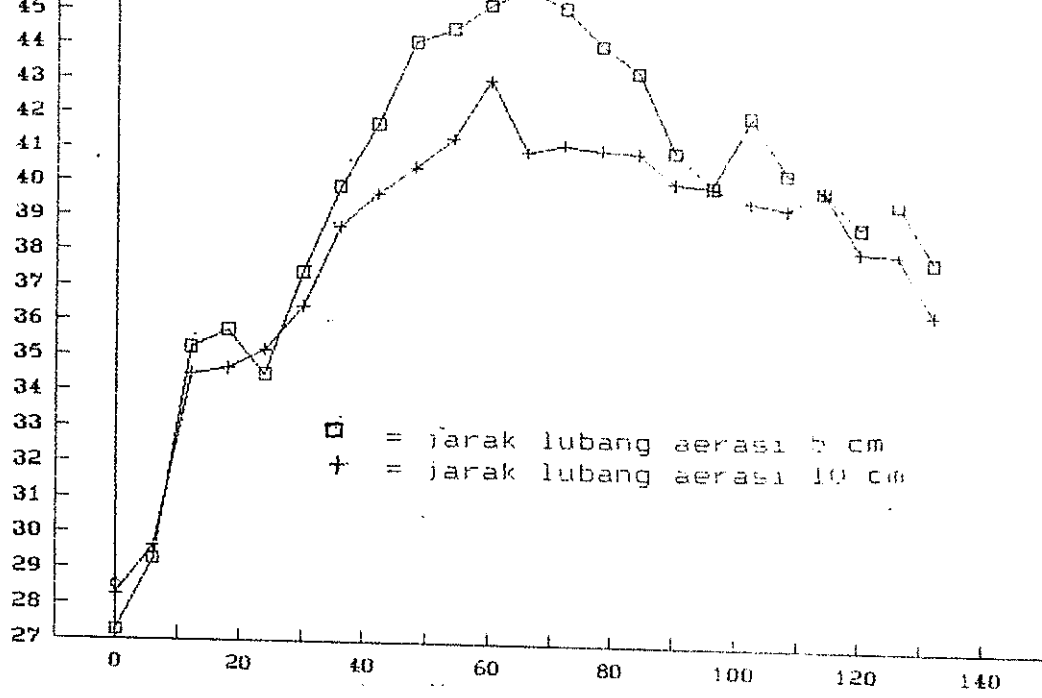
fermentasi tidak selalu mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu fermentasi, dalam hal ini suhu lingkungan berpengaruh juga terhadap suhu fermentasi di ruang terbuka.

Terlihat bahwa perubahan kenaikan suhu fermentasi yang diperoleh berbeda-beda, dimana pada suatu saat ada yang mengalami kenaikan dan ada yang mengalami penurunan suhu, walaupun perubahan suhu tersebut tidak terlalu menyolok. Namun pada akhir fermentasi terjadi penurunan suhu pada semua tumpukan fermentasi dengan perolehan suhu akhir bervariasi.

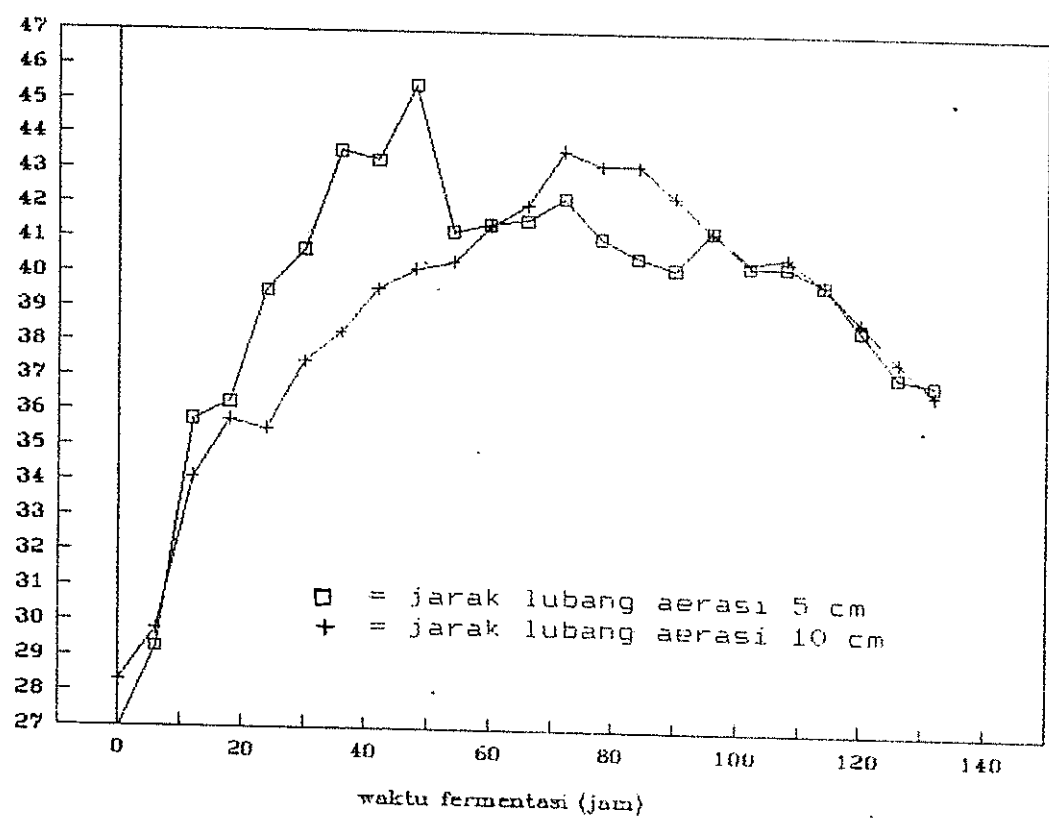
a. Pengaruh perbedaan jarak antar lubang aerasi

Pada tinggi tumpukan yang sama dengan jarak antar lubang aerasi yang berbeda ditempatkan pada ruangan yang sama memberikan hasil yang tidak jauh berbeda. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16. Masing-masing gambar menunjukkan perbedaan kenaikan suhu fermentasi pada tinggi tumpukan yang sama dengan jarak antar lubang aerasi berbeda pada kondisi ruangan percobaan yang sama.

Kenaikan suhu fermentasi pada fermentor dengan tinggi tumpukan 50 cm pada kondisi ruang tertutup dapat dilihat dimana kenaikan



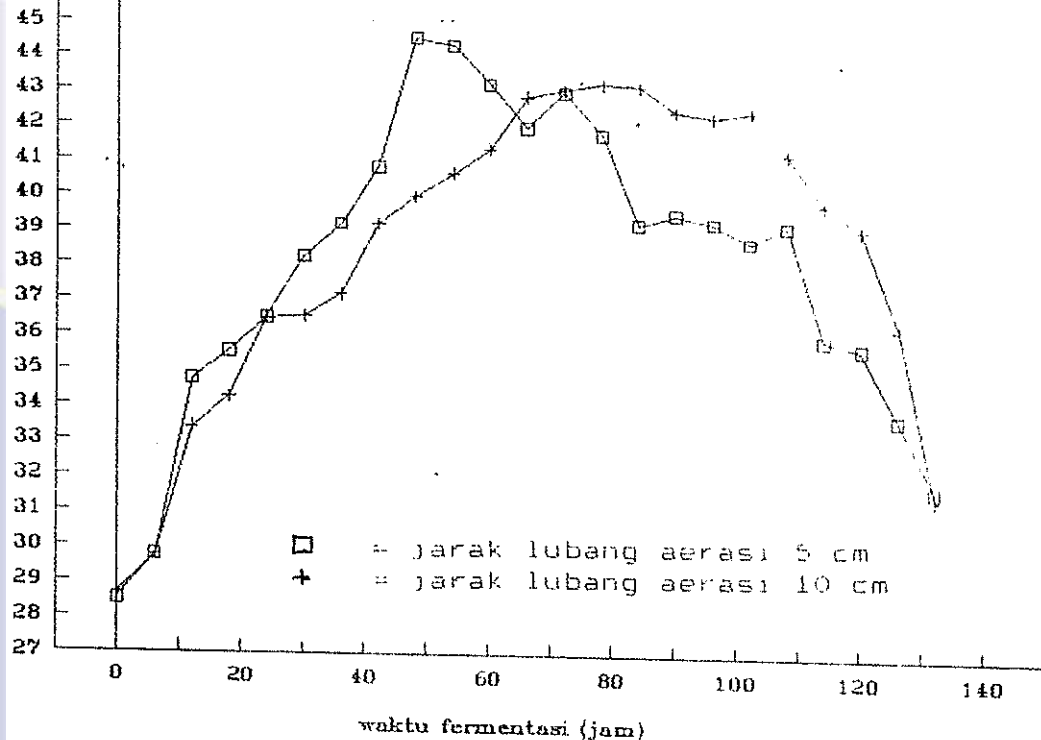
Gambar 11. Grafik suhu fermentasi pada ruangan tertutup, tinggi tumpukan 50 cm



Gambar 12. Grafik suhu fermentasi pada ruangan tertutup, tinggi tumpukan 40 cm

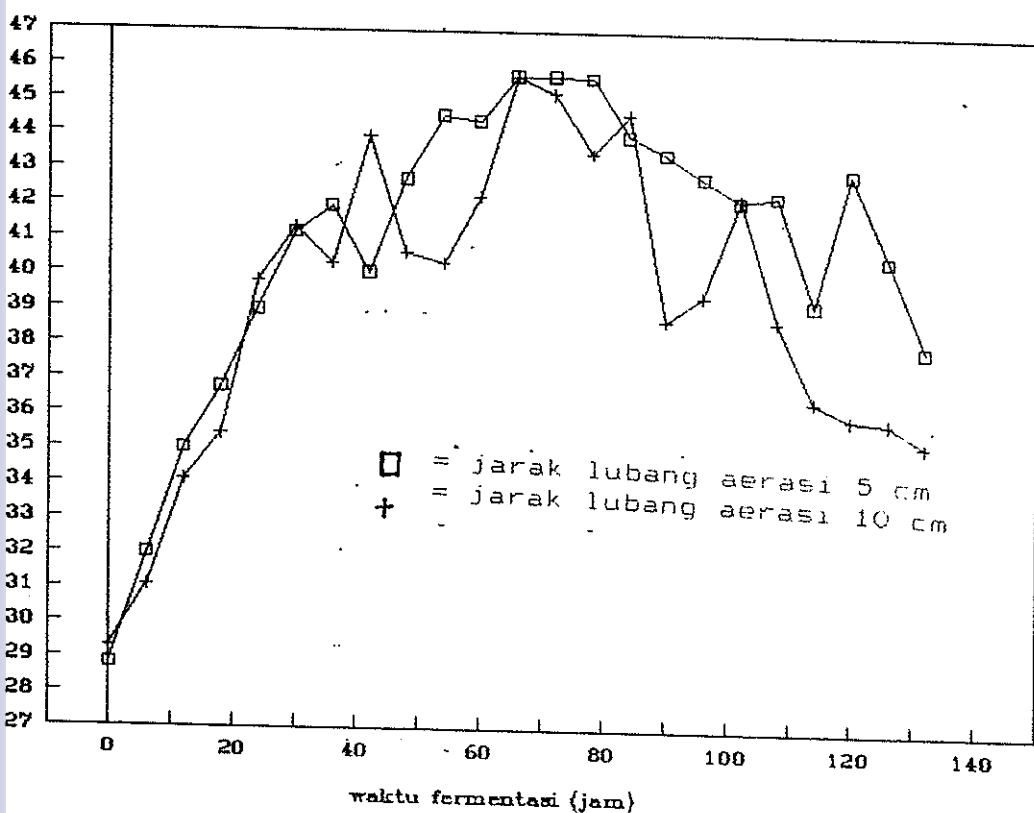


suhu fermentasi (C.)

