

BEBERAPA KOMPONEN FISIKOKIMIA KAKAO FERMENTASI DAN NON FERMENTASI

SOME PHYSICOCHEMICAL COCOA FERMENTATION AND NON FERMENTATION

Elsera Br Tarigan^a, Tajul Iflah^a

^aBalai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar; Jl. Raya Pakuwon-Parungkuda Km. 2. Sukabumi, 43357

Korespondensi : elseraborutarigan@gmail.com

ABSTRACT

Cocoa beans is one state crop that generate foreign exchange, because Indonesia is the worlds third largest producer. Indonesia cocoa beans have a lower quality, because skip fermentation process. Fermentation is a chemical change in organic matter resulting from microbial enzymes. The important microbes when fermented cocoa beans such as *Bacillus* bacteria and filamentous fungi will decompose the pulp to get a good cocoa flavor. The fermentation process can be performed by a variety of methods, such as make a heap or container box. Ordinary fermentation process takes about 5-6 days. Physical quality of fermented cocoa beans are already regulated in ISO 2323-2008. Several studies have been studies the quality distinction between fermented and not fermented in color, aroma and texture of the beans split. Butter in cocoa fermentation is higher and more acidic than not fermented. Volatile compounds of cocoa consists of aldehydes, ketones, esters, alcohols, acids, pyrazine and other compounds. Aldehyde such as 2-methylbutanal give flavor of chocolate which increased during fermentation. The mean content of volatile compounds that give aroma favored increasing time increased during fermentation.

Keywords: cocoa beans, fermentation, physicochemical, volatile compounds

ABSTRAK

Kakao salah satu tanaman perkebunan penghasil devisa negara, karena Indonesia merupakan produsen terbesar ketiga dunia. Kakao Indonesia umumnya memiliki mutu lebih rendah, salah satunya disebabkan oleh tidak dilakukannya proses fermentasi. Fermentasi merupakan perubahan kimia pada zat organik yang timbul akibat enzim mikroba. Mikroba jenis *Bacillus* dan jamur *filamentous* akan menguraikan pulpa sehingga terbentuk aroma coklat. Proses fermentasi dapat dilakukan dengan beragam metode, seperti ditumpuk atau menggunakan wadah kotak. Rata-rata proses fermentasi membutuhkan waktu sekitar 5-6 hari. Mutu fisik biji kakao fermentasi sudah diatur dalam SNI 2323-2008. Beberapa penelitian yang terkait perbedaan mutu fisik biji kakao hasil fermentasi dan tidak fermentasi terlihat jelas pada warna, aroma dan tekstur biji pada saat dilakukan uji belah. Selain itu, kandungan lemak dan nilai pH pada biji kakao hasil fermentasi lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanpa fermentasi. Senyawa volatil yang lazim ditemukan pada kakao merupakan golongan aldehid, keton, ester, alkohol, asam, pirazin dan senyawa lainnya. Senyawa golongan aldehid yang memberikan flavor coklat seperti 2-methylbutanal meningkat selama fermentasi. Rerata kandungan senyawa volatil yang memberikan aroma yang disukai meningkat selama bertambahnya waktu fermentasi.

Kata kunci: biji kakao, fermentasi, fisikokimia, senyawa volatil

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memegang peranan penting dalam mendukung kegiatan ekonomi nasional antara lain sebagai sumber devisa negara dan penyediaan lapangan kerja (Mulato, Suharyanto, Firmanto, 2012) dengan jumlah petani kakao Indonesia sebanyak 1.662.272 kepala keluarga (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Peningkatan produksi kakao dari tahun 2002 sampai dengan 2011 mencapai 3,30% setiap tahunnya kecuali pada tahun 2006/2007. Rata-rata tahun 2010-2012, produksi kakao dunia berkisar 4,3 juta ton sedangkan Indonesia sendiri menyumbang berkisar 445 ribu ton (15% dari total kakao di dunia). Jumlah kakao yang diekspor pada tahun 2010/2011 adalah 419,50 ribu ton, dan hanya berkisar 22,9 ribu ton buah kakao yang dikonsumsi dalam negeri (ICCO, 2012). Terdapat tiga varietas kakao yang umum dijumpai yaitu Forastero, Criollo dan Trinitario. Forestero merupakan yang paling banyak ditanam, yaitu 95% dari total produksi di dunia. Sedangkan jenis Criollo merupakan kakao yang memiliki mutu yang lebih unggul daripada yang lain, karena dari segi citarasa yang sangat baik.

