

Proses Fermentasi Kakao Berbasis Kondisi Optimum Depolimerisasi Pektin Pulpa oleh Enzim-enzim Pektolitik Endogen

Fermentation Process of Cocoa Based on Optimum Condition of Pulp Pectin Depolymerization by Endogenous Pectolytic Enzymes

G.P. Ganda-Putra^{1*)}, L.P. Wrsiati¹⁾ dan N.M. Wartini¹⁾

Ringkasan

Peruraian pulpa pada fermentasi kakao dapat dilakukan dengan proses depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik endogen pada kondisi aktivitas optimum. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui pengaruh proses fermentasi berbasis kondisi optimum suhu dan pH depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik poligalakturonase (PG) dan pektin metil esterase (PME) endogen dan waktu fermentasi pada pengolahan kakao terhadap karakteristik mutu biji kakao kering yang dihasilkan dan (2) mengkaji peranan proses fermentasi tersebut untuk mempercepat waktu fermentasi biji kakao dalam menghasilkan biji kakao kering sesuai standar. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi, dengan perlakuan kondisi proses fermentasi kakao sebagai petak utama dan waktu fermentasi sebagai anak petak. Perlakuan kondisi proses fermentasi kakao terdiri dari (1) kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh PG (suhu 47,5°C; pH awal pulpa 4,6), (2) kondisi optimum depolimerisasi pada sekuen kondisi optimum demetilasi pektin pulpa oleh PME, lalu kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh PG (suhu 48,5°C; pH awal pulpa 8,0 selama 1 hari; lalu suhu 47,5°C; pH awal pulpa 4,6 selama 6 hari), dan (3) kondisi proses fermentasi alami sebagai kontrol. Perlakuan waktu fermentasi terdiri dari 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 hari. Evaluasi waktu fermentasi dilakukan berdasarkan kriteria kadar biji tidak terfermentasi dan indeks fermentasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi proses dan waktu fermentasi kakao berpengaruh terhadap karakteristik mutu biji kakao kering yang dihasilkan. Waktu fermentasi pada proses fermentasi kakao berbasis kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik endogen lebih singkat 2 hari dibandingkan dengan kondisi fermentasi alami. Biji kakao kering mutu I dan II masing-masing dapat dihasilkan dengan waktu fermentasi 4 dan 2 hari pada proses fermentasi kakao berbasis kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik endogen dibandingkan 6 dan 4 hari dengan kondisi fermentasi alami.

Summary

Pulp degradation during cocoa fermentation can be carried out by depolymerization process of pulp pectin using endogenous pectolytic enzymes at optimum condition. The objectives of this research were to study the effect of fermentation process based on optimum condition in terms of temperature and pH of pulp pectin depolymerization using endogenous pectolytic enzymes

Naskah diterima (*received*) 1 Desember 2009, disetujui (*accepted*) 14 Mei 2010.

1). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali.

*) Alamat penulis (*Corresponding Author*) : putu_gandaputra@yahoo.com

polygalakturonase (PG) and pectin methyl esterase (PME) and fermentation period in cocoa processing on quality characteristics of cocoa beans produced and to study the role of those fermentation process in reducing fermentation time to produce cocoa beans with standard quality. This research used split plot design, with treatments of process condition of cocoa fermentation as main plot and fermentation period as split plot. Treatment of process condition of cocoa fermentation consisted of optimum condition for pulp pectin depolymerization by PGs (temperature 47.5°C; initial pulp pH 4.6); optimum condition of depolymerization on sequence depolymerization by PGs (temperature 48.5°C; initial pulp pH 8.0 during 1 day; last temperature 47.5°C; initial pulp pH 4.6 during 6 days), and natural fermentation process a control. While treatment of fermentation period consisted of 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 days. Evaluation of fermentation period was carried out based on pursuant to criteria of unfermented beans content and fermentation index. The results showed that process condition and fermentation time of cocoa affected quality characteristic of cocoa beans produced. Period of cocoa fermentation process based on optimum condition for pulp pectin depolymerization using endogenous pectolytic enzymes was 2 days shorter compared to natural fermentation. Cocoa beans quality of grade I and II were obtained from fermentation time of 4 and 2 days, respectively, using fermentation process based on optimum condition of pulp pectin depolymerization using endogenous pectolytic enzymes, whereas 6 and 4 days, respectively, when using natural fermentation.

Key words: cocoa quality, fermentation, depolymerization, pectolytic.