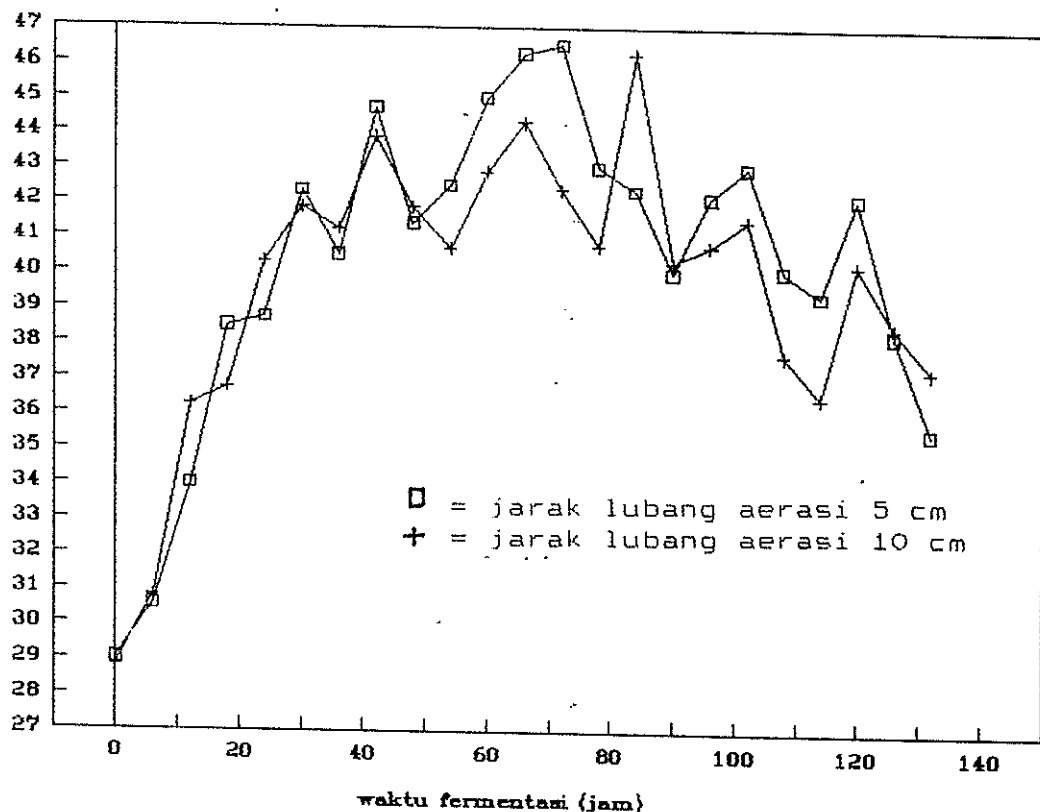


Gambar 13. Grafik suhu fermentasi pada ruangan tertutup, tinggi tumpukan 30 cm

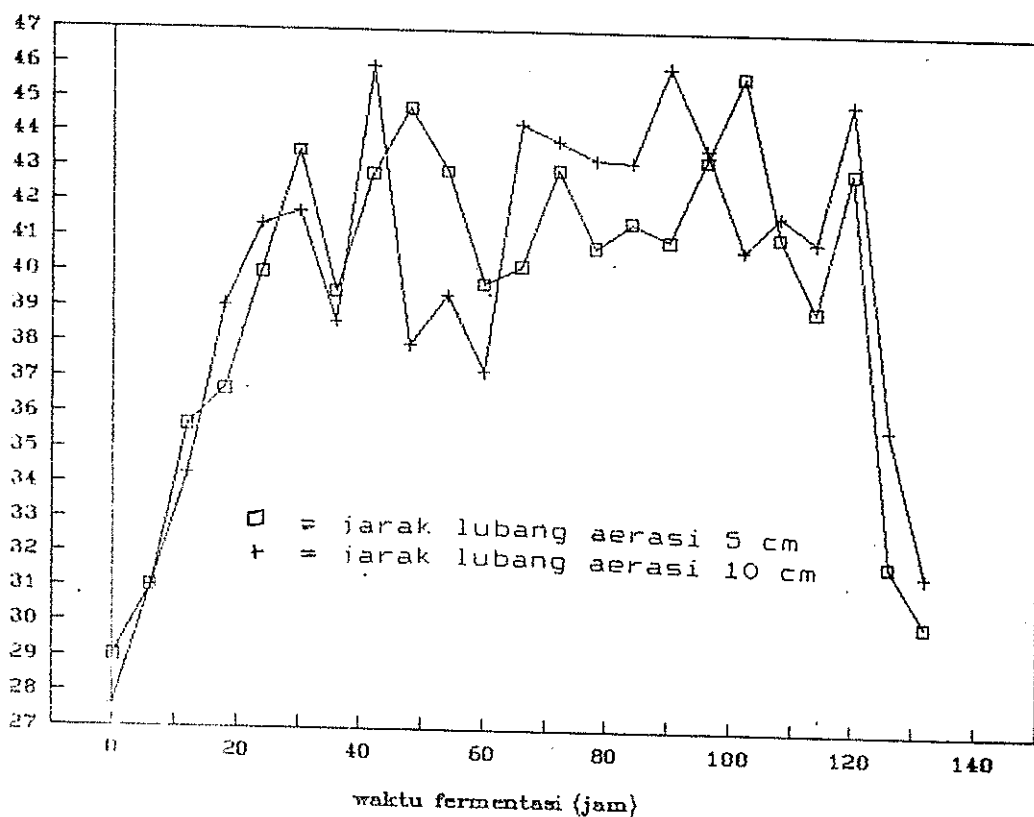
suhu fermentasi



Gambar 14. Grafik suhu fermentasi pada ruangan terbuka, tinggi tumpukan 50 cm



Gambar 15. Grafik suhu fermentasi pada ruangan terbuka, tinggi tumpukan 40 cm

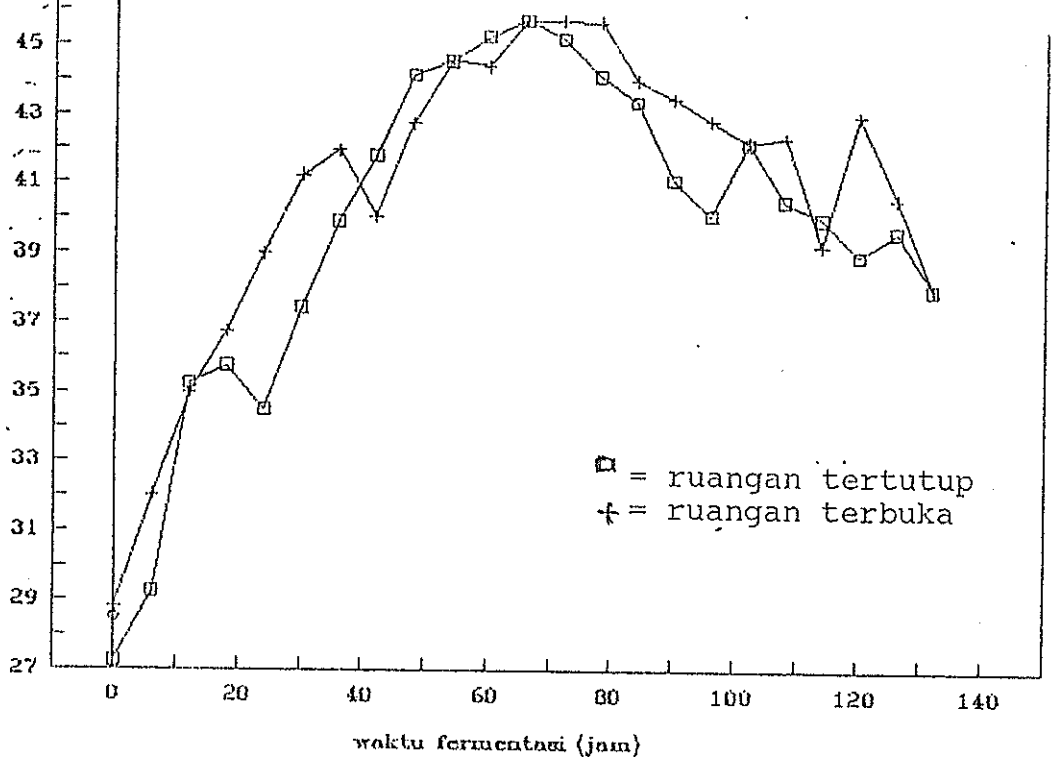


Gambar 16. Grafik suhu fermentasi pada ruangan terbuka, tinggi tumpukan 30 cm

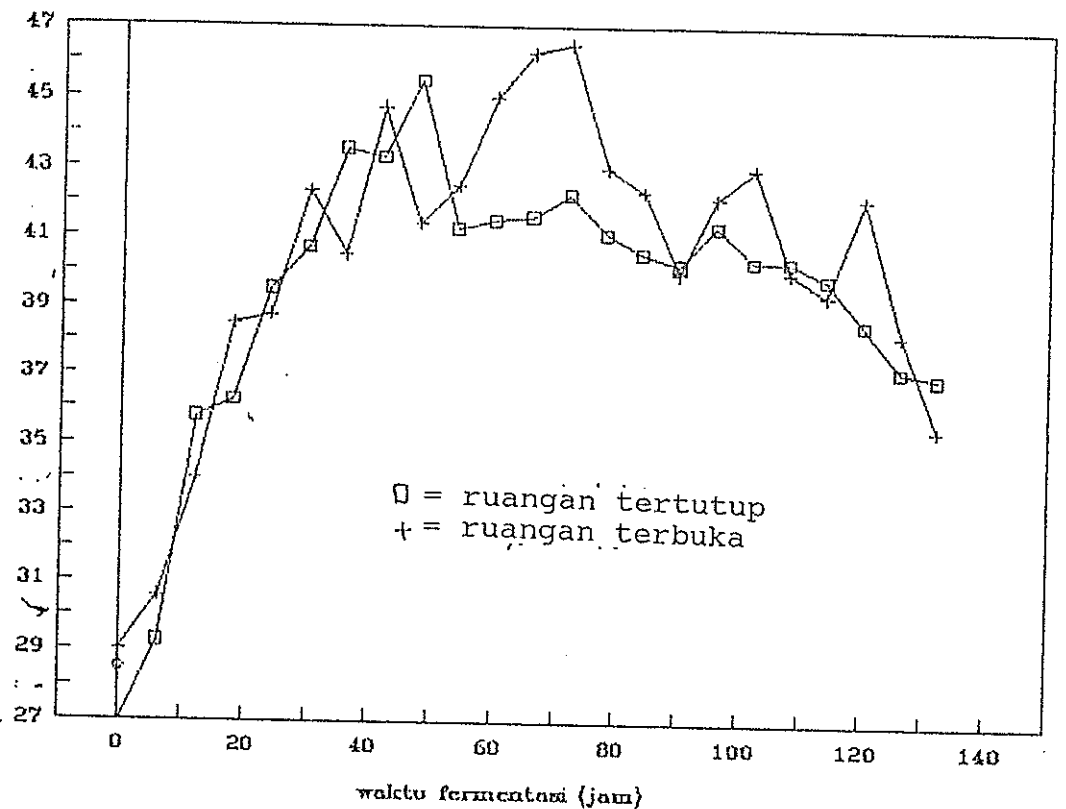
antara gas karbondioksida dengan gas oksigen akan berlangsung dengan baik, dimana udara luar maupun udara masuk akan bebas masuk/keluar dari dalam tumpukan fermentasi. Pertukaran udara secara bebas yang masuk dan keluar tumpukan mempengaruhi kenaikan suhu fermentasi secara langsung. Dalam hal ini gas karbondioksida tidak terjebak di dalam tumpukan. Disamping itu jarak antar lubang aerasi 5 cm yang terdapat di dasar kotak sangat membantu dalam pengeluaran cairan hasil fermentasi. Kelancaran pembuangan cairan hasil fermentasi tanpa terjebak di dasar kotak fermentor turut membantu kenaikan suhu fermentasi.

