

# FERMENTASI BIJI KAKAO RAKYAT MENGGUNAKAN KOTAK MODIFIKASI DENGAN VARIASI LAMA PEMERAMAN BUAH

**Irma Laxiana dan Raden Sugiarto**

FTP, Institut Pertanian (INTAN) Yogyakarta

Email: irmalaxiana@yahoo.co.id dan sugi412to@gmail.com

## ABSTRAK

Sampai saat ini perkebunan Indonesia cenderung meningkat baik luas areal maupun jumlah produksi dan masih didominasi oleh Perkebunan Rakyat, namun peningkatan produksi tersebut ternyata tidak diimbangi dengan penyiapan sarana pengolahan yang memadai dan cocok untuk diterapkan di Perkebunan Rakyat. Permasalahan di tingkat internasional mutu biji kakao Indonesia adalah mutu yang masih dianggap rendah. Salah satu penyebab rendahnya mutu biji kakao Indonesia adalah keasaman relatif tinggi (pH kurang dari 5,5). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kombinasi antara pemeraman buah dengan modifikasi kotak fermentasi yang menghasilkan pH biji kakao kering 5,5. Perlakuan dalam penelitian ini: fermentasi biji kakao di dalam kotak kecil (K), fermentasi biji kakao antara kotak dalam dan kotak luar (A), dan fermentasi dalam kotak tanpa sekat (B). Yang dikombinasikan dengan pemeraman buah dengan variasi lama pemeraman; 0 hari (Ho); 4 hari (H4) dan 6 hari (H6). Rancangan dalam penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 3 kali ulangan yang berarti ada 27 unit percobaan (3x3x3). Pengamatan selama fermentasi adalah pH dan suhu timbunan biji. Analisa yang dilakukan pada biji kakao kering: kadar air, pH, indeks fermentasi dan nilai uji-belah. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis varian. Jika terjadi perbedaan nyata dengan selang kepercayaan 5% dilanjutkan dengan *Uji Duncan's Multiple Range Test*. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pemeraman buah 4 hari dalam kotak antara (A) menghasilkan biji kakao kering dengan pH berkisar 5,5 dan kadar air 7,5 % yang sesuai Standar Mutu (SNI: 2323:2008) yang ditetapkan.

**Kata kunci** : fermentasi; kakao; pemeraman buah

## ABSTRACT

*Until now the Indonesian cocoa tends to increase both the total area and total production is still dominated by the Smallholder, but the increase in production was not matched by adequate preparation and processing facilities suitable to be applied in Smallholder. The problems at the international level of Indonesian cocoa quality is still considered low quality. One of the low quality of Indonesian cocoa beans are relatively high acidity (pH less than 5.5). The purpose of this study was to determine the combination of fruit ripening with a fermentation box modification which produced a pH of dry cocoa beans 5.5. Treatment box fermentation of cocoa beans in small boxes (K), fermented cocoa beans between the box and the outer box in (A), and fermentation in a box without a bulkhead (B); ripening fruit with a long ripening variation; 0 day (Ho), 4 days (H4) and 6 days (H6). The design of this research using completely randomized design (CRD) factorial, with 3 replications. Observations during the fermentation pH and temperature of heap beans. Analysis performed on dry beans fermented: water content; pH; fermentation index and cut test. The data obtained were tabulated and analyzed variants. If there is a real difference with a 5% confidence interval test followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed treatment of fruit ripening 4 days in a Box (A) produce dry beans with a pH range of 5.5; Fermentation Index of 1.39 and 7.5% Moisture appropriate Quality Standards (SNI: 2323:2008) that determined.*