PENDAHULUAN

Pengolahan kakao adalah usaha untuk memproses biji kakao guna menghasilkan biji kakao kering yang memenuhi standar mutu dan dapat memunculkan karakteristik khas kakao, yaitu cita rasa. Tahapan pengolahan yang dianggap paling dominan mempengaruhi mutu hasil biji kakao kering adalah fermentasi (Alamsyah, 1991). Fermentasi biji kakao bertujuan untuk menguraikan pulpa (eksternal) dan menciptakan kondisi untuk terjadinya reaksi kimia dan biokimia dalam keping biji (internal). Pulpa yang telah terurai akan mudah lepas sehingga biji kakao menjadi bersih dan cepat kering. Reaksi kimia dan biokimia yang berlangsung dalam keping biji dimaksudkan untuk pembentukan prekursor cita rasa dan warna coklat. Upaya untuk mengkaji faktor-faktor yang berperan selama fermentasi pada pengolahan kakao telah banyak dilakukan melalui beberapa penelitian, namun belum memberikan hasil optimum khususnya pada aspek penghancuran pulpa.

Selama ini, mekanisme peruraian pulpa biji kakao pada fermentasi secara alami didasarkan atas aktivitas mikroba yang dapat mensekresikan enzim-enzim pektolitik (eksogen). Pendapat ini didukung oleh ditemukannya beberapa strain khamir yang dapat menghasilkan enzim pektolitik, misalnya *Kluyveromyces fragilis* (Schwan, 1998). Enzim tersebut mampu menghidrolisis pektin yang menyebabkan jaringan pulpa terurai, membentuk cairan dan menetes keluar tumpukan biji. Di sisi lain, aktivitas mikroba pada penguraian gula pulpa menyebabkan terbentuknya asam-asam organik yang menyebabkan tingginya tingkat keasaman pada biji kakao kering. Selain itu proses fermentasi alami memerlukan waktu relatif lama, sekitar 5–7 hari yang menyebabkan petani kakao enggan melakukan fermentasi biji selain karena masalah teknis dan ekonomis.

Peruraian pulpa diduga dapat dilakukan dengan proses depolimerisasi pektin pulpa menggunakan enzim-enzim pektolitik endogen. Pulpa biji kakao mengandung pektin sekitar 1–1,5% (Case, 2004), sehingga dimungkinkan adanya enzim pektolitik endogen dalam pulpa biji kakao. Ganda-Putra *et al.* (2007) telah mengisolasi dan mengkarakterisasi secara parsial enzim pektolitik endogen, yaitu pektin metil esterase (PME) dan poligalakturonase (PG). Enzim PME menghidrolisis ikatan metil ester pada substrat pektin (demetilasi) menjadi asam pektat (asam poligalakturonat) dan metanol, sedangkan enzim PG menghidrolisis ikatan glikosidik antar unit-unit asam galakturonat yang berdekatan dengan gugus karboksilat bebas (Fox, 1991). Hal ini menyebabkan substrat pektin mengalami depolimerisasi.

Proses demetilasi pektin pulpa oleh PME optimum pada suhu 48,5°C, pH awal pulpa 8,0 dan waktu inkubasi satu hari, sedangkan depolimerisasi pektin pulpa oleh PG optimum pada suhu 47,5°C dan pH awal pulpa 4,6 (Ganda-Putra *et al.*, 2007). Selain itu depolimerisasi pektin pulpa relatif lebih baik pada sekuen kondisi demetilasi optimum oleh PME kemudian kondisi depolimerisasi optimum oleh PG, dibandingkan dengan kondisi depolimerisasi optimum oleh PG saja.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) mengetahui pengaruh proses fermentasi berbasis kondisi optimum (suhu dan pH) depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik (PG dan PME) endogen dan waktu fermentasi pada pengolahan kakao terhadap karakteristik mutu biji kakao kering yang dihasilkan, (2) mengkaji peranan proses fermentasi tersebut untuk mempercepat waktu fermentasi biji kakao dalam menghasilkan biji kakao kering sesuai standar. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam upaya pengembangan teknologi fermentasi kakao yang lebih efektif dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama penelitian adalah buah kakao lindak yang langsung dipetik dari kebun milik petani kakao di Kabupaten Jembrana, Bali. Buah kakao dipilih dari buah yang sudah masak optimum dengan kriteria ukuran seragam.

Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi dengan perlakuan kondisi proses fermentasi kakao sebagai petak utama dan waktu fermentasi sebagai anak petak. Perlakuan kondisi proses fermentasi kakao terdiri dari (1) kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh poligalakturonase (PG) (suhu 47,5°C; pH awal pulpa 4,6) (kode: PG), (2) kondisi optimum depolimerisasi pada sekuen kondisi optimum demetilasi pektin pulpa oleh pektin metil esterase (PME), lalu kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh PG (suhu 48,5°C; pH awal pulpa 8,0 selama 1 hari; lalu suhu 47,5°C; pH awal pulpa 4,6 selama 6 hari) (kode: MG), dan (3) kondisi proses fermentasi alami sebagai kontrol (kode: Alami). Perlakuan waktu fermentasi terdiri dari 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 hari. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 2 kali, sehingga diperoleh 48 unit percobaan.