b. Pengaruh kondisi ruangan yang berbeda

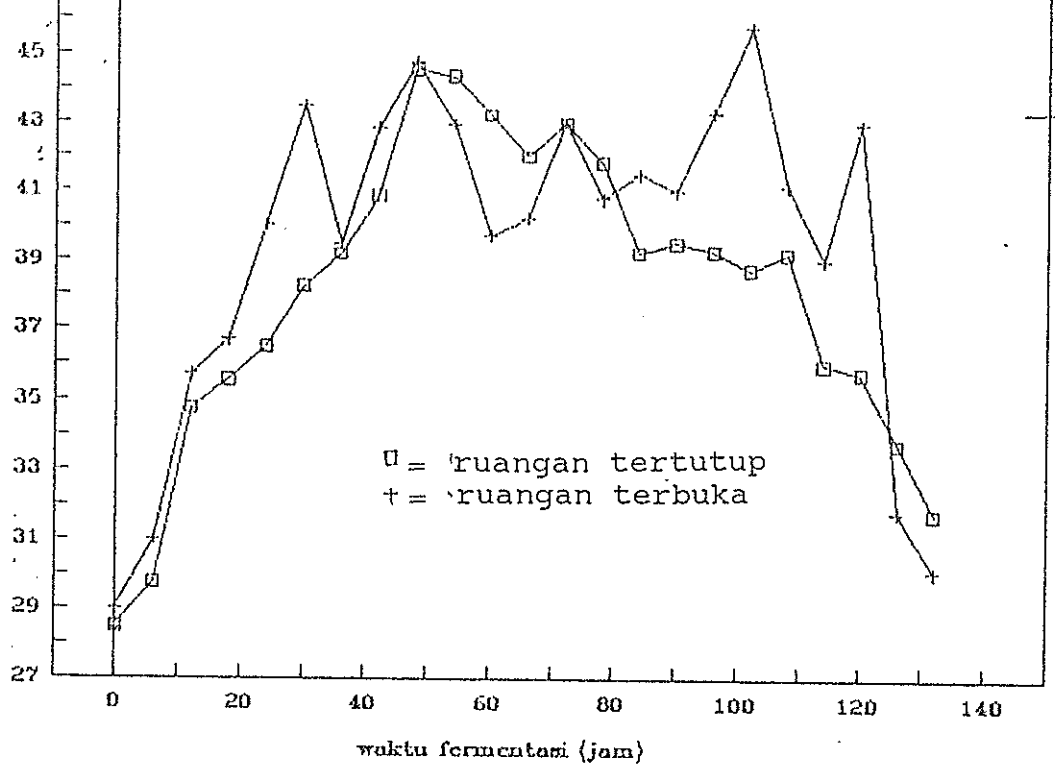
Kenaikan suhu fermentasi pada tinggi tumpukan yang sama di ruangan yang berbeda memberikan hasil yang berbeda pula. Pengamatan kenaikan suhu pada tinggi tumpukan yang sama dengan jarak antar lubang aerasi yang sama tetapi ditempatkan pada kondisi ruangan tertutup dan ruangan terbuka disajikan dalam Gambar 17, Gambar 18, Gambar 19, Gambar 20, Gambar 21 dan Gambar 22. Pada tinggi tumpukan 50 cm dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm pada ruangan terbuka memberikan hasil



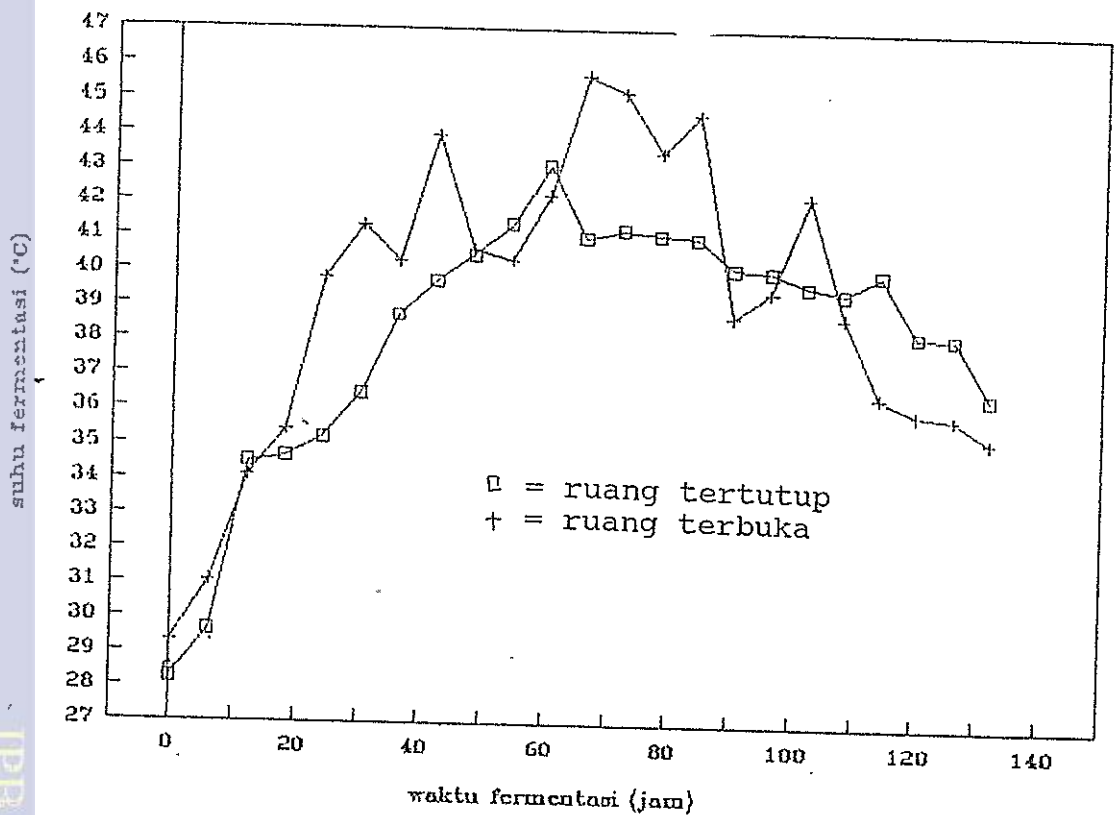
Gambar 17. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 50 cm



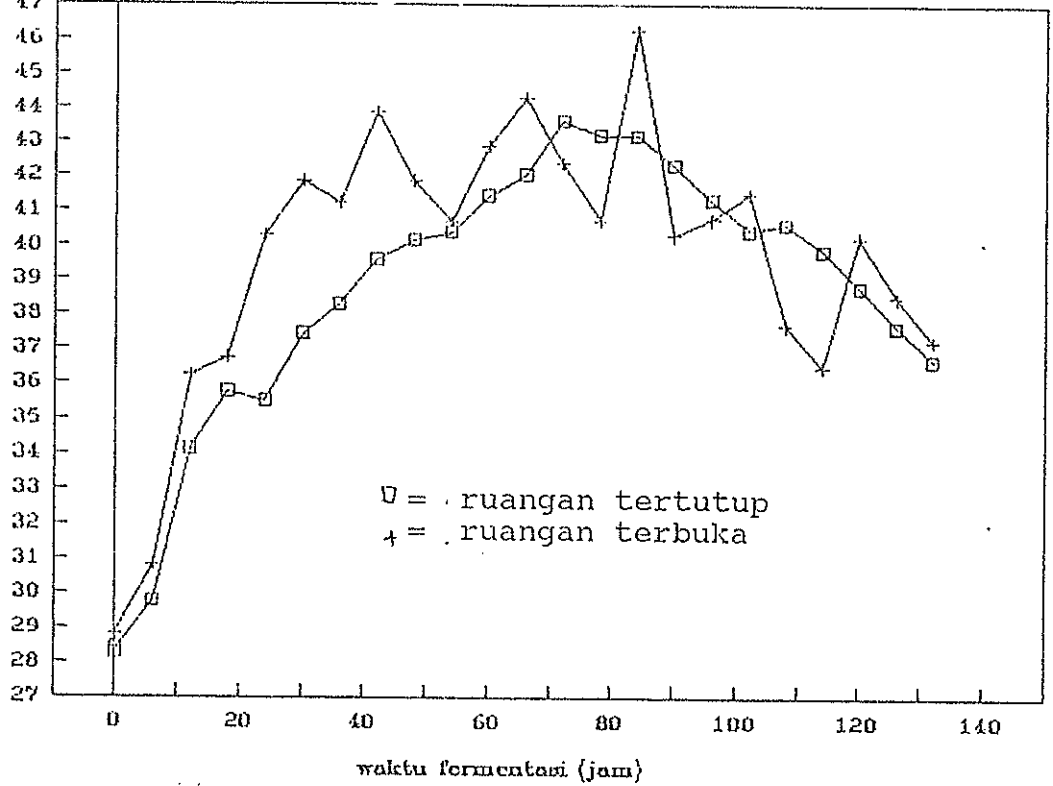
Gambar 18. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 40 cm



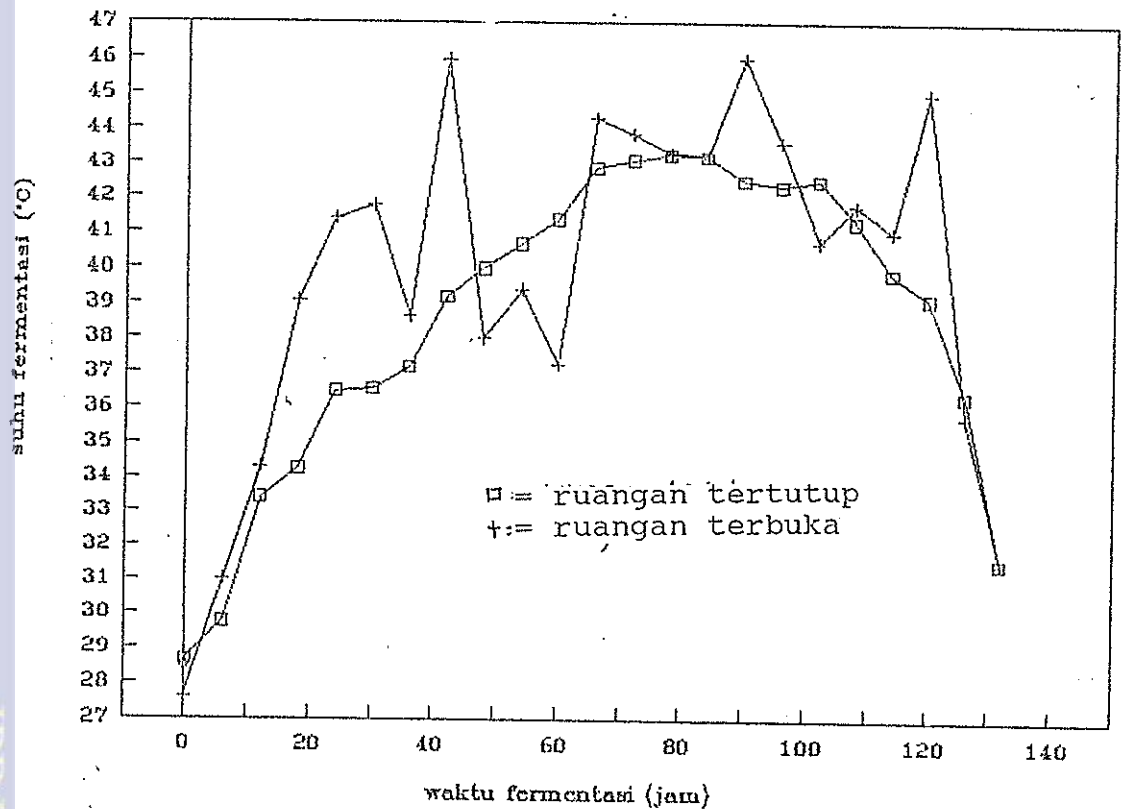
Gambar 19. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 30 cm



Gambar 20. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 50 cm



Gambar 21. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 40 cm



Gambar 22. Grafik suhu fermentasi pada jarak antar lubang aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 30 cm

Dalam hal ini percobaan fermentasi di ruang terbuka memberikan hasil kenaikan suhu fermentasi yang lebih cepat dan rata-rata suhu yang diperoleh pada kondisi ruangan terbuka lebih tinggi dibandingkan dengan percobaan fermentasi di ruangan tertutup. Namun kestabilan suhu di ruang tertutup lebih terjamin dibandingkan dengan kondisi ruangan percobaan terbuka yang dipengaruhi oleh perubahan suhu lingkungan yang terjadi setiap saat.

2. pH (keasaman)

Data hasil pengamatan pH biji kakao kering dapat dilihat pada Lampiran 4 dimana nilai pH yang diperoleh berkisar antara 4.61 - 5.63. Umumnya pada proses fermentasi terjadi penurunan keasaman biji.

Pada fermentasi biji kakao, perubahan suhu dan pH merupakan petunjuk bahwa proses fermentasi sedang berlangsung. Perubahan tersebut disebabkan terjadinya disimilasi asam sitrat di dalam pulp oleh ragi, oksidasi alkohol oleh bakteri menjadi asam asetat dengan disertai reaksi yang bersifat eksotermis, difusi asam asetat dari pulp ke dalam keping biji dan pembentukan asam amino bebas ke dalam keping biji melalui reraksi proteolitik, menyebabkan naiknya suhu fermentasi serta penurunan pH biji dan naiknya pH pulp (Rohan, 1953).

Dari hasil percobaan terlihat bahwa nilai pH tertinggi diperoleh dengan menggunakan fermentor tinggi tumpukan 40 cm dan jarak antar lubang aerasi 5 cm dengan lama fermentasi 6 hari. Terlihat bahwa fermentor dengan tumpukan lebih rendah dapat memberikan nilai pH yang lebih tinggi sementara itu dengan menggunakan fermentor yang tinggi tumpukan lebih tinggi memberikan hasil pengamatan pH yang lebih rendah. Sementara itu lama

fermentasi mempengaruhi pH biji, namun kenaikan pH biji tidak sebanding dengan pertambahan waktu fermentasi. Menurut De Witt (1953) di dalam Wood, asam asetat berdifusi melalui kulit ari kemudian masuk ke dalam biji kakao. Hal ini yang menyebabkan terjadinya reaksi enzimatis sehingga pH menjadi turun dan terbentuknya aroma. Hasil pengamatan nilai pH (keasaman) pada semua perlakuan disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 23.