**Keywords**: cocoa, fermentation, ripening fruit.

## PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditi unggulan perkebunan dan berperan penting sebagai sumber devisa negara, sumber pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, mendorong agribisnis dan agroindustri serta pengembangan wilayah. Sampai saat ini perkakaoan Indonesia cenderung meningkat, baik luas areal maupun jumlah produksi yang masih didominasi oleh Perkebunan Rakyat. Perkiraan pada tahun 2016 : luas tanaman kakao rakyat mencapai 1.680.092 Ha dengan produksi sebesar 730.172 ton yang merupakan 97,5% dari perkebunan Kakao Indonesia (Dit Jend. Perkebunan, 2015). Ini berarti bahwa perkakaoan Indonesia sangat ditentukan oleh Kakao Rakyat, namun peningkatan produksi tersebut ternyata tidak diimbangi dengan penyiapan sarana pengolahan yang memadai dan cocok untuk diterapkan di Perkebunan Rakyat. Permasalahan yang kedua adalah mutu biji kakao Indonesia adalah mutu yang masih dianggap rendah. Salah satu penyebab rendahnya mutu biji kakao Indonesia adalah keasaman relatif tinggi atau pH dibawah 5,1. Biji kakao dengan keasaman tinggi akan menghasilkan cita rasa coklat yang lemah (Alamsyah, 1991).

Masih rendahnya kesadaran petani kakao melakukan proses fermentasi karena jumlah panen buahnya relatif kecil, sehingga diperlukan kotak fermentasi dengan skala petani. Pengaturan kelembaban dan pengaturan suhu optimal menjadi salah satu kelemahan dalam pengolahan kakao skala kecil. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan rancang bangun kotak fermentasi sebagai bentuk modifikasi pengolahan biji kakao ditingkat petani yang mudah diterapkan dan relatif hemat biaya. Perlakuan pada penelitian ini adalah modifikasi kotak fermentasi skala kecil dikombinasikan dengan pemeraman buah kakao sebagai upaya mengatasi keasaman biji kakao kering yang tinggi.

## KAJIAN PUSTAKA

Pengolahan biji kakao bertujuan untuk menghasilkan biji kakao kering yang terfermentasi sempurna, keping biji berwarna coklat, berbau asam, tidak terdapat biji ungu

dan *slaty bean* ketika biji dibelah, cangkang berwarna coklat kemerahan dan tidak pecah, bentuk biji tidak pipih dan ukuran biji seragam (Badan Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, 2008)

Perlakuan pemeraman buah sebelum pemecahan buah akan memberikan keuntungan pada citarasa coklat. Menurut Duncan *et al* (1989), tanpa pemeraman buah akan menghasilkan citarasa coklat yang lemah, sedangkan rasa asam, pahit dan sepatnya lebih dominan. Perlakuan pemeraman buah selama 5 hari akan menaikkan citarasa coklat, menurunkan rasa asam, pahit dan sepat. Hal ini dapat terjadi karena pemeraman buah kakao menyebabkan pengurangan kandungan *pulp* yang melapisi biji sehingga akan meningkatkan aerasi (Biehl *et al* 1989). Menurut Meyer *et al* (1989) buah yang diperam tidak mengalami fase anaerobik ketika fermentasi sehingga akan mencapai suhu tinggi dalam waktu yang lebih pendek dengan keasaman yang tidak terlalu rendah, dibanding buah yang tidak mengalami pemeraman lebih dahulu.

Kendala dalam pemeraman buah, kemungkinan terjadi pembusukan buah karena pertumbuhan jamur, kemungkinan yang lain yaitu terjadi perkecambahan biji. Data dari penelitian Yusianto dan Wahyudi (1991), serangan jamur terjadi mulai pemeraman 7 hari, dan pada pemeraman selama 10 hari terjadi serangan jamur yang menyebabkan sekitar 15% sampai 38% biji berwarna hitam, berdasarkan data tersebut maka pemeraman buah sebaiknya dilakukan kurang dari 7 hari.

Hasil fermentasi sangat menentukan kualitas biji kakao kering, karena pada tahap ini diharapkan dapat terjadi maserasi *pulp*, sehingga *pulp* mudah dipisahkan dari biji. Tujuan lain dari fermentasi adalah terbentuknya asam asetat sebagai hasil perombakan gula dalam *pulp*, yang bersifat mampu mematkan biji. Biji mati akan terjadi kehilangan integritas seluler, menghasilkan tercampurnya antara substrat dan enzim sebagai reaksi yang terpenting untuk menghasilkan prekursor *flavour* coklat (Lehrian dan Patterson, 1983).