Buah kakao yang masak optimum dan seragam dipilih sekitar 200 buah untuk mendapatkan biji kakao sebanyak 20 kg pada masing-masing perlakuan petak utama, dicuci bersih dengan air dan dikeringkan dengan kain. Sebelum dibelah, buah kakao disemprot dengan alkohol 70% untuk sterilisasi permukaan, kemudian

dipecah menggunakan pisau tahan karat dan biji kakao dipisahkan dari kulit dan plasentanya dan ditampung dalam wadah plastik. Pisau dan wadah sebelumnya telah dibersihkan dengan alkohol 70% untuk sterilisasi. Biji kakao yang diperoleh ditambah Na-bisulfit 0,1% (b/b) untuk preservasi, lalu dimasukkan ke dalam wadah kotak plastik berlubang yang steril. Upaya meminimalisasi kontaminasi mikroba pada pulpa biji kakao dilakukan untuk menjamin bahwa aktivitas enzim hanya oleh enzim pektolitik endogen.

Biji kakao selanjutnya difermentasi selama 7 hari dengan kondisi sesuai perlakuan petak utama menggunakan alat oven inkubator untuk perlakuan PG dan MG, sedangkan perlakuan fermentasi alami menggunakan ember plastik. Pengaturan suhu dilakukan dengan mengatur besaran suhu pada alat oven inkubator, sedangkan pengaturan pH awal pulpa pada sampel biji kakao dengan menambahkan NaOH 2N atau HCl 2N. Pada perlakuan fermentasi alami dikerjakan seperti biasa pada suhu ruang dalam wadah ember plastik. Selama fermentasi, biji kakao diaduk dan pengambilan sampel biji kakao dilakukan setiap hari (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 hari) masing-masing sebanyak 2 kg biji kakao. Contoh biji kakao tersebut lalu dicuci dengan air mengalir selama 10 menit, selanjutnya ditiriskan dan dikeringkan dengan menjemur di panas matahari untuk mendapatkan biji kakao kering dengan kadar air kurang dari 7,5%. Pengamatan karakteristik mutu dilakukan pada biji kakao kering yang dihasilkan, untuk selanjutnya dilakukan evaluasi waktu fermentasi.

Pengamatan karakteristik mutu pada contoh biji kakao kering didasarkan atas indikator SNI biji kakao, meliputi kadar air (%), kadar kulit dan keping biji (%), jumlah biji per 100 g, kadar

biji tidak terfermentasi (%), biji/biji), pH keping biji berdasarkan standar metode pengujian SNI 2323-2008, serta indeks fermentasi (λ 460/530 nm) dengan metode Gourieva & Tserevitinov (1979).

Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA petak terbagi dan dilanjutkan dengan uji BNT 5% bila perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Evaluasi waktu fermentasi dilakukan berdasarkan kriteria kadar biji tidak terfermentasi (SNI 2323-2008) dan indeks fermentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Kulit

Penentuan kadar air biji kakao kering dimaksudkan sebagai pengendalian pengeringan dalam rangka menjamin bahwa biji kakao kering yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan karakteristik mutu kadar air, yaitu maksimum 7,5% (SNI 2323-2008). Distribusi kadar air biji kakao kering yang dihasilkan (Gambar 1) menunjukkan bahwa dari beberapa kondisi proses fermentasi (PG, MG dan alami) selama pengolahan kakao, semuanya memenuhi standar mutu.

Kadar keping dan kulit biji kakao kering yang dihasilkan dari beberapa kondisi proses fermentasi selama 7 hari (Tabel 1) menunjukkan bahwa kadar keping biji hasil pengolahan dengan perlakuan fermentasi MG pada semua waktu fermentasi secara nyata tertinggi dibandingkan dengan perlakuan PG maupun alami. Kadar keping biji tertinggi diperoleh pada fermentasi 5 hari (alami) dan 4 hari (PG maupun MG), sedangkan kadar kulit biji hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi alami pada semua waktu fermentasi secara nyata tertinggi dibandingkan dengan kondisi PG maupun

MG. Kadar kulit biji terendah diperoleh pada fermentasi 5 hari (alami) dan 4 hari (PG maupun MG). Rendahnya kadar kulit biji dapat terjadi karena biji kakao kering hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi MG memungkinkan proses depolimerisasi pektin untuk peruraian pulpa berlangsung lebih baik akibat aktivitas PME dan PG, sehingga kadar kulit yang lebih rendah atau kadar keping lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi fermentasi PG maupun alami.