Terjadinya perubahan pH, selain dipengaruhi oleh lama fermentasi, juga dipengaruhi oleh pengeringan. Lama fermentasi 4 hari menghasilkan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan lama fermentasi lima dan enam hari. Hal ini berkaitan erat dengan proses fermentasi dengan lapisan pulp yang menghasilkan asam. Pada hari pertama fermentasi lapisan pulp masih tebal sehingga asam yang dihasilkan cukup banyak menyebabkan tingkat keasaman biji cukup tinggi. Lama kelamaan lapisan pulp berkurang dan kulit biji cenderung menjadi lebih kering sehingga asam yang terbentuk menjadi lebih sedikit dan hal ini menyebabkan tingkat keasaman rendah pada fermentasi yang lebih lama (Lenny, 1990).

Nilai pH menurut standar pemasaran biji kakao kering internasional berkisar antara 5.2 - 5.7

(Duncan , 1989). Ternyata hasil percobaan pH biji yang sesuai dengan pH standar tersebut diperoleh pada perlakuan lama fermentasi enam hari, pada semua bentuk fermentor, baik pada perlakuan ruang tertutup maupun ruang terbuka seperti ditunjukkan pada Tabel 12.

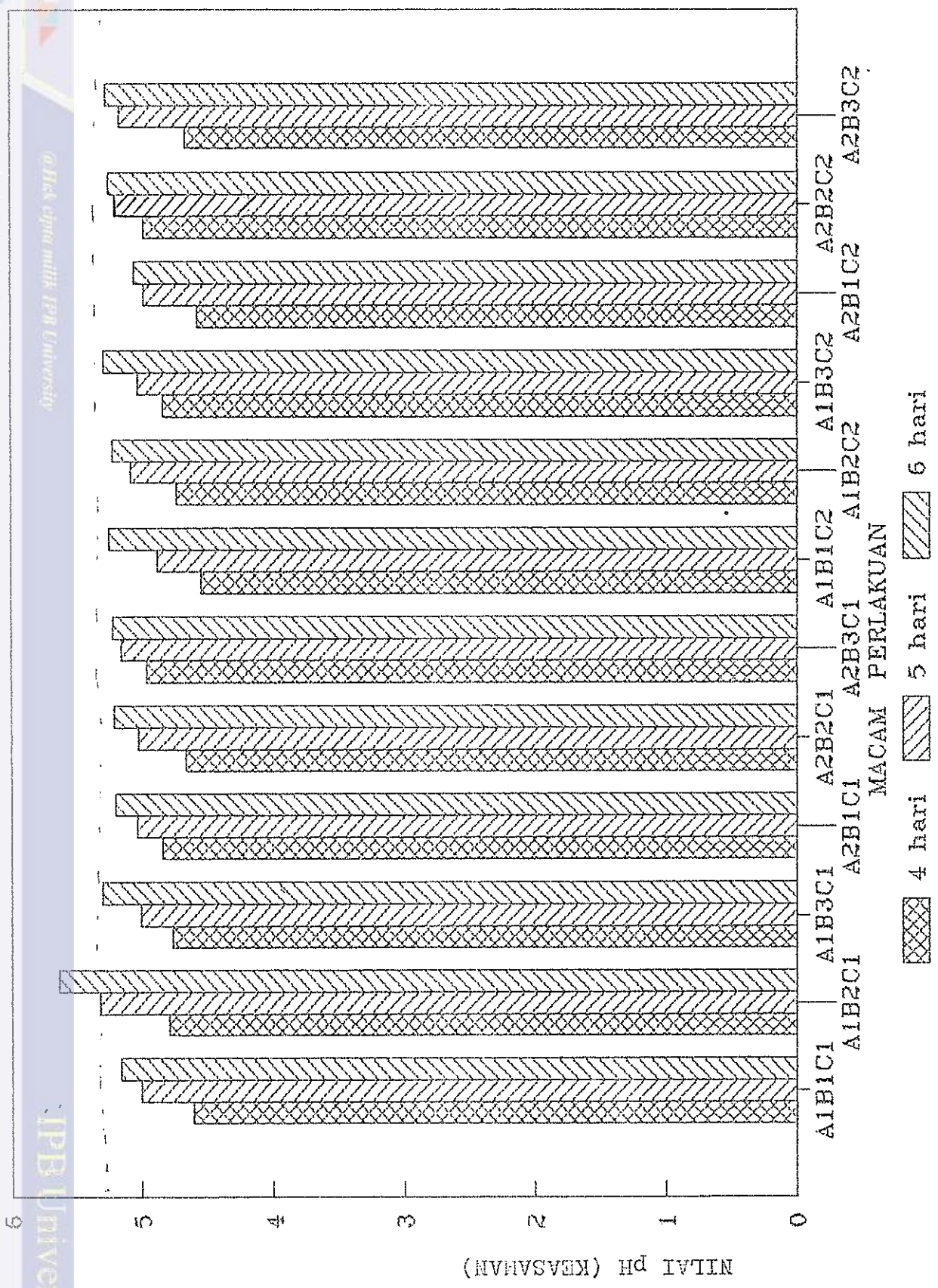
Tabel 12. Nilai pH (keasaman) hasil percobaan

Lama fermentasi (jam)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
84 (hari ke-4)	a. 4.61	4.79	4.76	4.84	4.66	4.96
	b. 4.54	4.73	4.83	4.57	4.98	4.66
108(hari ke-5)	a. 5.00	5.32	5.00	5.03	5.02	5.15
	b. 4.88	5.08	5.02	4.98	5.18	5.16
132(hari ke-6)	a. 5.16	5.63	5.30	5.20	5.21	5.22
	b. 5.24	5.22	5.28	5.05	5.24	5.26

Keterangan:

- A1 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm
 A2 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm
 B1 = tinggi tumpukan 50 cm
 B2 = tinggi tumpukan 40 cm
 B3 = tinggi tumpukan 30 cm
 a. = pada ruangan tertutup
 b. = pada ruangan terbuka

Pengeringan dengan menjemur di panas matahari memberikan hasil nilai pH yang lebih tinggi, hal ini disebabkan oleh suhu pengeringan dengan panas matahari yang berada pada kisaran 30 - 45 °C



selama 40 jam (lima hari) dengan radiasi rata-rata harian 492 kalori/cm^2 . Menurut Wood (1975) pengeringan yang cepat akan menyebabkan keasaman yang tinggi, hal ini tidak akan terjadi pada pengeringan selama 24 sampai 72 jam. Sementara itu pengeringan yang lambat dan suhu lebih rendah akan menyebabkan biji kakao berjamur dan terjadinya kerusakan konsistensi biji.

3. Kadar Biji Slaty

Data hasil pengamatan persentase biji slaty dapat dilihat pada Lampiran 5. Data tersebut menunjukkan persentase biji slaty berkisar antara 9.06- 49.50 persen. Pada hari keempat diperoleh persentase biji slaty yang cukup tinggi, sementara pada hari keenam nilai persentase biji slaty semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi berkaitan erat dengan persentase biji slaty yang diperoleh. Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa selama fermentasi berlangsung terjadi penurunan kadar biji slaty. Hal ini disebabkan oleh fermentasi yang lebih terjamin, dimana aktivitas enzim semakin berpengaruh dengan waktu fermentasi lebih lama terutama enzim poliphenol oksidasi, yakni enzim yang berperan penting dalam pembentukan warna coklat pada biji.

Uji belah (cut test) merupakan suatu cara pengujian terhadap mutu kakao yang difermentasikan. Uji belah penilaiannya berdasarkan penampakan bagian dalam biji diantaranya biji slaty, yakni biji yang bagian dalamnya berwarna kelabu atau keungu-unguan (Powell, 1983). Persentase biji slaty merupakan petunjuk akan kesempurnaan berlangsungnya fermentasi, dan atau menunjukkan derajat fermentasi yang dicapai.

Tabel 13. Kadar biji slaty hasil percobaan (%)

Lama fermentasi (jam)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
84(hari ke-4) a.	47.40	39.46	49.36	49.50	36.95	46.71
b.	39.45	34.10	38.50	44.00	34.25	43.94
108(hari ke-5)a.	38.04	18.35	30.40	25.41	26.50	35.30
b.	19.79	17.98	22.45	24.41	20.91	18.65
132(hari ke-6)a.	11.33	10.03	10.50	10.51	11.08	12.29
b.	10.04	9.06	10.62	10.66	10.14	10.16

Keterangan:

A1 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2= fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1 = tinggi tumpukan 50 cm

B2 = tinggi tumpukan 40 cm

B3 = tinggi tumpukan 30 cm

a. = ruangan tertutup

b. = ruangan terbuka

Dari Tabel 13. terlihat bahwa pada ruang terbuka persentase biji slaty lebih rendah

dibandingkan persentase biji slaty pada ruang tertutup pada semua fermentor. Variasi ukuran fermentor memberikan hasil persentase biji slaty yang tidak jauh berbeda, tetapi persentase biji slaty pada tumpukan dengan tinggi 40 cm lebih rendah pada kedua kondisi ruangan.

Persentase biji slaty yang tinggi sebaiknya dihindarkan sebab hal ini dapat menurunkan mutu biji kakao yang ditunjukkan oleh penampakan bagian dalam biji yang berwarna ungu kehitam-hitaman karena akan menimbulkan rasa pahit dan kelat.

4. Kadar Kulit Biji

Data hasil pengamatan persentase kulit biji kakao kering ditunjukkan pada Lampiran 6 dengan nilai yang berkisar antara 10.45 sampai 13.68 persen. Besar kandungan kulit biji dipengaruhi oleh lamanya fermentasi. Selama fermentasi berlangsung terjadi penurunan berat pada kulit maupun biji, namun kecepatan penurunan berat antara keduanya tidak seragam, dimana pada fermentasi 4-6 hari penurunan berat keping biji lebih besar dibandingkan dengan penurunan berat kulit biji, sehingga kandungan kulit biji menjadi besar (Ansari, 1979).

Dalam konsep standar kakao Indonesia, kadar kulit biji tidak disyaratkan secara khusus, tetapi

umumnya kadar kulit yang dikehendaki konsumen berkisar antara 11-12 persen (Wood, 1975). Kadar kulit dalam kisaran tersebut cukup kuat untuk melindungi keping biji sehingga tidak mudah pecah.

Persentase kulit biji yang rendah tidak dikehendaki karena dapat menyebabkan kulit biji menjadi rapuh dan mudah pecah. Pecahnya kulit biji dapat menyebabkan kulit biji menjadi terbuka dan cepat terkontaminasi mikroorganisme atau benda asing lainnya. Persentase kulit biji yang tinggi juga tidak diinginkan karena dapat mengurangi berat total keping biji.

Hubungan antara besarnya kadar kulit biji dengan lama fermentasi pada percobaan di ruang tertutup dan di ruang terbuka dapat dilihat pada Tabel 14. Dari Tabel tersebut dapat dilihat bahwa kandungan kulit biji yang dihasilkan oleh semua fermentor hampir sama untuk waktu fermentasi yang sama.

Pengadukan juga merupakan faktor yang berpengaruh dalam persentase kulit biji, dimana dengan pengadukan yang lebih sering, sehingga pulp menjadi lebih menipis yang akhirnya mengikis sebagian kulit biji (Lenny, 1990).

Tabel 14. Kadar kulit biji hasil percobaan (%)

Lama fermentasi (hari)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
4 (jam-84)	a. 11.10	11.70	11.58	11.15	11.94	12.00
	b. 10.44	11.84	10.76	10.85	11.30	11.66
5 (jam-108)	a. 11.25	12.32	12.48	11.26	12.42	12.22
	b. 11.24	11.95	11.78	11.72	11.47	12.40
6 (jam-132)	a. 13.68	12.30	12.98	12.21	12.68	13.38
	b. 11.78	13.35	12.58	12.26	12.44	12.78

Keterangan :

- A1 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm
 A2 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm
 B1 = tinggi tumpukan 50 cm
 B2 = tinggi tumpukan 40 cm
 B3 = tinggi tumpukan 30 cm
 a. = ruang tertutup
 b. = ruang terbuka

Berkurangnya kandungan kulit biji juga dipengaruhi oleh perendaman dan pencucian yang dilakukan terhadap biji. Dengan adanya pencucian terjadi kehilangan berat sebesar 5.5 persen dari berat total karena lapisan pulp hilang, tetapi daya tahan dan daya simpan biji terhadap jamur akan lebih baik dibandingkan dengan biji yang tidak dicuci, disamping penampakannya menjadi lebih baik dan mengkilap (Harun dan Alamsyah, 1983).