Selama fermentasi dilakukan kondisi anaerob dilanjutkan kondisi aerob. Kondisi

anaerob dikendalikan dengan penutupan timbunan biji kakao yang difermentasi, sedangkan kondisi aerob dikendalikan dengan pemberian lubang-lubang pada wadah fermentasi, pengadukan dan fermentasi dalam keadaan terbuka, setiap tahap fermentasi tersebut paling lama 2 hari. Lama fermentasi diupayakan 4 atau 5 hari, kurang dari 4 hari hasil biji kakao kering kurang terfermentasi (*slaty bean*) yang menghasilkan rasa sangat sepet dan pahit, sedang bila berlebihan atau lebih dari 5 hari akan menghasilkan biji yang berasa hambar (Wood dan Lass, 1985). Peruraian *pulp* diharapkan terjadi selama fermentasi, hal ini karena enzim pektinase berperan memecah pektin dalam *pulp* sehingga viskositas *pulp* menurun, selanjutnya akan memudahkan pelepasan *pulp* dari kulit biji kakao (Schwanet al 2004). Enzim pektinolitik tidak hanya dihasilkan oleh *yeast* tetapi juga oleh *Bacillus* (Ouattara et al 2008)

Diharapkan pH dan suhu fermentasi akan mengaktifkan enzim-enzim yang diperlukan untuk pembentukan karakteristik cokelat yaitu *flavour*, aroma dan warna setelah diroasting. pH aktivitas enzim bervariasi, seperti protease optimum pada pH 3.5 (Biehlet al 1993); karboxypeptidase optimum aktivitasnya pada pH 5.8, aminopeptidase berkisar 6.8 (Voight et al 1994; Bytofet al 1995). Aktivitas enzim poliphenol oksidase terjadi pada pH 6 dengan suhu 35,5°C (Lopesz dan Dimick, 1991). Enzim ini berperan dalam pembentukan warna coklat yang stabil karena pembentukan quinon (Reeves et al 1988). Reduksi poliphenol dibutuhkan untuk pembentukan *flavour* yang bagus, karena poliphenol menyebabkan rasa pahit dan sepet (Afoakwa et al 2010). Untuk mendapatkan cita rasa coklat yang kuat dituntut pH biji kakao kering berkisar 5,5 (Biehlet al 1989). Hal ini dapat dipahami karena aktivitas optimum enzim penentu pengembangan cita rasa coklat pada pH sekitar 5,5-6,8 (Hansen et al 1998). Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk mengatasi masalah fermentasi yang diperuntukkan mengatasi masalah kakao Indonesia ini, antara lain seperti perlakuan pemeraman buah sebelum fermentasi, peningkatan aerasi dengan penambahan lubang pada kotak fermentasi,

mempersingkat waktu fermentasi dengan penambahan ragi.

### Tujuan penelitian

Mengetahui kombinasi perlakuan yang tepat antara jenis kotak modifikasi dengan lama pemeraman buah kakao untuk menghasilkan pH biji kakao kering yang tinggi pada produksi skala kecil (Perkebunan Kakao Rakyat).

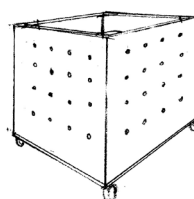
### METODE PENELITIAN

#### Tempat dan waktu penelitian

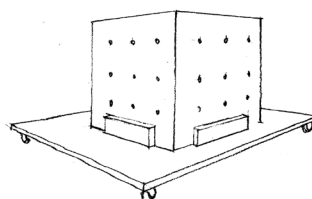
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Teknologi Pertanian Institut Pertanian INTAN Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan.

#### Alat dan bahan penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah 3 macam kotak fermentasi modifikasi (Gambar 1), timbangan, beerglass, gelas ukur, corong pemisah, pengaduk, kompor listrik, oven, spektrofotometri, *cutter*, pH meter, *Cabinet Dryer*.



a. Kotak besar



b. Kotak kecil

**Gambar 1.** Kotak fermentasi modifikasi

#### Spesifikasi Kotak

Kotak luar (besar) : (40x40x40cm).  
 Kotak dalam (kecil) : (26x26x40cm).  
 Luban gaerasi : diameter: 10 mm; Jarak antar lubang: 80 mm.

Bahan penelitian adalah buah kakao dari perkebunan rakyat wilayah kecamatan Karangmojo Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta.