Makin lama waktu fermentasi, sampai dengan 5 hari (alami) dan 4 hari (PG maupun MG), menyebabkan proses peruraian pulpa berlangsung lebih baik sehingga mengurangi kadar kulit. Selama fermentasi, terjadi peruraian senyawa-senyawa yang terdapat dalam keping biji membentuk cairan yang menetes keluar dari keping biji. Sebagian cairan tersebut tertahan dalam kulit biji yang kemudian mengering berwarna coklat kehitaman yang menempel pada bagian dalam kulit biji. Hal ini mengakibatkan berat kulit biji bertambah sehingga kadar kepingnya berkurang. Lopez (1986) mengemukakan bahwa perubahan yang terjadi dalam keping biji berlangsung dalam dua tahap, yaitu tahap hidrolisis anaerobik dan diikuti oleh tahap kondensasi oksidatif. Senyawa-senyawa yang mengalami hidrolisis di antaranya polifenol, protein dan gula, sedangkan senyawa yang mengalami reaksi oksidatif, di antaranya sianidin dan epikatekin, sedangkan senyawa purin akan hilang melalui penetasan.

Kadar keping dan kulit biji dalam standar mutu biji kakao merupakan syarat rekomendasi (SNI 2323-2008). Pabrikasi menghendaki biji kakao kering dengan kadar keping 88% (minimum) atau kadar kulit 12% (maksimum) (Wood, 1983).

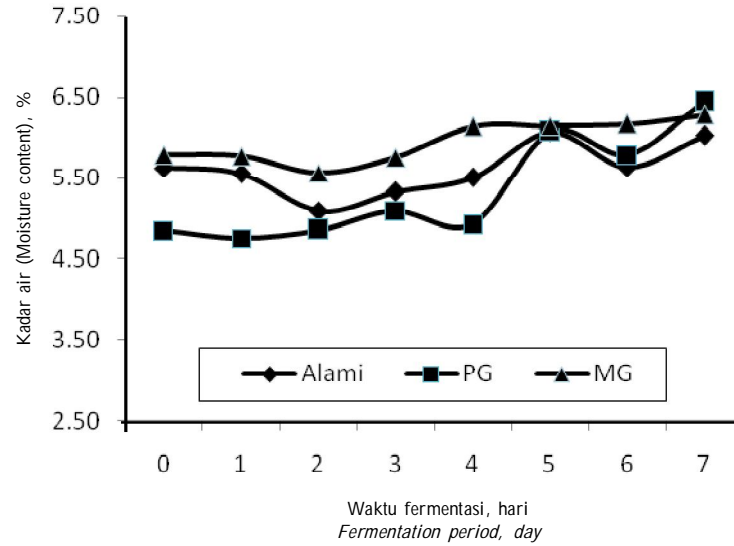
Jumlah Biji per 100 g

Jumlah biji per 100 g biji kakao kering yang dihasilkan dari beberapa kondisi proses fermentasi selama 7 hari (Tabel 1), menunjukkan bahwa pada hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi MG secara nyata lebih banyak dibandingkan dengan kondisi fermentasi PG maupun alami pada semua waktu fermentasi. Waktu fermentasi 7 hari dengan kondisi fermentasi alami, PG maupun MG menghasilkan jumlah biji per 100 g secara nyata lebih banyak dibandingkan dengan waktu fermentasi lebih singkat. Hal itu dapat terjadi karena biji kakao kering hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi MG memiliki kadar kulit yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi fermentasi PG maupun alami, sehingga untuk setiap 100 g jumlah bijinya menjadi lebih banyak. Demikian pula halnya dengan waktu fermentasi lebih lama yang memungkinkan proses penghancuran pulpa berlangsung lebih baik sehingga mengurangi kadar kulit biji.

Jumlah biji per 100 g dalam standar mutu biji kakao merupakan syarat khusus yang disebut juga golongan ukuran berat biji, dengan klasifikasi AA, A, B, C dan S untuk persyaratan jumlah biji maksimum berturut-turut 85, 100, 110, 120 dan > 120 (SNI 2323-2008). Dari hasil penelitian ini diperoleh golongan ukuran berat biji AA (fermentasi alami) dan A (fermentasi PG maupun MG), namun kadar kulit hasil fermentasi alami melebihi yang dikehendaki pabrikan.