5. Indeks Fermentasi

Data hasil pengamatan indeks fermentasi disajikan pada Lampiran 7 yang menunjukkan nilai indeks fermentasi berkisar antara 0.892 - 1.207. Dari data tersebut terlihat bahwa pada hari kelima nilai satu telah tercapai, artinya pada waktu fermentasi lima hari telah cukup untuk fermentasi dengan menggunakan fermentor berdinding ganda yang disajikan dalam Tabel 15.

Tingkat fermentasi biji kakao umumnya ditentukan dengan cara penilaian visual terhadap perubahan warna pada keping biji (cut test). Dengan cara ini biji yang kurang terfermentasi akan berwarna ungu kehitaman (slaty), cukup sulit untuk dibedakan dengan biji yang berwarna kehitam-hitaman. Indeks fermentasi merupakan suatu metode yang lebih objektif berdasarkan perbandingan kadar flavonoid kompleks yang menyebabkan warna cokelat dengan kadar antosianin yang akan memberikan warna ungu. Biji kakao yang cukup terfermentasi akan mencapai indeks fermentasi sama dengan satu.

Terjadinya kenaikan indeks fermentasi selama proses fermentasi berlangsung seperti dilaporkan oleh Effendi dan Hardjosuwito (1987), dengan adanya kenaikan indeks fermentasi dapat diketahui waktu fermentasi optimum yaitu pada saat dicapai nilai satu.

Tabel 15. Nilai indeks fermentasi hasil percobaan

Lama fermentasi (hari)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
4 (jam-84)	a. 0.927	0.984	0.982	0.902	0.917	0.906
	b. 0.977	0.989	0.914	0.892	0.964	0.894
5 (jam-108)	a. 0.994	1.016	1.038	1.010	1.004	1.085
	b. 1.007	1.006	1.003	1.007	1.095	1.000
6 (jam-132)	a. 1.194	1.207	1.169	1.201	1.187	1.106
	b. 1.108	1.090	1.170	1.142	1.018	1.023

Keterangan :

- A1 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm
 A2 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm
 B1 = tinggi tumpukan 50 cm
 B2 = tinggi tumpukan 40 cm
 B3 = tinggi tumpukan 30 cm
 a. = ruang tertutup
 b. = ruang terbuka

Terlihat bahwa lama fermentasi mempengaruhi nilai indeks fermentasi, dengan waktu fermentasi semakin lama diperoleh nilai indeks fermentasi yang makin besar.

Dari perbedaan ketinggian tumpukan fermentasi diperoleh nilai indeks fermentasi yang berbeda, dimana pada tumpukan yang lebih tinggi nilai indeks fermentasi yang diperoleh lebih rendah. Dalam perlakuan ini yang memberikan nilai indeks fermentasi yang lebih baik adalah fermentasi dengan tinggi tumpukan tidak lebih dari 40 cm.

Aerasi dan drainase juga sedikit berpengaruh terhadap nilai indeks fermentasi. Aerasi yang

lebih banyak memberikan hasil yang lebih baik, dibandingkan dengan fermentor yang lubang aerasi lebih sedikit.

6. Aroma

Data pengamatan skor aroma dapat dilihat pada Lampiran 8, nilai berkisar antara 4-6. Skor nilai dengan menggunakan ukuran fermentor yang berbeda tidak memberikan hasil aroma yang berbeda jauh tetapi dapat berpengaruh terhadap aroma yang dihasilkan. Terlihat dari hasil uji tersebut, bahwa pada lama fermentasi 6 hari, nilai skor yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya (Tabel 16). Hal ini berhubungan dengan asam amino dan kadar gula pereduksi yang merupakan dua unsur pokok yang sangat berpengaruh terhadap aroma kakao (Rohan, 1963). Produksi asam amino dan kadar gula pereduksi maksimal terjadi pada 4 - 6 hari fermentasi. Pada keadaan asam amino bebas dan kadar gula pereduksi yang lebih tinggi akan menghasilkan aroma yang lebih baik (Rohan, 1967). Sedangkan fermentasi yang dilakukan lebih dari 6 hari akan menghasilkan skor aroma yang rendah, hal ini menunjukkan adanya kelebihan fermentasi (over fermentation) yang ditandai oleh berkurangnya aroma kakao sangrai (Wood, 1975).

Tabel 16. Data hasil pengamatan skor aroma kakao

Lama fermentasi (hari)	Fermentor					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
4 (jam-84)	a. 4.25	4.75	4.75	4.00	4.50	4.75
	b. 4.00	5.00	5.25	4.00	4.50	4.50
5 (jam-108)	a. 4.50	5.25	5.00	4.50	4.65	4.75
	b. 4.50	5.00	5.75	4.25	5.00	5.00
6 (jam-132)	a. 5.00	6.00	5.25	5.00	5.00	5.25
	b. 5.00	5.00	5.75	5.00	5.50	6.00

Keterangan :

- A1 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm
 A2 = fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm
 B1 = tinggi tumpukan 50 cm
 B2 = tinggi tumpukan 40 cm
 B3 = tinggi tumpukan 30 cm
 a. = ruang tertutup
 b. = ruang terbuka

Aroma biji kakao kering juga dipengaruhi oleh pengeringan yang dikenakan sehabis difermentasi. Kombinasi perlakuan fermentasi yang cukup dengan pengeringan di panas matahari dengan suhu pengeringan yang tidak bervariasi besar akan memberikan aroma biji yang baik (Duncan, 1989).

B. PEMILIHAN ALTERNATIP PERLAKUAN

Penentuan alternatip-alternatip keputusan yang akan dipilih didasarkan pada fermentor yang mampu mencapai suhu optimum fermentasi yakni $45 - 60^{\circ}\text{C}$, pada kondisi ruangan percobaan terbuka maupun ruang tertutup. Fermentasi yang tidak mencapai suhu optimum

fermentasi tidak diikutsertakan dalam pemilihan alternatif perlakuan. Dari penentuan fermentasi yang mencapai suhu optimum fermentasi tersebut selanjutnya diperoleh beberapa perlakuan yang kemudian menjadi alternatif-alternatif keputusan, seperti disajikan dalam Tabel 17. Ada sebanyak 7 percobaan fermentasi yang mencapai suhu optimum fermentasi dengan masing-masing 3 perlakuan lama fermentasi sehingga jumlah alternatif perlakuan yang akan dipilih ada sebanyak 21 alternatif.

Tabel 17. Alternatif keputusan

No.	Fermentor	Perlakuan
1.	A1B1	A1B1C1D1
		A1B1C1D2
		A1B1C1D3
		A1B1C2D1
		A1B1C2D2
2.	A1B2	A1B1C2D3
		A1B2C2D1
		A1B2C2D2
		A1B2C2D3
		A1B3C2D1
3.	A1B3	A1B3C2D2
		A1B3C2D3
		A2B1C2D1
4.	A2B1	A2B1C2D2
		A2B1C2D3
		A2B2C2D1
5.	A2B2	A2B2C2D2
		A2B2C2D3
		A2B3C2D1
6.	A2B3	A2B3C2D2
		A2B3C2D3

Keterangan :

A1 = fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm
 A2 = fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 10 cm
 B1 = tinggi tumpukan 50 cm
 B2 = tinggi tumpukan 40 cm
 B3 = tinggi tumpukan 30 cm
 C1 = ruang tertutup
 C2 = ruang terbuka
 D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari

Kriteria keputusan yang penting dalam mengevaluasi keputusan didasarkan pada hasil analisa mutu biji kakao kering. Kriteria keputusan tersebut adalah nilai pH (keasaman), kadar biji slaty, aroma dan kandungan kulit biji.

Dalam Tabel 18 disajikan nilai masing-masing kriteria keputusan untuk tiap-tiap alternatif keputusan yang akan dipilih. Kriteria keputusan yang didefenisikan adalah kriteria yang sangat berpengaruh di dalam penentuan standar internasional dan akan sangat berpengaruh dalam pemasaran komoditas.

Tabel 18. Nilai parameter pemilihan untuk setiap alternatif keputusan

No.	Alternatif keputusan	Parameter			
		01	02	03	04
1.	A1B1C1D1	4.61	47.39	4.25	11.10
2.	A1B1C1D2	5.00	38.04	4.50	11.25
3.	A1B1C1D3	5.16	11.33	5.00	13.68
4.	A1B1C2D1	4.54	39.45	4.00	10.45
5.	A1B1C2D2	4.88	19.79	5.00	11.24
6.	A1B1C2D3	5.24	10.05	5.00	11.79
7.	A1B2C2D1	4.73	34.09	4.75	11.85
8.	A1B2C2D2	5.08	17.98	5.00	11.95
9.	A1B2C2D3	5.23	9.61	6.00	13.35
10.	A1B3C2D1	4.83	38.50	5.00	10.76
11.	A1B3C2D2	5.02	22.45	5.25	11.79
12.	A1B3C2D3	5.29	10.63	5.75	12.59
13.	A2B1C2D1	4.57	44.00	4.00	10.85
14.	A2B1C2D2	4.99	24.41	4.25	11.72
15.	A2B1C2D3	5.05	10.66	5.00	12.26
16.	A2B2C2D1	4.99	34.25	4.50	11.30
17.	A2B2C2D2	5.19	20.91	5.00	11.47
18.	A2B2C2D3	5.24	14.14	5.50	12.44
19.	A2B3C2D1	4.66	43.95	4.50	11.66
20.	A2B3C2D2	5.16	18.65	5.00	12.39
21.	A2B3C2D3	5.26	10.17	6.00	12.76

- 01 = parameter pH (keasaman)
 02 = parameter kadar biji slaty
 03 = parameter aroma
 04 = parameter kandungan kulit biji

Untuk menentukan derajat kepentingan relatif setiap kriteria keputusan digunakan skala konversi perbandingan seperti disajikan dalam Tabel 19. Skala konversi perbandingan berkisar antara 0 - 10 untuk setiap kriteria keputusan.

Tabel 19. Skala konversi perbandingan untuk setiap kriteria keputusan

No.	Parameter	Skala konversi
1.	pH	4.54 - 5.2
2.	Kadar biji slaty	47.39 - 8.00
3.	Aroma	4 - 6
4.	Kadar kulit biji	10.45<11-12<13.68

Untuk nilai parameter pH yang diatas 5.2 dianggap memiliki skor yang sama dengan nilai pH 5.2, disesuaikan dengan standar mutu kakao internasional yang berkisar 5.2 - 5.7. Dalam hal ini nilai pH tidak ada yang melebihi 5.7 sehingga digunakan selang konversi 4.54 - 5.2.

Parameter kadar biji slaty juga disesuaikan dengan standar mutu kakao internasional mutu II, dimana kandungan biji slaty yang diijinkan adalah 8.00 persen, dalam hal ini kandungan biji slaty yang terbesar memiliki skor terkecil.

Parameter aroma biji kakao yang diamati berkisar antara 4 - 6 sehingga skala konversi 0 - 10 diberikan pada selang nilai tersebut.

Kadar kulit biji yang diijinkan dalam pemasaran biji kakao kering internasional adalah 11 - 12 persen. Dalam penentuan skala konversi kadar kulit biji kakao ditentukan bahwa kadar kulit biji lebih rendah dari 11 persen diberi nilai 3, sedangkan jika diatas 12 persen

diberi nilai 7. Hal ini disebabkan kadar kulit biji yang rendah akan mengakibatkan biji rapuh sehingga tidak dapat disimpan lama, juga kerusakan akan lebih banyak jika dibandingkan dengan kadar kulit biji diatas 12 persen, karena hanya berpengaruh terhadap rendemen.