### Rancangan Percobaan

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor I (3 faktor) adalah fermentasi biji kakao di dalam kotak kecil (K), fermentasi biji kakao diantara kotak dalam dan kotak luar (A), dan fermentasi dalam kotak tanpa sekat atau kotak besar (B). Faktor kedua (3 faktor) adalah dilakukan tanpa pemeraman buah (Ho), pemeraman buah selama 4 hari (H4) dan 6 hari (H6). Sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis varian. Jika terjadi perbedaan nyata dengan selang kepercayaan 5% dilanjutkan dengan Uji Duncan's *Multiple Range Test* (Gazpers, 1994).

Parameter yang diamati selama 4 hari fermentasi:

- 1) pH biji kakao basah setiap 24 jam fermentasi
- 2) Suhu didalam timbunan biji setiap 24 jam fermentasi

Parameter yang diamati pada biji kakao kering :

- 1) Analisa Kadar Air (SNI 01-2323-2008)
- 2) Analisa Keasaman Keping Biji (SNI 2323: 2008)
- 3) Uji-Belah (Wahyudi, T. dan Gracia Bailon, 1991)
- 4) Indeks Fermentasi (Wahyudi, T. dan Gracia Bailon, 1991)

### Tahapan Penelitian

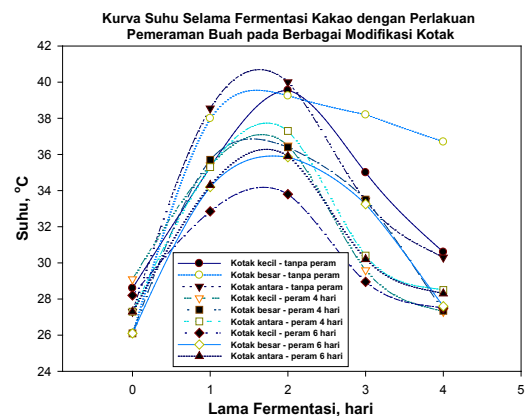
1. Buah kakao tanpa pemeraman dipecah, diambil bijinya sebanyak 30 kg dimasukkan ke kotak besar, kotak kecil dan kotak antara (antara kotak besar dan kotak kecil), setiap kotak diisi 10 kg biji basah, selanjutnya dilakukan fermentasi.
2. Buah kakao setelah diperam 4 hari, kemudian dipecah selanjutnya diberlakukan samaseperti tanpa pemeraman
3. Buah kakao setelah diperam 6 hari, kemudian dipecah selanjutnya diberlakukan sama

seperti tanpa pemeraman

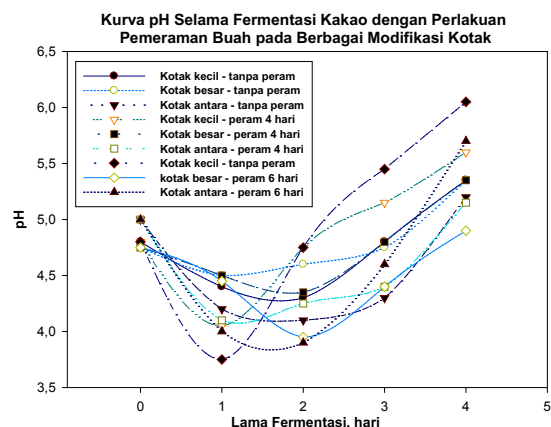
4. Fermentasi dilakukan selama 4 hari, 2 hari pertama dalam kondisi ditutup, 2 hari berikutnya dalam kondisi terbuka. Setiap 24 jam fermentasi dilakukan pengukuran pH biji, suhu timbunan biji dan pengadukan.
5. Pada hari ke 5 dilakukan pencucian, selanjutnya dilakukan pengeringan (penjemuran dilanjutkan menggunakan *Cabinet Dryer*).
6. Biji kakao kering yang dihasilkan dianalisa kadarair, keasaman keping biji, Uji-Belah dan Indeks Fermentasi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran suhu (Gambar 2) dan pH (Gambar 3) selama fermentasi (4 hari) sebagai berikut:



**Gambar 2.** Kurva Suhu selama fermentasi kakao dengan perlakuan pemeraman buah pada berbagai kotak modifikasi



**Gambar 3.** Kurva pH selama fermentasi kakao dengan perlakuan pemeraman buah pada berbagai kotak modifikasi.

Pada Gambar 2. Tinjauan untuk suhu selama fermentasi berlangsung pada berbagai jenis kotak fermentasi, dapat dilihat suhu tertinggi dicapai pada 48 jam fermentasi pada semua jenis kotak, namun yang tertinggi dicapai pada kotak kecil, dan yang terendah pada kotak antara, hal ini dapat dipahami karena dengan jumlah isian biji kakao yang sama, akan berbeda ketinggian isian pada masing-masing kotak. Isian yang tertinggi akan mengakumulasi panas hasil fermentasi lebih besar, kenaikan suhu yang terendah terjadi pada kotak antara, hal ini dimungkinkan karena aerasi lebih besar dibanding jenis kotak yang lain.

Kenaikkan suhu yang tinggi dalam fermentasi biji kakao dengan kombinasi pH yang rendah sangat diharapkan dalam fermentasi agar tujuan fermentasi mematikan biji karena terjadi perusakan sistem seluler dapat dicapai, disamping untuk mengaktifkan enzim-enzim yang berperan dalam pembentukan prekursor *flavour*. Dalam hal ini untuk buah kakao tanpa pemeraman dipilih kotak kecil. Kenaikkan suhu fermentasi terlihat pada 24 jam fermentasi, kotak besar dan kotak antara relatif bertahan

sampai 48 jam fermentasi, sedangkan untuk kotak kecil lebih tinggi kenaikannya dan bertahan sampai 72 jam fermentasi. Berbeda dengan perlakuan tanpa pemeraman buah, yang menunjukkan penurunan suhu setelah 48 jam fermentasi cenderung tajam. Perlakuan pemeraman buah 4 hari berdasar kenaikan suhu dan penurunan pH dipilih kotak antara. Seperti pada perlakuan pemeraman buah 4 hari, perlakuan pemeraman buah 6 hari pH terendah selama fermentasi dicapai setelah 48 jam fermentasi, demikian juga pencapaian suhu tertinggi selama fermentasi berlangsung. pH terendah 3,9 pada kotak antara, dan suhu tertinggi 40°C pada kotak kecil (Gambar 3).

Suhu yang lebih tinggi pada perlakuan pemeraman buah dapat terjadi karena kesiapan mikrobial, khususnya yeast untuk merombak glukosa menjadi etanol yang bersifat eksotermis.

Hasil analisa pada biji kakao kering hasil perlakuan kombinasi antara kotak modifikasi dengan lama pemeraman buah kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** pH biji kakao kering, Kadar Air (%) dan Indeks Fermentasi (IF) kombinasi perlakuan kotak modifikasi dan lama pemeraman buah kakao.

JENIS KOTAK	LAMA PEMERAMAN BUAH (HARI)	pH	K.A (%)	IF
Kotak Kecil	0	6,0 <sup>a</sup>	4,74 <sup>h</sup>	1,24 <sup>abc</sup>
	4	5,3 <sup>b</sup>	7,46 <sup>def</sup>	1,51 <sup>a</sup>
	6	6,05 <sup>a</sup>	10,48 <sup>a</sup>	1,37 <sup>ab</sup>
Kotak Besar	0	6,4 <sup>a</sup>	5,70 <sup>g</sup>	1,26 <sup>abc</sup>
	4	5,3 <sup>b</sup>	7,46 <sup>def</sup>	1,35 <sup>ab</sup>
	6	5,9 <sup>a</sup>	9,35 <sup>bc</sup>	1,41 <sup>a</sup>
Kotak Antara	0	6,45 <sup>a</sup>	4,46 <sup>hi</sup>	1,27 <sup>abc</sup>
	4	5,55 <sup>a</sup>	7,97 <sup>d</sup>	1,39 <sup>ab</sup>
	6	6,05 <sup>a</sup>	9,40 <sup>b</sup>	1,37 <sup>ab</sup>

*\*) huruf yang sama dibelakang angka dalam kolom yang sama tidak beda nyata*

Tabel 1 menunjukkan pH yang sama untuk perlakuan pemeraman buah 4 hari pada semua jenis kotak yaitu pH berkisar 5,5 namun berbeda untuk perlakuan tanpa pemeraman buah dan pemeraman buah 6 hari yang relatif lebih tinggi yaitu pH berkisar 6,0. Berdasar pH yang dikehendaki untuk memperoleh citarasa

cokelat yang diinginkan yaitu berkisar 5,5 atau lebih, maka pemeraman buah selama 4 hari dilakukan diberbagai jenis kotak kurang sesuai untuk tujuan tersebut kecuali jenis kotak antara yang memiliki aerasi lebih banyak dibanding 2 jenis kotak yang lain.