Biji Tidak Terfermentasi

Kadar biji tidak terfermentasi pada biji kakao kering yang dihasilkan dari beberapa kondisi proses fermentasi selama 7 hari (Tabel 1), menunjukkan bahwa hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi



Gambar 1. Kadar air biji kakao kering pada beberapa proses fermentasi selama 7 hari.

Figure 1. Moisture content of cocoa beans from several fermentation processes during 7 days.

alami pada semua waktu fermentasi cenderung tertinggi dibandingkan dengan kondisi fermentasi PG maupun MG. Waktu fermentasi 7 hari dengan kondisi fermentasi alami, PG dan MG menghasilkan biji dengan kadar biji tidak terfermentasi cenderung paling rendah dibandingkan dengan waktu fermentasi yang lebih singkat.

Hal tersebut kemungkinan terjadi karena pada pengolahan dengan kondisi fermentasi PG maupun MG berlangsung pada suhu yang lebih tinggi ($47,5^{\circ}\text{C}$) daripada kondisi fermentasi alami (tertinggi 42°C pada hari ke-4), sehingga berpengaruh terhadap proses kematian biji. Di samping kematian biji, tujuan fermentasi juga untuk pembentukan warna coklat yang digunakan sebagai indikator pada penentuan kadar biji tidak terfermentasi. Haryadi & Supriyanto (1991) menguraikan bahwa berdasar daya kecambah, biji kakao akan mati pada suhu 45°C selama 2 jam dan 43°C selama 9

jam. Waktu fermentasi yang lebih lama akan memungkinkan proses pembentukan warna coklat menjadi lebih sempurna sehingga kadar biji tidak terfermentasi lebih rendah. Menurut Sulistyowati & Soenaryo (1984), lama fermentasi bervariasi antara 2–8 hari, tergantung dari jenis kakao dan kebiasaan setempat. Haryadi & Supriyanto (1991) menambahkan bahwa lama fermentasi adalah 2–3 hari untuk kakao jenis *Criollo* (mulia) dan 6–8 hari untuk jenis *Forastero* (lindak).

Kadar biji tidak terfermentasi dalam standar mutu biji kakao merupakan syarat khusus, dengan persyaratan untuk mutu I, II dan III masing-masing maksimum 3%, 8% dan 50% biji/biji (SNI 2323-2008).

Indeks Fermentasi

Hasil biji kakao kering pada beberapa kondisi proses fermentasi selama 7 hari (Tabel 1) menunjukkan bahwa indeks fermentasi hasil pengolahan dengan

Tabel 1. Karakteristik mutu biji kakao kering dari beberapa kondisi proses fermentasi selama fermentasi 7 hari

Table 1. Characteristics of cocoa beans from several fermentation process conditions during 7 days

Waktu fermentasi, hari Fermentation period, day	Kondisi proses fermentasi (Condition of fermentation)											
	Keping biji (%, b/b) Nib content, %					Kulit biji (%, b/b) Shell content, %					Jumlah biji per 100 g No. of beans per 100 g	
	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG
0	85.26	86.02	89.24	14.74	13.98	10.76	77.50	79.50	82.00	79.50	81.00	84.00
1	86.37	88.58	90.95	13.63	11.42	9.05	79.50	81.00	84.00	79.50	81.00	84.00
2	87.52	89.70	91.28	12.48	10.30	8.72	81.00	82.00	85.00	81.00	82.00	85.00
3	88.09	90.37	91.92	11.91	9.63	8.08	82.00	83.50	86.00	82.00	83.50	86.00
4	88.62	91.09	92.20	11.38	8.91	7.79	82.50	85.00	87.00	82.50	85.00	87.00
5	89.11	90.56	91.66	10.89	9.44	8.34	83.00	86.00	88.50	83.00	86.00	88.50
6	88.49	90.27	91.27	11.51	9.73	8.73	84.00	88.00	91.00	84.00	88.00	91.00
7	87.21	89.82	91.24	12.79	10.18	8.76	85.00	89.50	92.50	85.00	89.50	92.50
BNT	5% = 0.5041; 1% = 0.2780					5% = 0.5071; 1% = 0.2929					5% = 2.3092; 1% = 1.0523	