Peningkatan produksi kakao Indonesia ternyata tidak beriringan dengan peningkatan mutu. Harga pasaran kakao Indonesia di pasaran Internasional dibawah rata-rata dan dinilai berada di tingkat 3 dan 4. Padahal kakao Indonesia memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh produksi kakao negara lain yaitu memiliki titik leleh yang tinggi (Hatmi dan Rustijarno, 2012). Rendahnya mutu kakao disebabkan sebagian besar atau sekitar 85% kakao produksi nasional tidak difermentasi (Davit *et al.* 2013 *dalam* Suryani, 2007).

Standar persyaratan mutu biji kakao Indonesia diatur dalam SNI 2323-2008 dengan menitikberatkan pada mutu fisik,

kimia dan mikroba. Persyaratan tentang mutu citarasa dan penampilan fisik belum diuraikan secara jelas dalam acuan tersebut. Padahal mutu produk akhir kakao sangat ditentukan oleh citarasa dan penampilan fisik yang dihasilkan. Citarasa dan penampilan yang baik sangat ditentukan oleh tahapan fermentasi.

FERMENTASI

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang artinya merebus, istilah ini sering digunakan oleh ahli mikrobiologi dalam memproduksi suatu produk melalui pengembangbiakan mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Mikroorganisme ini berperan merubah padatan dan cairan menjadi beberapa macam produk. Substrat yang digunakan bisa bermacam-macam yang mampu mendukung pertumbuhan mikroorganisme (Chisti, 1999). Proses fermentasi menjadi penting karena bisa mempertahankan mutu makanan ataupun minuman dibawah kondisi ambient.

Fermentasi awalnya dilakukan untuk mengawetkan makanan, tetapi saat ini pengawet bahan makanan sudah berkembang sehingga fungsi fermentasi berubah kearah menjadi peningkatan citarasa, aroma, dan tekstur yang spesifik dari suatu bahan makanan ataupun minuman seiring dengan berkembangnya atribut sensorik ditengah-tengah masyarakat (Sahlin, 1999). Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH, lingkungan dan komposisi media, kelarutan dalam O₂, kelarutan dalam CO₂, sistem operasi (seperti *batch*, *fed-batch*, dan sebagainya), pemberian makanan dengan prekursor, pencampuran dan proses pengadukan selama fermentasi (Chisti, 1999).