Pada Tabel 20 berikut akan disajikan nilai derajat kepentingan relatip, skor dan urutan prioritas alternatif keputusan. Nilai derajat kepentingan relatip didapatkan dari perbandingan nilai parameter yang diperoleh

Tabel 20. Nilai derajat kepentingan relatip, skor dan urutan prioritas alternatif keputusan

No.	Alternatif keputusan	Parameter				Skor	Prioritas
		01	02	03	04		
1.	A1B1C1D1	1	0	1.25	10	2.113	19
2.	A1B1C1D2	7	2.37	2.50	10	4.936	15
3.	A1B1C1D3	9.5	9.15	5	7	7.895	6
4.	A1B1C2D1	0	2.02	0	3	1.056	20
5.	A1B1C2D2	5	7.01	5	10	6.356	12
6.	A1B1C2D3	10	9.47	5	10	8.591	4
7.	A1B2C2D1	3	3.38	3.75	10	4.352	16
8.	A1B2C2D2	8	7.47	5	10	7.391	9
9.	A1B2C2D3	10	9.59	10	7	9.427	1
10.	A1B3C2D1	4.9	2.26	5	3	3.866	17
11.	A1B3C2D2	7	6.33	6.25	10	7.068	11
12.	A1B3C2D3	10	9.33	8.75	7	9.037	3
13.	A2B1C2D1	1	0.86	0	3	1.005	21
14.	A2B1C2D2	6.9	5.83	1.25	10	5.656	13
15.	A2B1C2D3	7.9	9.32	5	7	7.487	8
16.	A2B2C2D1	6.9	3.33	2.50	10	5.218	14
17.	A2B2C2D2	9.9	6.72	5	10	7.760	7
18.	A2B2C2D3	10	8.44	7.50	7	8.457	5
19.	A2B3C2D1	2	0.87	2.50	10	2.983	18
20.	A2B3C2D2	9	7.30	5	7	7.202	10
21.	A2B3C2D3	10	9.45	10	7	9.385	2
Tingkat kepentingan kriteria (%)		30.0	30.0	25.0	15.0		

disesuaikan dengan skala konversi perbandingan yang telah ditentukan. Selanjutnya untuk menghitung skor masing-masing alternatif keputusan digunakan *Metoda Bayes*, yakni dengan menjumlahkan hasil perkalian

antara tingkat kepentingan kriteria dengan masing-masing nilai derajat kepentingan relatif alternatif keputusan. Dalam penentuan prioritas diurutkan berdasarkan skor yang diperoleh untuk masing-masing alternatif keputusan, dimana yang memiliki skor terbesar merupakan prioritas yang utama dan menjadi keputusan yang terbaik diantara sekian banyak alternatif keputusan.

Ternyata dari Tabel 20 diperoleh bahwa yang menduduki prioritas pertama adalah perlakuan fermentor berjarak lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 40 cm, percobaan di ruang terbuka dengan lama fermentasi 6 hari (A1B2C2D3) dengan skor 9.427, disusul kemudian perlakuan fermentor berjarak antar lubang aerasi 10 cm, tinggi tumpukan 30 cm, kondisi ruangan terbuka dengan lama fermentasi 6 hari (A2B3C2D3) sebagai prioritas kedua dengan skor 9.385, dan prioritas ketiga adalah perlakuan fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 30 cm, percobaan di ruang terbuka dengan lama fermentasi 6 hari (A1B3C2D3) dengan skor 9.037.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengamatan suhu fermentasi pada keenam fermentor dicapai suhu optimum fermentasi dengan kecepatan fermentasi yang beragam pada tiap fermentor. Pada umumnya fermentor dengan tinggi tumpukan sama dengan atau kurang dari 40 cm, memberikan hasil kenaikan suhu yang lebih cepat dibandingkan suhu dengan tinggi tumpukan lebih dari 40 cm. Suhu yang tercapai adalah 46.5°C (tertinggi), dengan fermentor A1B2 pada ruang terbuka pada jam ke-72.
2. Perlakuan ruang tertutup dan ruang terbuka berpengaruh terhadap kenaikan suhu, dimana pada ruang terbuka suhu optimum fermentasi dapat tercapai, sementara pada kondisi ruang tertutup hanya fermentor dengan jarak antar lubang aerasi 5 cm dengan tinggi tumpukan 50 cm yang mampu mencapai suhu optimum fermentasi.
3. Perbedaan kapasitas masing-masing fermentor mempengaruhi kenaikan suhu dan kecepatan fermentasi yang diperoleh.
4. Jarak antar lubang aerasi yang berbeda, juga mempengaruhi kenaikan suhu fermentasi. Jarak antar lubang aerasi 5 cm rata-rata mengalami kenaikan

suhu fermentasi lebih cepat dibandingkan dengan kenaikan suhu pada fermentor dengan lubang aerasi 10 cm.

5. Perlakuan lama fermentasi, pada umumnya memberikan hasil mutu biji kakao kering yang berbeda untuk setiap contoh yang dianalisa tergantung pada lama fermentasinya. Lama fermentasi optimum pada semua fermentor yang digunakan yakni 5 hari, dimana pada hari ke lima nilai indeks fermentasi yang merupakan kriteria fermentasi diperoleh yaitu mencapai satu.
6. Interaksi antara lama fermentasi dengan bentuk fermentor berpengaruh terhadap mutu terutama terhadap nilai indeks fermentasi, pH dan kadar biji slaty.
7. Berdasarkan analisa mutu dan penentuan perlakuan terbaik dengan menggunakan metoda Bayes, diperoleh bahwa perlakuan yang terbaik adalah perlakuan fermentasi dengan menggunakan fermentor berjarak antar lubang aerasi 5 cm, tinggi tumpukan 40 cm, kondisi ruangan percobaan di ruang terbuka dengan lama fermentasi 6 hari(A1B2C2D3) dengan skor 9.427. Nilai mutu yang diperoleh dengan perlakuan tersebut adalah nilai pH 5.23, kadar air 6.506 persen, indeks fermentasi 1.207, kadar biji slaty 10.63 persen, kadar kulit biji 12.59 persen, dan nilai skor aroma 5.75.

B. SARAN

1. Untuk memperoleh mutu biji kakao kering yang lebih baik lagi dan mendapatkan bentuk performansi yang lebih baik, disarankan untuk meneliti pengaruh ketebalan bahan fermentor dan mengujinya pada luas permukaan yang berbeda dengan tinggi tumpukan yang sama untuk kapasitas biji kakao sedikit.
2. Disarankan untuk menguji berbagai bentuk performansi peti fermentor dengan kapasitas yang sama tetapi bentuk performansi yang berbeda, dengan bahan fermentor selain kayu dan papan/multipleks.
3. Disarankan untuk meneliti hubungan antara indeks fermentasi terhadap pH (keasaman), dan hubungan kadar air biji terhadap pH dan terhadap lama pengeringan dengan menggunakan panas matahari maupun dengan pengering mekanis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1986. Fermentasi biji coklat. Liptan, Balai Informasi Pertanian, Padang.
- Anonymous. 1989. Pengolahan Kakao. Liptan, Balai Informasi Pertanian, Ungaran.
- Anonymous. 1990. Peti Fermentasi Biji Kakao. Liptan, Proyek Informasi Pertanian Sulut. Kampus Pertanian Kalasey. Manado.
- Alamsyah. 1991. Pengolahan Coklat Rakyat di Indonesia. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.
- Away, Y. 1984. Peti Fermentasi Mini Untuk Pengolahan Cokelat Rakyat. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Menara Perkebunan 52 (6a) : 250 - 254.
- Away, Y., B. Hardjosuwito dan Hermansyah. 1985. Pengolahan Cokelat Rakyat di Indonesia dan Perkembangannya. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor. Menara Perkebunan 53 (6) : 220 - 224.
- Biro Pusat Statistik. 1990. Indikator Ekonomi. Buletin Statistik Bulanan, Desember 1990. Jakarta.
- Chatt, E.M. 1953. Cocoa Cultivation, Processing Analysis. Interscience, New York.
- Dewanto, F.X. 1987. Mempelajari Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan Air Rendaman Pada Pengolahan Biji Kakao Terhadap Mutu Biji Kakao Keringnya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1989. Statistik Perkebunan Kakao Indonesia Tahun 1984 - 1989. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1990. Penanganan Pasca Panen Tanaman Perkebunan. Jakarta.
- Duncan, R.J.E. 1989. The Sime Cadbury Process. Makalah Seminar Penyempurnaan Pengolahan Biji Kakao, 30 Oktober 1989, Jakarta.
- Eden, D.R.A. 1961. Processing Cocoa Beans for Quality. South Pacific Bull. 11 : 52 - 62.

- Effendi, S. 1989. Penentuan Waktu Fermentasi Optimum Biji Kakao Berdasarkan Indeks Fermentasi dan Uji Organoleptik. *Menara Perkebunan* 52 (6a) : 246 - 249.
- Guritno, P. dan B. Hardjosuwito. 1985. Pengaruh Suhu Pengeringan biji coklat (*Theobroma cacao* L.) terhadap Keasaman dan Kadar Lemak serta Asam Amino.
- Hardjosuwito, B. 1982. Pengaruh Pencucian Terhadap Kadar Kulit dan Kadar Lemak pada Hasil Pengolahan Coklat. *Menara Perkebunan* 50 (3) : 77 - 80.
- Hardjosuwito, B. 1984. Pengaruh Pencucian Biji Terhadap Waktu Pengeringan dan Rendemen dalam Pengolahan Coklat. *Menara Perkebunan* 52 (3) : 76 - 79.
- Hardjosuwito, B., Y. Away dan Hermansyah. 1985. Pengolahan Coklat rakyat di Indonesia dan Perkembangannya. *Menara Perkebunan* 53 (6): 220 -224.
- Harun, A., dan T.S. Alamsyah. 1983. Mutu Cokelat Bulk Asal Perkebunan Sumatera Utara. *Kumpulan Makalah Konperensi Cokelat Nasional II, Medan*, 181 - 193.
- Hoynak, S., T.S. Polansky and R.Stone. 1941. *Food Research* 6, 471 p.
- Knapp, A.W. 1937. *Cocoa Fermentation, A Critical Survey of Its Scientific Aspects*. Bale, Sons and Currow Ltd. London.
- Lenny, H. 1990. Mempelajari Pengaruh Jenis Fermentor, Waktu Fermentasi, Frekuensi Pengadukan dan Aerasi Terhadap Mutu Coklat (*Theobroma cacao* L.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lewis, J.F. and M.T. Lee. 1986. The Influence of Harvesting, Fermentation and Drying of Cocoa Flavour Quality. *Planter, Kulala Lumpur*, 62 : 134 - 140.
- Minifie, L.W. 1970. *Chocolate, Cocoa and Confectionery: science and Technology* The AVI Westport,/Connecticut, 624 p.
- Powell, B.D. 1983. A View from the IOCC on Cocoa Beans Disered by Manufacturers. *Kumpulan Makalah Konperensi Cokelat Nasional II, Medan*. 34 - 42.
- Rohan, T.A. 1963. *Processing Raw Cocoa for The Market*. The AVI. Westport, Connecticut.

Rohan, T.A. and Stewart. 1967. The Precursors of Chocolate Aroma : Production on Free Amino Acid During Fermentation of Cocoa Beans. J. Food Sci. 32 : 359 - 405.

Setiardjo dan S. Mengoensoekarso. 1981. Pengaruh Fermentasi dan Pengeringan terhadap Kualitas Biji Cokelat Nasional I. Medan.

Urquhart, D.H. 1961. Cocoa. Longmans. Bournville.

Wood, G.A.R. 1986. Cocoa. Longmans. London.

Yayan, C. 1989. Mempelajari karakteristik Proses Pengeringan Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Alat Pengering Tipe Rak. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zein Nasution, W. Ciptadi dan Betty S.R. 1985. Pengolahan Coklat. Agro Industri Press, Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zulkifli M.M., S. Hoyaranda dan Muhadjir. 1976. Pengaruh Penutup dan Lubang Peti Mini pada Fermentasi coklat. Menara Perkebunan 44 (60 : 319 - 322).