Waktu fermentasi, hari Fermentation periode, day	Kondisi proses fermentasi (Condition of fermentation)											
	Biji tdk terfermentasi (%, b/b) Unfermented bean, %					Indeks fermentasi (abs. 460/530 nm) Fermentation index					pH keping biji Nib pH	
	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG	Alami Natural	PG	MG
0	93.00	85.50	81.67	0.39	0.43	0.45	6.35	6.19	6.06	6.35	6.19	6.06
1	70.00	19.17	15.33	0.51	0.65	0.68	6.34	6.09	6.04	6.34	6.09	6.04
2	33.67	7.33	6.67	0.65	0.82	0.84	6.32	6.03	5.99	6.32	6.03	5.99
3	14.00	4.83	4.67	0.74	0.97	0.98	6.27	5.95	5.96	6.27	5.95	5.96
4	6.67	2.50	2.67	0.88	1.06	1.05	6.15	5.85	5.94	6.15	5.85	5.94
5	4.67	1.17	1.33	0.94	1.22	1.19	5.95	5.79	5.91	5.95	5.79	5.91
6	2.33	0.50	0.50	1.02	1.33	1.29	5.84	5.72	5.90	5.84	5.72	5.90
7	1.33	0.00	0.17	1.12	1.38	1.36	5.64	5.59	5.86	5.64	5.59	5.86
BNT	5% = 6.2438; 1% = 3.9724					5% = 0.0410; 1% = 0.0361					5% = 0.0368 ; 1% = 0.0288	

kondisi fermentasi PG dan MG relatif sama, tetapi secara nyata lebih tinggi dibandingkan kondisi fermentasi alami pada semua waktu fermentasi. Waktu fermentasi 7 hari dengan kondisi fermentasi alami, PG dan MG menghasilkan indeks fermentasi tertinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi yang lebih singkat.

Hal demikian juga berkaitan dengan kematian biji yang lebih cepat terjadi pada pengolahan dengan kondisi fermentasi PG dan MG dibandingkan fermentasi alami. Kematian biji memungkinkan berlangsungnya penguraian senyawa antosianin. Menurut Shamsuddin & Dimick (1986), Effendi & Hardjosuwito (1988), Sulistyowati & Soenaryo (1989), pada saat berlangsungnya destruksi antosianin, terbentuk cairan berwarna coklat (senyawa flavonoid kompleks) di dalam ruang antara kulit dan keping biji. Hal inilah yang digunakan sebagai parameter indeks fermentasi, dengan nilai berupa rasio antara kadar flavonoid kompleks dan kadar antosianin. Waktu fermentasi yang lebih lama akan memungkinkan proses destruksi antosianin dan pembentukan senyawa berwarna coklat menjadi lebih sempurna sehingga nilai indeks fermentasi lebih tinggi. Alamsyah (1991) menjelaskan bahwa biji kakao telah terfermentasi dengan baik bila nilai indeks fermentasi $\geq 1,0$.

pH Keping Biji

Tabel 1 menunjukkan bahwa pH keping biji hasil pengolahan dengan kondisi fermentasi alami secara signifikan cenderung lebih tinggi dibandingkan kondisi fermentasi PG dan MG pada semua waktu fermentasi, kecuali waktu fermentasi 6 dan 7 hari. Waktu fermentasi 7 hari dengan kondisi fermentasi alami, PG dan MG meng-

hasilkan biji dengan pH lebih rendah dibandingkan waktu fermentasi yang lebih singkat.

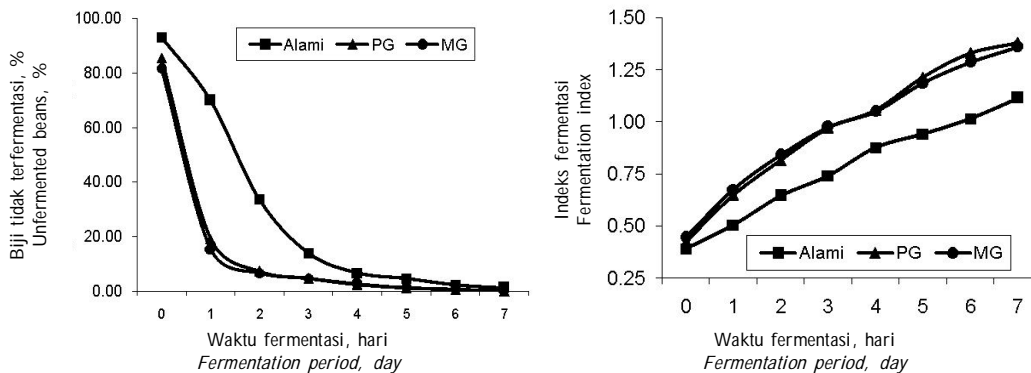
Hal tersebut terjadi karena pengolahan dengan kondisi fermentasi PG dan MG memungkinkan lebih banyak dihasilkan asam-asam organik pada pulpa akibat aktivitas enzim PME maupun enzim PGs, yang kemudian berdifusi ke dalam keping biji sehingga pH lebih rendah terutama pada tahap-tahap awal fermentasi. Menurut Quesnel *cit.* Haryadi & Supriyanto (1991), enzim PME dapat menguraikan pektin menjadi alkohol (metanol) dan asam pektat dan enzim PG menguraikan asam pektat menjadi asam galakturonat (uronida), galaktosa, arabinosa dan asetat. Pada fermentasi alami, pH keping biji dipengaruhi oleh asam laktat dan asetat yang berdifusi ke dalam keping biji. Mabbett (1998) menerangkan bahwa asam asetat yang berdifusi ke dalam keping biji menyebabkan penurunan pH keping biji dari sekitar 6,5 menjadi 5,5. Makin lama fermentasi menyebabkan penurunan pH keping biji diakibatkan oleh makin banyaknya asam-asam organik terdifusi ke dalam keping biji.