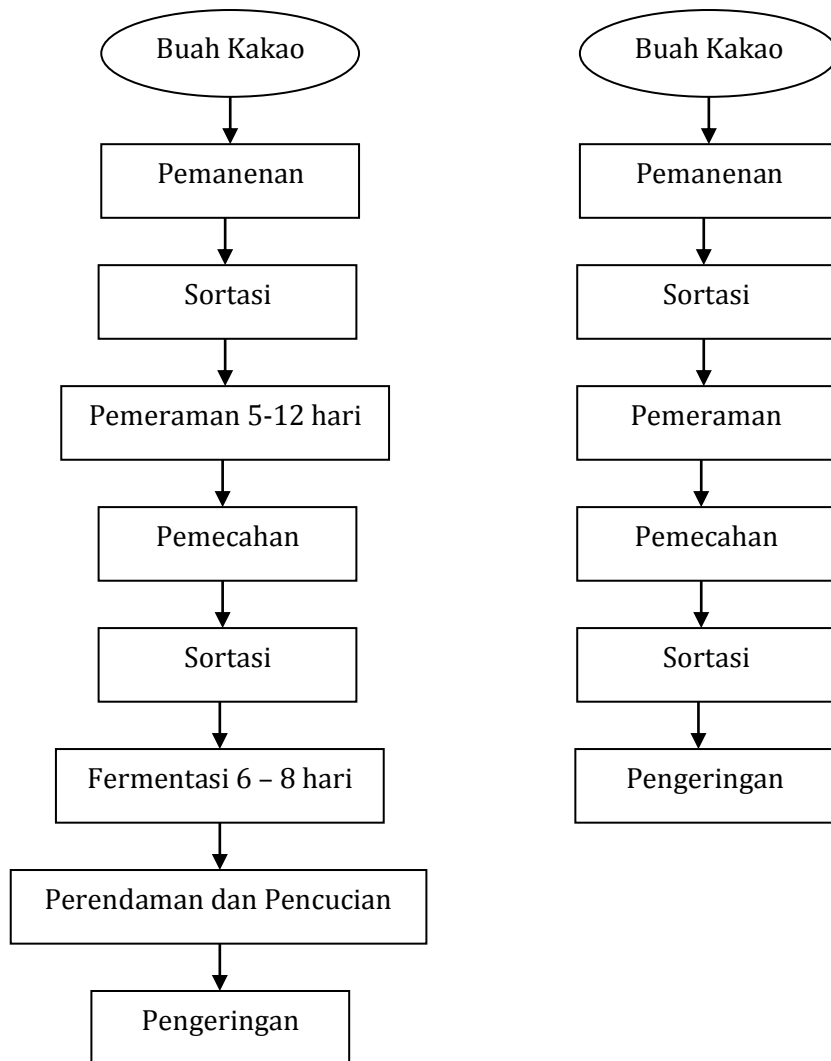
FERMENTASI KAKAO

Citarasa produk kakao yang baik akan dihasilkan jika proses fermentasinya

sempurna. Selama proses fermentasi, pulpa di sekeliling biji kakao akan hilang dan terbentuk prekursor flavor coklat. Saat buah kakao dipecah, pulpa akan terkontaminasi dengan mikroba, sehingga proses fermentasi pulpa terjadi dengan memanfaatkan gula yang terkandung sebagai substrat metabolisme (Widyotomo, 2008; Kresnowati *et al.* 2013). Jenis mikroorganisme yang berkembang pada saat fermentasi sangatlah banyak tetapi yang berperan adalah ragi, bakteri asam laktat, bakteri asam asetat (Ardhana dan Fleet. 2003; Schwan dan Wheals. 2004; Camu *et al.*

2007), bakteri jenis *Bacillus* dan jamur *filamentous*.

Berbeda dengan kakao yang tidak difermentasi umumnya langsung mengalami proses pengeringan dan citarasa yang dihasilkan kurang baik. Sebagian besar petani kakao Indonesia biasanya melakukan pemanenan tanpa fermentasi. Umumnya buah kakao dipanen, dihilangkan pulpanya, dijemur, selanjutnya dijual. Sedangkan standar operasional pemanenan kakao yang baik dan benar cenderung lebih panjang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Proses Pascapanen Kakao Fermentasi (kiri) dan Non Fermentasi (kanan) (Sumber: Karmawati *et al.*, 2010)

Tidak hanya berperan dalam memberikan efek citarasa, fermentasi juga berperan dalam memberikan warna yang lebih baik. Fermentasi dapat dilakukan dengan beragam metode, yaitu dengan cara menumpuk biji dan menyimpan dalam kotak, keranjang ataupun dalam suatu tampan. Di beberapa negara Hindia Barat, Amerika Latin dan Malaysia melakukan fermentasi kakao di dalam kotak (Gambar 2). Kotak yang digunakan berasal dari kayu yang dilubangi untuk aerasi. Proses fermentasi berlangsung selama 6-8 hari dan diaduk setiap dua hari sekali (Anonim, 2015).



Gambar 2. Proses fermentasi menggunakan kotak bertingkat

Hal yang sama juga telah dilakukan di Papua New Guinea (Laup, 2004). Sedangkan negara Ghana sebagai penghasil kakao terbesar ke-2 dunia setelah Pantai Gading melakukan proses fermentasi dengan cara menumpuk biji kakao sekitar 50 kg kemudian ditutup dengan daun pisang (Gambar 3). Proses fermentasi di Ghana dilakukan selama enam hari, dan diaduk setiap dua hari sekali (Emmanuel *et al.* 2012). Berdasarkan penelitian Guehi (2010), metode fermentasi terbaik adalah dengan menumpuk biji kakao, karena akan menghasilkan mutu kakao lebih baik dan seragam. Sedangkan metode fermentasi dengan menggunakan kotak akan sangat berpengaruh terhadap nilai pH, tannin, gula dan juga timbulnya warna ungu pada biji.