Zulkifli M.M. 1982. Simulasi Pengeringan Biji Coklat (*Theobroma cacao* L.) dengan Alat Pengering Tipe Bak. Thesis. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lampiran 1... Data Hasil Pengamatan Suhu Fermentasi
pada Ruang Tertutup

No.	Kotak	waktu (jam)	ulangan 1 (°C)	ulangan 2 (°C)	rata-rata (°C)
1.	A1B1	0	28.50	26.00	27.25
		6	29.50	29.00	29.25
		12	35.50	35.00	35.25
		18	35.50	36.00	35.75
		24	34.00	35.00	34.50
		30	36.50	38.40	37.45
		36	40.02	39.80	39.91
		42	41.25	42.30	41.78
		48	44.00	44.30	44.15
		54	44.50	44.60	44.55
		60	45.28	45.20	45.24
		66	45.70	45.72	45.71
		72	45.10	45.25	45.18
		78	44.25	43.98	44.12
		84	43.20	43.55	43.38
		90	41.15	41.00	41.08
		96	40.05	41.00	40.08
		102	42.26	42.00	42.13
		108	40.50	40.35	40.48
		114	39.90	40.10	40.00
2.	A1B2	0	26.50	27.40	26.95
		6	29.50	29.00	29.25
		12	35.50	36.00	35.75
		18	36.50	36.00	36.25
		24	39.40	39.65	39.52
		30	41.20	40.20	40.70
		36	43.00	44.10	43.55
		42	43.20	43.40	43.30
		48	44.30	44.60	44.45
		54	41.00	41.50	41.25
		60	42.15	40.80	41.48
		66	42.00	41.20	41.60
		72	42.50	42.00	42.25
		78	41.00	41.20	41.10
		84	40.50	40.60	40.55
		90	40.20	40.30	40.25
		96	40.15	40.55	40.35
		102	42.00	41.20	41.60
		108	40.00	40.70	40.35
		114	39.70	40.00	39.85
		120	38.60	38.50	38.55
		126	37.30	37.10	37.20
		132	37.00	37.00	37.00

Lampiran 1... (lanjutan)

No.	Kotak	waktu (jam)	ulangan 1 ($^{\circ}\text{C}$)	ulangan 2 ($^{\circ}\text{C}$)	rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
3.	A1B3	0	28.50	28.50	28.50
		6	29.50	30.00	29.75
		12	35.00	34.50	34.75
		18	34.50	36.60	35.55
		24	36.40	36.60	36.50
		30	38.00	38.50	38.25
		36	39.00	39.40	39.20
		42	41.10	40.60	40.85
		48	44.95	44.15	44.55
		54	44.50	44.20	44.35
		60	43.35	43.10	43.23
		66	42.00	42.00	42.00
		72	43.50	42.50	43.00
		78	41.40	42.24	41.82
		84	39.00	39.50	39.25
		90	39.54	39.54	39.54
		96	39.60	39.00	39.30
		102	39.00	38.50	38.75
		108	38.60	39.85	39.22
		114	36.00	36.00	36.00
		120	36.50	35.00	35.75
		126	34.50	33.00	33.75
		132	32.00	31.50	31.75
4.	A2B1	0	28.50	28.00	28.25
		6	29.50	29.75	29.62
		12	34.25	34.75	34.50
		18	34.50	34.80	34.65
		24	35.00	35.40	35.20
		30	36.50	36.42	36.46
		36	38.27	39.22	38.74
		42	39.30	40.14	39.72
		48	40.10	40.90	40.50
		54	41.30	41.50	41.40
		60	43.40	42.75	43.08
		66	42.00	40.02	41.01
		72	41.50	41.00	41.25
		78	40.90	41.20	41.10
		84	41.03	41.00	41.02
		90	40.12	40.18	40.15
		96	40.08	40.09	40.07
		102	39.50	39.80	39.65
		108	39.40	39.50	39.45
		114	40.00	40.02	40.01
		120	38.50	38.00	38.25
		126	38.00	38.40	38.20
		132	36.00	37.00	36.50

Lampiran 12. (lanjutan)

No.	Kotak	waktu (jam)	ulangan 1 (°C)	ulangan 2 (°C)	rata-rata (°C)
5.	A2B2	0	28.20	28.60	28.30
		6	29.75	29.77	29.76
		12	34.25	34.00	34.12
		18	35.50	36.00	35.75
		24	35.50	35.50	35.50
		30	37.50	37.40	37.45
		36	38.20	38.40	38.30
		42	39.40	39.80	39.60
		48	40.20	40.14	40.17
		54	40.50	40.28	40.39
		60	41.52	41.36	41.44
		66	42.16	41.98	42.04
		72	43.25	44.00	43.62
		78	43.10	43.30	43.20
		84	43.20	43.18	43.19
		90	42.50	42.14	42.32
		96	41.50	41.16	41.33
		102	40.75	40.15	40.45
		108	40.50	40.75	40.62
		114	40.00	39.75	39.88
		120	38.85	38.75	38.80
		126	37.80	37.50	37.65
		132	37.60	35.80	36.70
6.	A2B3	0	28.00	29.30	28.65
		6	30.00	29.58	29.75
		12	33.00	33.75	33.38
		18	34.00	34.50	34.25
		24	36.00	37.00	36.50
		30	36.50	36.60	36.55
		36	37.14	37.20	37.17
		42	39.50	38.90	39.20
		48	40.00	40.00	40.00
		54	41.25	40.12	40.68
		60	41.30	41.46	41.38
		66	43.25	42.50	42.88
		72	43.12	43.04	43.08
		78	43.28	43.24	43.26
		84	43.20	43.18	43.19
		90	42.00	42.13	42.07
		96	42.12	42.56	42.34
		102	43.00	42.00	42.50
		108	41.40	41.20	41.30
		114	39.80	39.90	39.85
		120	39.00	39.30	39.15
		126	36.00	36.70	36.35
		132	31.50	31.50	31.50

Lampiran 2: Data Hasil Pengamatan Suhu Fermentasi pada Ruang Terbuka

No.	Kotak	waktu (jam)	ulangan 1 ($^{\circ}\text{C}$)	ulangan 2 ($^{\circ}\text{C}$)	rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
1.	A1B1	0	28.50	29.00	28.80
		6	31.80	32.20	32.00
		12	35.00	35.00	35.00
		18	36.80	36.70	36.75
		24	39.20	38.80	39.00
		30	41.00	41.40	41.20
		36	42.00	41.90	41.95
		42	44.00	44.10	40.05
		48	42.50	43.00	42.75
		54	44.50	44.60	44.55
		60	44.70	44.10	44.40
		66	45.70	45.70	45.70
		72	45.80	45.60	45.70
		78	45.30	46.00	45.65
		84	44.00	44.00	44.00
		90	42.50	44.50	43.50
		96	41.80	43.90	42.84
		102	42.00	42.40	42.20
		108	42.50	42.20	42.35
		114	39.50	39.00	39.25
2.	A1B2	0	29.50	28.50	29.00
		6	30.60	30.50	30.55
		12	33.50	34.50	34.00
		18	38.30	38.70	38.50
		24	39.00	38.50	38.75
		30	42.20	42.50	42.35
		36	40.30	40.70	40.50
		42	44.60	44.80	44.70
		48	41.00	41.80	41.40
		54	42.50	42.50	42.50
		60	44.70	45.30	45.00
		66	46.50	46.00	46.25
		72	46.50	46.50	46.50
		78	43.20	42.80	43.00
		84	42.20	42.50	42.35
		90	40.00	40.00	40.00
		96	41.26	43.00	42.13
		102	43.50	42.50	43.00
		108	40.00	40.10	40.05
		114	39.50	39.25	39.38
		120	42.25	42.00	42.13
		126	38.00	38.50	38.25
		132	35.50	35.50	35.50

Lampiran 2. (lanjutan).

No.	Kotak	waktu (jam)	ulangan 1 ($^{\circ}\text{C}$)	ulangan 2 ($^{\circ}\text{C}$)	rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
3.	A1B3	0	28.40	29.60	29.00
		6	31.00	31.00	31.00
		12	35.20	36.20	35.70
		18	36.50	36.80	36.70
		24	39.50	41.00	40.03
		30	43.30	43.70	43.50
		36	39.50	39.50	39.50
		42	42.00	43.70	42.85
		48	45.50	44.00	44.75
		54	43.00	42.90	42.95
		60	40.00	39.50	39.75
		66	40.50	40.00	40.25
		72	44.00	42.00	43.00
		78	41.00	40.60	40.80
		84	41.00	42.00	41.50
		90	40.50	41.50	41.00
		96	42.26	44.38	43.32
		102	45.80	45.70	45.75
		108	40.30	42.00	41.15
		114	39.20	38.90	39.05
		120	44.00	42.00	43.00
		126	31.50	32.00	31.80
		132	30.05	30.15	30.10
4.	A2B1	0	29.60	29.00	29.30
		6	31.20	30.90	31.05
		12	34.00	34.20	34.10
		18	36.20	34.50	35.40
		24	40.20	39.40	39.80
		30	41.50	41.20	41.35
		36	40.00	40.60	40.30
		42	43.90	44.00	43.95
		48	40.30	41.00	40.65
		54	40.30	40.40	40.35
		60	42.00	42.50	42.25
		66	45.80	45.60	45.70
		72	44.50	45.80	45.20
		78	43.50	43.50	43.50
		84	45.10	44.00	44.60
		90	38.50	39.00	38.75
		96	39.28	39.66	39.47
		102	42.50	42.00	42.25
		108	38.50	39.00	38.75
		114	36.50	36.50	36.50
		120	35.70	36.30	36.00
		126	36.00	35.80	35.90
		132	35.50	35.00	35.25

Lampiran 2. (lanjutan).

No.	Kotak waktu (jam)	ulangan 1 (°C)	ulangan 2 (°C)	rata-rata (°C)
5. A2B2	0	28.20	29.40	28.80
	6	30.80	30.80	30.80
	12	36.20	36.30	36.25
	18	36.40	37.10	36.75
	24	40.60	40.00	40.30
	30	41.80	41.90	41.85
	36	41.50	41.00	41.25
	42	43.25	44.50	43.88
	48	41.90	41.80	41.85
	54	41.00	40.40	40.70
	60	43.00	42.75	42.88
	66	44.00	44.60	44.30
	72	41.25	43.50	42.37
	78	40.50	41.00	40.75
	84	45.00	47.50	46.25
	90	40.25	40.35	40.30
	96	40.48	41.04	40.76
	102	41.00	42.00	41.50
	108	37.50	37.90	37.70
	114	36.50	36.50	36.50
	120	40.00	40.50	40.25
	126	38.50	38.50	38.50
	132	37.00	37.50	37.25
6. A2B3	0	26.82	28.40	27.61
	6	30.50	31.50	31.00
	12	34.00	34.60	34.30
	18	38.50	39.70	39.10
	24	41.30	41.50	41.40
	30	41.50	42.00	41.75
	36	38.70	38.60	38.65
	42	45.80	46.10	45.95
	48	38.00	38.00	38.00
	54	39.40	39.40	39.40
	60	37.25	37.25	37.25
	66	44.00	44.60	44.30
	72	44.00	43.70	43.85
	78	43.00	43.60	43.30
	84	43.00	43.50	43.25
	90	45.00	47.00	46.00
	96	43.66	43.60	43.63
	102	40.00	41.50	40.75
	108	41.50	42.00	41.75
	114	41.00	41.00	41.00
	120	45.50	44.50	45.00
	126	35.50	36.00	35.75
	132	31.50	31.50	31.50

Lampiran 3. Data Suhu Lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)

Lama fermentasi (jam)	Ruangan tertutup	Ruangan terbuka
0	28.0	27.0
6	24.3	24.0
12	24.6	28.1
18	29.7	30.0
24	28.1	27.5
30	24.1	24.1
36	24.4	24.8
42	29.8	32.6
48	29.0	26.6
54	27.4	25.8
60	27.8	26.8
66	30.0	31.2
72	28.4	28.3
78	26.3	24.8
84	26.1	25.1
90	30.2	32.0
96	27.2	26.1
102	26.2	23.8
108	27.0	24.7
114	30.4	32.2
120	26.5	25.8
126	26.7	24.0
132	26.3	26.2

Lampiran 4.. Data Hasil Pengamatan Nilai pH (keasaman)

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
1.	A1B1C1D1	4.62	4.60	4.61
2.	A1B1C1D2	4.95	5.05	5.00
3.	A1B1C1D3	5.19	5.13	5.16
4.	A1B2C1D1	4.74	4.84	4.79
5.	A1B2C1D2	5.41	5.23	5.32
6.	A1B2C1D3	5.60	5.66	5.63
7.	A1B3C1D1	4.85	4.68	4.765
8.	A1B3C1D2	4.95	5.05	5.00
9.	A1B3C1D3	5.28	5.32	5.30
10.	A2B1C1D1	4.85	4.84	4.845
11.	A2B1C1D2	5.05	5.01	5.03
12.	A2B1C1D3	5.24	5.16	5.20
13.	A2B2C1D1	4.75	4.66	4.655
14.	A2B2C1D2	5.04	5.00	5.02
15.	A2B2C1D3	5.24	5.18	5.21
16.	A2B2C1D1	4.96	4.97	4.965
17.	A2B3C1D2	5.17	5.13	5.15
18.	A2B3C1D3	5.26	5.18	5.22
19.	A1B1C2D1	4.41	4.66	4.535
20.	A1B1C2D2	4.89	4.97	4.88
21.	A1B1C2D3	5.26	5.21	5.235
22.	A1B2C2D1	4.62	4.84	4.73
23.	A1B2C2D2	5.05	5.12	5.085
24.	A1B2C2D3	5.23	5.22	5.225
25.	A1B3C2D1	4.84	4.82	4.83
26.	A1B3C2D2	5.03	5.01	5.02
27.	A1B3C2D3	5.27	5.30	5.285
28.	A2B1C2D1	4.51	4.63	4.57
29.	A2B1C2D2	4.97	4.98	4.985
30.	A2B1C2D3	5.04	5.06	5.05
31.	A2B2C2D1	4.97	4.98	4.985
32.	A2B2C2D2	5.20	5.17	5.185
33.	A2B2C2D3	5.21	5.27	5.24
34.	A2B3C2D1	4.64	4.68	4.66
35.	A2B3C2D2	5.14	5.17	5.155
36.	A2B3C2D3	5.25	5.27	5.26

keterangan :

A1 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1,2,3 = Tinggi tumpukan 50 cm, 40 cm, 30 cm

C1 = ruangan tertutup, C2 = ruangan terbuka

D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari.