pH keping biji dalam standar mutu biji kakao merupakan syarat rekomendasi, tidak ditetapkan persyaratan tertentu tetapi hanya dicantumkan sesuai hasil analisis (SNI 2323-2008). Sulistyowati (1988) mengemukakan bahwa masalah keasaman biji kakao pada umumnya dikaitkan dengan nilai batas pH antara 5,0–5,8. Biji yang tergolong asam mempunyai pH $< 5,0$. Menurut Lopez & Passos (1984), pabrikan di Eropa dan Amerika menghendaki biji kakao kering dengan pH pada kisaran 5,1–5,8. Soetiardjo & Mangoensoekarjo (1980) menambahkan bahwa pH 5,2 paling disukai.

Tabel 2. Waktu fermentasi biji kakao kering yang dihasilkan dari beberapa kondisi proses fermentasi

Table 2. Fermentation period of cocoa beans from several conditions process of fermentation

Kriteria Criteria	Waktu fermentasi, hari Fermentation period, day		
	Alami Natural	PG	MG
Kadar biji tidak terfermentasi (<i>Unfermented beans</i>) :			
a. Mutu (<i>quality</i>) I ($\leq 3\%$ biji/biji, <i>seeds/seeds</i>)	6	4	4
b. Mutu (<i>quality</i>) II ($\leq 8\%$ biji/biji, <i>seeds/seeds</i>)	4	2	2
Indeks fermentasi (≥ 1.00) <i>Fermentation index</i>	6	4	4



Gambar 2. Kecepatan fermentasi berdasarkan biji tar terfermentasi dan indeks fermentasi untuk menghasilkan biji kakao kering standar mutu I pada beberapa kondisi proses fermentasi.

Figure 2. Fermentation rate based on unfermented beans and fermentation index to produce cocoa beans of 1st quality standard from several fermentation process condition.

Waktu Fermentasi

Evaluasi waktu fermentasi pada pengolahan kakao dari beberapa kondisi proses fermentasi dapat dilakukan berdasarkan kriteria kadar biji tidak terfermentasi (SNI 2323-2008) dan nilai indeks fermentasi (Alamsyah, 1991). Hal ini terkait dengan indikator kesempurnaan fermentasi biji kakao yang didasarkan atas perubahan zat warna ungu. Haryadi & Supriyanto (1991) mengemukakan bahwa lama fermentasi berkaitan dengan zat warna ungu yang terkandung dalam biji kakao segar.

Hasil evaluasi waktu fermentasi terhadap biji kakao kering hasil pengolahan

dengan proses fermentasi berbasis kondisi optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik endogen (PG dan MG) dan fermentasi alami tercantum pada Tabel 2. Hasil biji kakao kering dengan standar mutu I memerlukan waktu fermentasi 4 hari pada pengolahan dengan kondisi fermentasi PG maupun MG dan 6 hari dengan kondisi fermentasi alami, sedangkan mutu II memerlukan waktu fermentasi 2 hari dengan kondisi fermentasi PG maupun MG dan 4 hari dengan kondisi fermentasi alami.

Lebih lanjut dapat ditunjukkan perbedaan kecepatan waktu fermentasi pada pengolahan dengan kondisi fermentasi alami, PG maupun MG untuk menghasilkan

biji kakao kering standar mutu I seperti disajikan pada Gambar 2. Tampak bahwa kecepatan waktu fermentasi untuk menghasilkan biji kakao kering standar mutu I (biji tidak terfermentasi $\leq 3\%$ dan indeks fermentasi $\geq 1,00$) pada pengolahan dengan kondisi fermentasi PG maupun MG, lebih singkat 2 hari dibandingkan dengan kondisi fermentasi alami.

Hasil penelitian ini kiranya dapat digunakan sebagai acuan dalam upaya pengembangan teknologi fermentasi pada pengolahan kakao yang lebih efisien, sehingga nantinya akan dapat memberikan kontribusi positif dalam usaha pengembangan perkebunan di Indonesia. Namun demikian, perlu dilakukan pengkajian mengenai kelayakan teknis dan ekonomis terlebih dahulu sebelum aplikasi hasil penelitian ini, sebagai kondisi proses fermentasi pada pengolahan kakao.