Kendala proses fermentasi di Indonesia terletak pada jumlah produksi biji kakao segar dimana pengusaha kakao didominasi oleh perkebunan rakyat sehingga tidak bisa memenuhi persyaratan minimal volume untuk fermentasi biji kakao sebanyak 40 kg adalah tidak luasnya pertanaman kakao yang dimiliki oleh petani. Walaupun areal pertanaman kakao Indonesia tinggi, tetapi sekitar 80% areal merupakan pertanaman kakao rakyat. Hasil panen masing-masing petani sangat sedikit sehingga tidak cukup untuk melakukan fermentasi yang biasanya membutuhkan sekitar 40 kg biji kakao segar. Mengingat hasil panen yang sedikit dan harga yang tidak terlalu kompetitif antara kakao fermentasi dan tidak fermentasi membuat para petani enggan melakukannya.



Gambar 3. Proses fermentasi dengan menumpuk biji (Anonim, akses 2017)

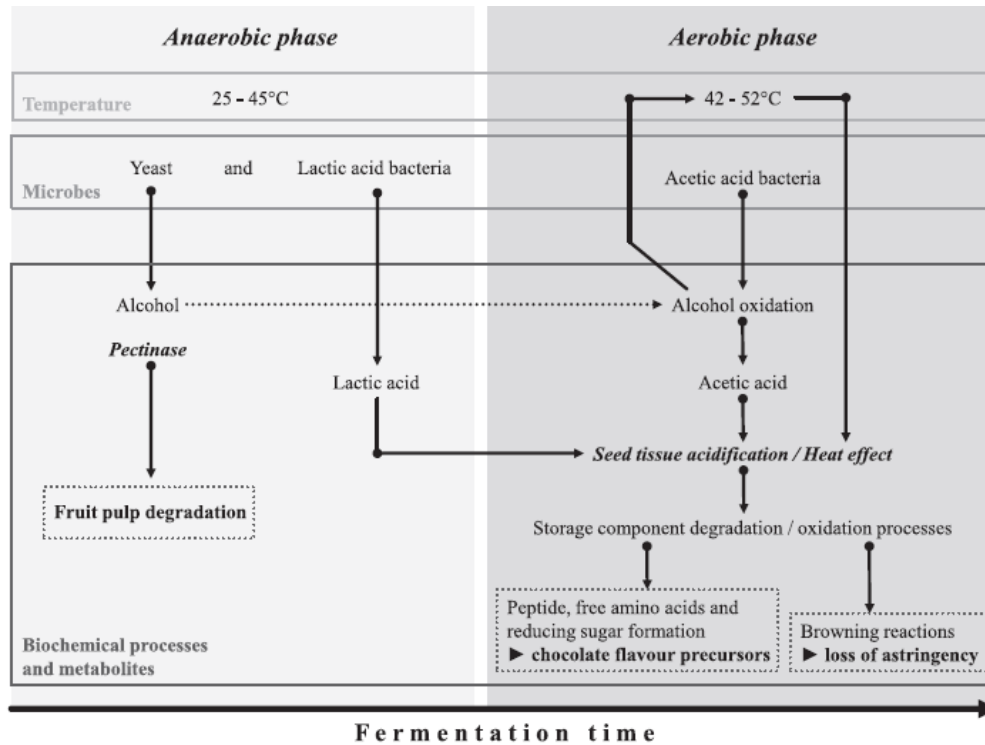
MEKANISME REAKSI PROSES FERMENTASI

Fermentasi kakao bermanfaat untuk menghancurkan lapisan pulpa dan menonaktifkan kotiledon. Reaksi biokimia dalam biji akan otomatis berubah, sehingga rasa pahit dan sepat pada kakao akan berkurang. Terdapat dua fase pada proses fermentasi biji kakao yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Fase pertama fermentasi dalam kondisi anaerob diawali dengan tumbuhnya mikroorganisme yaitu ragi. Ragi selanjutnya tumbuh di sekeliling

pulpa biji kakao. Ragi bermanfaat untuk membuat suasana lingkungan menjadi asam, memperbanyak fermentasi karbohidrat, dan menurunkan kandungan oksigen. Metabolisme ragi pada saat

fermentasi sangat cepat yang menyebabkan konsumsi gula sederhana sehingga dihasilkan etanol dan karbondioksida.