Lampiran 5. Data Hasil Pengamatan Kadar Biji Slaty (%)

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
1.	A1B1C1D1	48.69	46.10	47.395
2.	A1B1C1D2	37.62	38.46	38.04
3.	A1B1C1D3	10.78	11.88	11.33
4.	A1B2C1D1	38.26	40.62	39.44
5.	A1B2C1D2	19.09	17.61	18.35
6.	A1B2C1D3	10.05	10.01	10.03
7.	A1B3C1D1	50.04	48.69	49.365
8.	A1B3C1D2	33.02	27.77	30.395
9.	A1B3C1D3	10.34	10.70	10.502
10.	A2B1C1D1	50.46	48.54	49.50
11.	A2B1C1D2	26.60	24.22	25.41
12.	A2B1C1D3	9.82	11.21	10.515
13.	A2B2C1D1	37.54	36.36	36.95
14.	A2B2C1D2	27.10	25.85	26.495
15.	A2B2C1D3	10.43	11.73	11.08
16.	A2B2C2D1	46.36	47.06	46.71
17.	A2B3C1D2	36.34	34.26	35.30
18.	A2B3C1D3	12.07	12.51	12.29
19.	A1B1C2D1	40.60	38.30	39.45
20.	A1B1C2D2	18.75	20.83	19.79
21.	A1B1C2D3	10.47	9.62	10.045
22.	A1B2C2D1	34.44	33.75	34.095
23.	A1B2C2D2	19.17	16.78	17.975
24.	A1B2C2D3	9.67	9.54	9.605
25.	A1B2C2D1	39.84	37.16	38.50
26.	A1B2C2D2	20.24	24.66	22.45
27.	A1B2C2D3	10.93	10.32	10.625
28.	A2B2C2D1	43.60	44.40	44.00
29.	A2B1C2D2	24.00	24.82	24.41
30.	A2B1C2D3	10.89	10.42	10.655
31.	A2B2C2D1	33.96	34.54	34.25
32.	A2B2C2D2	22.00	19.82	20.91
33.	A2B2C2D3	14.67	13.65	14.14
34.	A2B3C2D1	44.25	43.64	43.945
35.	A2B3C2D2	18.48	18.82	18.65
36.	A2B3C2D3	10.52	10.81	10.165

keterangan :

A1 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1,2,3 = Tinggi tumpukan 50 cm, 40 cm, 30 cm

C1 = ruangan tertutup, C2 = ruangan terbuka

D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari.

Lampiran 6. Data Hasil Pengamatan Kadar Kulit Biji (%)

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
1.	A1B1C1D1	10.30	11.90	11.10
2.	A1B1C1D2	11.90	10.60	11.25
3.	A1B1C1D3	13.80	13.55	13.675
4.	A1B2C1D1	11.55	11.85	11.70
5.	A1B2C1D2	12.41	12.24	12.325
6.	A1B2C1D3	12.42	12.18	12.30
7.	A1B3C1D1	11.54	11.62	11.58
8.	A1B3C1D2	12.83	12.14	12.485
9.	A1B3C1D3	13.00	12.86	12.98
10.	A2B1C1D1	11.35	10.95	11.15
11.	A2B1C1D2	11.47	11.05	11.26
12.	A2B1C1D3	12.14	12.38	12.21
13.	A2B2C1D1	12.05	11.84	11.945
14.	A2B2C1D2	12.30	12.54	12.42
15.	A2B2C1D3	12.74	12.63	12.675
16.	A2B3C1D1	12.00	11.98	11.995
17.	A2B3C1D2	12.58	11.87	12.225
18.	A2B3C1D3	13.57	13.20	13.385
19.	A1B1C2D1	10.35	10.54	10.445
20.	A1B1C2D2	11.62	10.86	11.24
21.	A1B1C2D3	11.85	11.74	11.785
22.	A1B2C2D1	11.89	11.80	11.845
23.	A1B2C2D2	12.06	11.84	11.95
24.	A1B2C2D3	13.42	13.28	13.35
25.	A1B3C2D1	10.47	11.05	10.76
26.	A1B3C2D2	11.71	11.86	11.785
27.	A1B3C2D3	12.05	13.12	12.585
28.	A2B1C2D1	10.78	10.95	10.851
29.	A2B1C2D2	11.90	11.54	11.72
30.	A2B1C2D3	12.32	12.20	12.265
31.	A2B2C2D1	10.85	11.74	11.295
32.	A2B2C2D2	11.94	11.00	11.47
33.	A2B2C2D3	12.83	12.05	12.44
34.	A2B3C2D1	11.46	11.86	11.66
35.	A2B3C2D2	12.65	12.14	12.395
36.	A2B3C2D3	12.87	12.64	12.755

keterangan :

A1 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1,2,3 = Tinggi tumpukan 50 cm, 40 cm, 30 cm

C1 = ruangan tertutup, C2 = ruangan terbuka

D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari.

Lampiran 7. Data Hasil Pengamatan Nilai Indeks Fermentasi

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
1.	A1B1C1D1	0.963	0.981	0.927
2.	A1B1C1D2	0.987	1.001	0.994
3.	A1B1C1D3	1.036	1.153	1.1945
4.	A1B2C1D1	0.980	0.988	0.984
5.	A1B2C1D2	1.006	1.024	1.0155
6.	A1B2C1D3	1.164	1.250	1.207
7.	A1B3C1D1	0.983	0.980	0.9815
8.	A1B3C1D2	1.019	1.058	1.0385
9.	A1B3C1D3	1.182	1.156	1.169
10.	A2B1C1D1	0.889	0.914	1.9015
11.	A2B1C1D2	1.004	1.015	1.0095
12.	A2B1C1D3	1.204	1.198	1.201
13.	A2B2C1D1	0.987	0.936	0.917
14.	A2B2C1D2	1.007	1.002	1.0045
15.	A2B2C1D3	1.229	1.145	1.187
16.	A2B3C1D1	0.907	0.906	0.9065
17.	A2B3C1D2	1.080	1.090	1.085
18.	A2B3C1D3	1.104	1.109	1.1065
19.	A1B1C2D1	0.968	0.976	0.977
20.	A1B1C2D2	0.993	1.021	1.007
21.	A1B1C2D3	1.112	1.104	1.108
22.	A1B2C2D1	0.988	0.990	0.989
23.	A1B2C2D2	1.001	1.011	1.006
24.	A1B2C2D3	1.095	1.085	1.090
25.	A1B3C2D1	0.907	0.921	0.914
26.	A1B3C2D2	0.998	1.008	1.003
27.	A1B3C2D3	1.188	1.151	1.170
28.	A2B1C2D1	0.878	0.906	0.892
29.	A2B1C2D2	1.004	1.010	1.007
30.	A2B1C2D3	1.127	1.157	1.142
31.	A2B2C2D1	0.967	0.962	0.9645
32.	A2B2C2D2	0.998	1.021	1.095
33.	A2B2C2D3	1.014	1.022	1.018
34.	A2B3C2D1	0.896	0.892	0.894
35.	A2B3C2D2	0.991	1.009	1.000
36.	A2B3C2D3	1.014	1.032	1.023

keterangan :

A1 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1,2,3 = Tinggi tumpukan 50 cm, 40 cm, 30 cm

C1 = ruangan tertutup, C2 = ruangan terbuka

D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari.

Lampiran 8. Data Hasil Pengamatan skor Aroma Kakao

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
1.	A1B1C1D1	4.50	4.00	4.25
2.	A1B1C1D2	4.50	4.50	4.50
3.	A1B1C1D3	5.00	5.00	5.00
4.	A1B2C1D1	4.50	5.00	4.75
5.	A1B2C1D2	5.00	5.50	5.25
6.	A1B2C1D3	6.00	6.00	6.00
7.	A1B3C1D1	4.50	4.50	4.50
8.	A1B3C1D2	5.00	5.00	5.00
9.	A1B3C1D3	5.50	5.00	5.25
10.	A2B1C1D1	4.00	4.00	4.00
11.	A2B1C1D2	5.00	4.00	4.50
12.	A2B1C1D3	5.00	5.00	5.00
13.	A2B2C1D1	4.50	4.50	4.50
14.	A2B2C1D2	4.50	4.75	4.625
15.	A2B2C1D3	5.00	5.00	5.00
16.	A2B3C1D1	4.75	4.75	4.75
17.	A2B3C1D2	5.00	4.50	4.75
18.	A2B3C1D3	5.00	5.50	5.25
19.	A1B1C2D1	4.00	4.00	4.00
20.	A1B1C2D2	5.00	5.00	5.00
21.	A1B1C2D3	5.00	5.00	5.00
22.	A1B2C2D1	4.50	5.00	4.75
23.	A1B2C2D2	5.00	5.00	5.00
24.	A1B2C2D3	6.00	6.00	6.00
25.	A1B3C2D1	5.00	5.00	5.00
26.	A1B3C2D2	5.50	5.00	5.25
27.	A1B3C2D3	6.00	5.50	5.75
28.	A2B1C2D1	4.00	4.00	4.00
29.	A2B1C2D2	4.50	4.50	4.25
30.	A2B1C2D3	5.00	5.00	5.00
31.	A2B2C2D1	4.50	4.50	4.50
32.	A2B2C2D2	5.00	5.00	5.00
33.	A2B2C2D3	5.50	5.50	5.50
34.	A2B3C2D1	5.00	4.00	4.50
35.	A2B3C2D2	5.00	5.00	5.00
36.	A2B3C2D3	6.00	6.00	6.00

keterangan :

A1 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 5 cm

A2 = Fermentor dengan lubang aerasi berjarak 10 cm

B1,2,3 = Tinggi tumpukan 50 cm, 40 cm, 30 cm

C1 = ruangan tertutup, C2 = ruangan terbuka

D1,2,3 = lama fermentasi 4,5,6 hari.

Lampiran 9. Luas Lahan dan Produksi Perkebunan Kakao Rakyat Menurut Propinsi di Indonesia pada tahun 1987*

No.	Propinsi	Luas Lahan (Ha)	Produksi (ton)
1.	D.I. Aceh	1 155	89
2.	Sumatera Utara	7 225	1 502
3.	Sumatera Barat	575	64
4.	Riau	263	0
5.	Jambi	556	19
6.	Sumatera Selatan	126	0
7.	Bengkulu	707	3
8.	Lampung	1 992	432
9.	Jawa Barat	384	73
10.	Jawa Tengah	301	0
11.	D.I. Yogyakarta	210	0
12.	Jawa Timur	136	0
13.	Bali	1 505	5
14.	Nusa Tenggara Barat	14	1
15.	Nusa Tenggara Timur	11 617	1 128
16.	Kalimantan Barat	1 810	53
17.	Kalimantan Tengah	990	1
18.	Kalimantan Selatan	248	11
19.	Kalimantan Timur	3 491	695
20.	Sulawesi Utara	631	20
21.	Sulawesi Tengah	7 863	177
22.	Sulawesi Selatan	33 871	11 889
23.	Sulawesi Tenggara	24 330	5 524
24.	Maluku	7 725	2 997
25.	Irian Jaya	6 982	1 135
26.	D.K.I. Jakarta	-	-
27.	Timor Timur	215	23

*) Ditjenbun (1990)

Lampiran 10. Data Pengamatan Cuaca pada Pengeringan
Biji Kakao Bulan Oktober 1991.

Tanggal	Radiasi (kal/cm ²)	Suhu Udara (°C)		RH (%)		V angin (m/det)
		maks	min	07.0	13.0	
1	515	33.5	22.4	83	42	1.1
2	480	33.0	22.0	83	48	0.8
3	445	32.8	21.8	86	50	1.1
4	445	32.0	21.6	84	49	0.8
5	445	32.8	21.8	87	51	1.1
6	445	32.7	21.0	76	34	1.3
7	515	34.6	23.0	75	42	1.3
8	550	34.4	23.0	75	38	1.0
9	480	33.1	23.5	75	50	1.2
10.	480	33.0	22.5	75	55	1.0
11.	494	33.5	22.5	74	52	1.3
12.	487	33.0	22.0	75	50	1.2
13.	495	33.7	22.3	74	50	1.2
14.	500	34.2	22.8	82	54	1.1
15.	484	33.1	22.0	80	50	1.0
Rata-rata	492	33.5	22.8	73.9	47.6	1.1