Kecenderungan semakin lama pemeraman



buah semakin tinggi kadar airnya, ini terjadi untuk semua jenis kotak. Ditinjau dari kadar air biji kakao kering maksimum 7,5% (SNI 01 - 2323 - 1991), dapat dikatakan perlakuan pemeraman buah selama 4 hari memenuhi standar biji kakao kering, sedang pemeraman buah selama 6 hari kadar air biji kakao kering terlalu tinggi, sebaliknya tanpa pemeraman buah menghasilkan kadar air terlalu rendah.

Secara keseluruhan kombinasi perlakuan pemeraman buah dan jenis kotak fermentasi menghasilkan indeks fermentasi lebih dari 1, hal ini berarti fermentasi telah mencukupi untuk mendegradasi pigmen antosianin. Antosianin yang memberikan warna ungu pada biji kakao yang belum difermentasi, selama fermentasi

antosianin dihidrolisa menjadi sianidin dan gula sehingga warna ungu hilang dan akan muncul warna coklat (Wood,1975). Ditinjau dari perlakuan pemeraman buah, indeks fermentasi cenderung lebih tinggi dibanding tanpa pemeraman, kondisi ini berlaku untuk semua jenis kotak fermentasi.

Hasil rata-rata nilai Uji-Belah biji kakao kering merupakan parameter untuk mengukur tingkat keberhasilan fermentasi dengan cara membelah keping biji sebanyak 300 biji, setiap 100 biji diamati warna secara visual dan diberi nilai berdasar pedoman Nilai Uji-Belah biji kakao. Berikut Tabel 2 hasil penilaian warna Uji belah biji kakao kering:

**Tabel 2.** Rata-rata Nilai Uji Belah biji kakao kering pada perlakuan kotak modifikasi dan lama pemeraman buah kakao.

JENIS KOTAK	LAMA PEMERAMAN BUAH (hari)	RATA-RATA NILAI UJI BELAH (%)					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		Slaty bean	Keping biji berwarna ungu merata	¾ bag. keping biji berwarna ungu	½ bag. keping biji berwarna coklat	¾ bag. keping biji berwarna coklat	Keping biji berwarna coklat merata
Kotak Kecil	0	7	11	31	24	16	11
	4	6	8	28	32	25	1
	6	8	3	13	23	25	28
Kotak Besar	0	13	18	20	20	18	11
	4	9	11	20	30	22	8
	6	5	0	10	15	27	43
Kotak Antara	0	4	4	13	22	32	25
	4	9	8	19	34	24	6
	6	10	0	11	14	23	42

Nilai Uji Belah menunjukkan dengan perlakuan pemeraman buah menaikkan prosentase biji kakao terfermentasi sempurna, hal ini sejalan dengan angka Indeks Fermentasi. Dalam hal ini dipilih pemeraman buah 6 hari untuk semua jenis kotak fermentasi.

## KESIMPULAN

Selama fermentasi suhu pada kotak kecil mencapai 40°C baik tanpa pemeraman buah maupun dengan perlakuan pemeraman buah, namun pH terlalu rendah. Hasil penelitian menunjukkan jenis kotak tidak mempengaruhi pH; kadar air dan Indeks Fermentasi biji kakao kering, sedangkan perlakuan pemeraman buah hanya berpengaruh pada kadar air yang

cenderung lebih tinggi. Hasil penilaian warna Uji-Belah dan Indeks Fermentasi perlakuan pemeraman buah 6 hari menghasilkan biji kakao terfermentasi sempurna, namun kadar air biji yang dihasilkan melebihi standar yang ditentukan. Dengan demikian dapat disimpulkan pemeraman buah selama 4 hari dengan fermentasi pada kotak antara lebih memenuhi kriteria mutu biji kakao kering terfermentasi dibanding perlakuan yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa E.O. 2010. *Chocolate Science and Technology*. Wilay-Blackwell Pubshers. Oxford UK Pp 3-22
- Alamsyah, 1991. Peranan Fermentasi dalam