KESIMPULAN

1. Kondisi proses dan waktu fermentasi pada pengolahan kakao berpengaruh terhadap karakteristik mutu (kadar air, kadar kulit dan keping biji, jumlah biji per 100 g, kadar biji tidak terfermentasi, indeks fermentasi dan pH keping biji) biji kakao kering yang dihasilkan.
2. Waktu fermentasi pada proses fermentasi berbasis kondisi (suhu dan pH) optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh enzim-enzim pektolitik (PG dan PME) endogen, lebih singkat 2 hari dibandingkan dengan kondisi fermentasi alami.
3. Biji kakao kering kualitas I dan II masing-masing dapat dihasilkan dengan waktu fermentasi 4 dan 2 hari pada proses fermentasi berbasis kondisi (suhu dan pH) optimum depolimerisasi pektin pulpa oleh

enzim-enzim pektolitik (PG dan PME) endogen, serta 6 dan 4 hari dengan kondisi fermentasi alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil penelitian ini merupakan bagian dari hasil Penelitian Hibah Bersaing (Tahap III/2009), untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada DP2M Ditjen Dikti, Depdiknas RI yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, T.S. (1991). Peranan fermentasi dalam pengolahan biji kakao kering. Suatu tinjauan. *Berita Perkebunan*, **1**, 97–103.
- Case, C.L. (2004). *The Microbiology of Chocolate*.
- Effendi, S. & B. Hardjosuwito (1988). Penetapan derajat fermentasi dan uji organolektik. *Menara Perkebunan*, **56**, 76–79.
- Fox, P. F. (1991). *Food Enzimology*. Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London.
- Ganda-Putra, G.P.; L.P. Wrsiati & N.M. Wartini (2007). Kajian depolimerisasi pulp biji kakao oleh enzim-enzim pektolitik endojinus sebagai dasar pengembangan proses fermentasi pada pengolahan kakao: (I) Isolasi, karakterisasi dan optimasi enzim-enzim pektolitik endojinus pulp biji kakao. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahap I/2007*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
- Ganda-Putra, G.P.; L.P. Wrsiati & N.M. Wartini (2008). Kajian depolimerisasi pulp biji kakao oleh enzim-enzim pektolitik endojinus sebagai dasar pengembangan proses fermentasi pada pengolahan kakao: (II) Depolimerisasi pulp biji kakao oleh enzim-enzim

- pektolitik endojinus. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahap II/2008*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
- Gourieva, K.B & O.B. Tserevitinov (1979). Method of evaluating the degree of fermentation of cocoa bean. USSR Patent No.: 646254.
- Haryadi & M. Supriyanto (1991). *Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lopez, A.S. (1986). Chemical change occurring during the processing of cacao. *Proceeding of The Cacao Biotechnology Symposium*. Dept. Of Food Science College of Agriculture, The Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA.
- Lopez, A.S. & F.M.L. Passos (1984). Factor influencing cacao bean acidity; Fermentation, drying and the microflora. *9th Int. Cacao Res. Conf., Togo*, 701–704.
- Mabbett, T. (1998). Mighty microbes. *Coffee and Cocoa International*, 25, 40–49.
- Schwan, R.F. (1998). Cocoa fermentations conducted with a defined microbial cocktail inoculum. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 1477–1483.
- Shamsuddin, S.B. & P.S. Dimick (1986). Qualitative and quantitative measurements of cocoa beans fermentation. *Proceeding of The Cacao Biotechnology Symposium*. Dept. of Food Science College of Agriculture, The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Soetiardjo & S. Mangoensoekarjo (1980). Pengaruh fermentasi dan pengeringan terhadap kualitas biji cokelat bulk. *Kumpulan Makalah Konferensi Cokelat Nasional II, Medan*, 1–9.
- Sulistyowati (1988). Keasaman biji kakao dan masalahnya. *Pelita Perkebunan*, 3, 151–158.
- Sulistyowati & Soenaryo (1989). Optimasi lama fermentasi dan perendaman biji kakao mulia. *Pelita Perkebunan*, 5, 37–45.
- SNI 2323-2008 (2008). *Standar Nasional Indonesia Biji Kakao*. Dewan Standardisasi Nasional-DSN, Jakarta.
- Wood, G.A.R. (1983). The quality of Indonesian bulk cocoa in relation to manufacturers quality requirements. *Kumpulan Makalah Konperensi Cokelat Nasional II, Medan*, 43–50.