- Pengolahan Biji Kakao. *Berita Penelitian Perkebunan* 1 (2): 97-103
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2008. *Biji Kakao SNI 2323-2008*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, 2008. *Kualitas Kakao*. Askindo Propinsi Lampung.
- Biehl, B. Meyer, B. Crone, G. And Pollman, L., 1989. Chemical and Physical changes in the Pulp during ripening and Postharvest Storage of Cacao Pods. *J.Sci. Food Agric.* 48: 189-208.
- Biehl, B., Voight J., Heinrichs, H., Senjuk, V., Bytof, G., 1993. pH dependent enzymatic formation of oligopeptides and amino acids, the aroma precursors in raw cocoa beans. In: *Lafforest j. (ed) Xith Intenational Cocoa research conferen. Cocoa Producers' Alliance : Yamassoukro. Ivory Coast*. Pp. 717-722.
- Bytof G., Biehl, B., Heinrichs H. Voight J., 1995. Spesificity and Stability of the Carboxypeptidase activity . In ripe, ungerminated seeds of *Theobroma cacao* L. *Food chemistry* 54. 15-21
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2014-2016*. Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Duncan, R.J.E., Godrey. G., Yap.T.N. Pettiher, G.L, and Tharumarajah, T., 1989. Improvement of Malaysia Cocoa Bean Flavor by Modification of Harvesting, Fermentation and Dryng Methods-The Sime Cadbury Process. *Planter* 69:157
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. Armico, Bandung.
- Hansen, C.E., Olmo, M.D. dan Burri, C., 1998. Enzyme Activities in Cocoa Beans during Fermentation. *J.Sci. Food Agric.* 79. 273-281.
- Lehrian, D.W. and Patterson, G.R., 1983. *Cocoa Fermentation*. In Reed G. (Ed.) *Biotechnology Vol.5*. Verlag Chemie. Weinheim. Deerfield Beach, Florida.
- Lopez A.S. and Dimick, 1991. *Enzymes involved in cocoa curing*. In *Food Enzymology (Vol.1)* ed. Fox P.F. Elsevier Science Publisher Ltd. London. UK. pp 211-236
- Meyer, B. and Biehl, B., 1989. Post Harvest Pod Storage : A Method for pulp preconditioning to impair strong nib acidiflection during cocoa fermentation in Malaysia. *J.Sci Food Agric.* (48) (3): 285-304.
- Ouattara H.G.' Keffi, B.L. Karou G.T. Abdourahamane S., Sebastian L. Niamke. Dopoh J.K 2008. Implication of *Bacillus sp.* In the production of pectinolytic enzymes during cocoa fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24 : 1753-1760.
- Reeves S G, Mc Dowell I, Behn K, Dench J, 1988. Biochemical studies of cocoa bean o-diphenol O<sub>2</sub> oxidoreductase (catechol oxidase). *Food Chem* 29 : 209-219.
- Schwan R.F. and Wheals A.E., 2004. The microbiology of Cocoa fermentation and its role in Chocolate quality. *Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 44. 205-221.
- Voight J., Biehl, B., Heinrichs, H., Kamaruddin S. Gain Marsoner G., Hugi, A., 1994. Invitro formation of cocoa spesific aroma precursors; aroma related peptides generated from Cocoa seed protein by co-operation of an aspartic endoprotease and a carboxypeptidase. *Food Chem.* 49 : 173-180.
- Wahyudi, T. dan Gracia Bailon, 1991. *Assesment Methodology to Predict Quality of Cocoa Beans for Export*. Research Associate Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Wood, G.A.R., and R.A Lass, 1985. *Cocoa*. 4th Edition Longman Scientific and Technical. New York.
- Yusianto dan Teguh-Wahyudi (1991), Pengolahan Kakao Mulia dengan metode Sime-Cadbury. Pengaruh Lama Penyimpanan Buah, Lama Fermentasi dan Sifat Fisiko Kimia Biji. *Pelita Pekebunan* 7 (2): 48-56.