Gambar 4. Perkembangan mikroba dan proses biokimia selama proses fermentasi Sumber: Kadow *et al.* (2015)

Fermentasi alkohol diawal merupakan reaksi yang cukup eksotermis dengan energi 93.3 kJ dengan peningkatan suhu hingga mencapai 25-45°C. Pada hari ke dua, pulpa sudah mulai terurai akibat ragi pektinolitik. Fase kedua berada dalam kondisi aerob dimana bakteri asam asetat aktif mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat, sehingga menghentikan aktivitas bakteri asam laktat. Empat hari fermentasi suhu tumpukan biji kakao mencapai 42-52°C. Terbentuknya asam asetat dan temperatur yang tinggi pada hari kedua akan mengakibatkan kematian biji sehingga dinding sel terbuka. Perubahan kimia yang kompleks terjadi di dalam biji, seperti aktivitas enzim, oksidasi dan pemecahan protein menjadi asam amino. Hasil degradasi merupakan peptide, asam

amino bebas dan gula reduksi yang merupakan senyawa prekursor dari citarasa dan warna coklat. Reaksi kimia ini menyebabkan timbulnya aroma dan warna coklat (ICCO, 1998; Jespersen, 2005; Kadow *et al.* 2015) . Biji kakao jenis Criollo umumnya membutuhkan waktu fermentasi yang lebih rendah yaitu 2-3 hari dibandingkan Forastero yang membutuhkan waktu 5-8 hari.

MUTU KAKAO FERMENTASI DAN NON FERMENTASI

a. Mutu fisik biji kakao fermentasi dan non fermentasi

Mutu fisik biji kakao kering sangat berpengaruh terhadap mutu produk. Mutu fisik biji kakao fermentasi telah diatur dalam SNI 2323-2008 yang dibagi menjadi

mutu umum dan khusus, seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Davit *et al.*, (2013) telah melakukan penelitian terkait fermentasi biji kakao dan biji kakao non fermentasi di Tabanan, Bali yang hasilnya seperti tersaji pada Tabel 3. Perbedaan mendasar antara biji kakao fermentasi dan non fermentasi

terletak pada warna, aroma dan tekstur biji pada saat uji belah. Indikator biji kakao terfermentasi dengan sempurna adalah warnanya yang cokelat kehitam-hitaman (Emanuel *et al.* 2012). Sedangkan biji kakao yang tidak fermentasi berwarna abu-abu pekat, dengan rasa yang lebih sepat (Caligani *et al.* 2010).

Tabel 1. Persyaratan umum biji kakao fermentasi (SNI 01-2323-2008)

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Serangga hidup	-	Tidak ada
Kadar air	% fraksi massa	Maks.7,5
Biji berbau asap dan atau <i>hammy</i> dan atau berbau asing	-	Tidak ada
Kadar benda asing	-	Tidak ada

Tabel 2. Persyaratan mutu khusus kakao fermentasi (SNI 01-2323-2008)

Jenis mutu		Persyaratan (%)				
Kakao Mulia (<i>Fine Cocoa</i>)	Kakao Lindak (<i>Bulk Cocoa</i>)	Kadar biji berjamur (biji/biji)	Kadar biji <i>slaty</i> (biji/biji)	Kadar biji berserangga (biji/biji)	Kadar kotoran (biji/biji)	Kadar biji berkecambah (biji/biji)
I – F	I – B	Maks. 2	Maks. 3	Maks. 1	Maks. 1,5	Maks. 2
II – F	II – B	Maks. 4	Maks. 8	Maks. 2	Maks. 2,0	Maks. 3
III – F	III – B	Maks. 4	Maks. 20	Maks. 2	Maks. 3,0	Maks. 3

b. Mutu Kimia Kakao Fermentasi dan Non Fermentasi

Waktu yang dibutuhkan untuk berlangsungnya fermentasi berkaitan dengan pH dan temperatur selama fermentasi. Perbedaan komponen kimia biji kakao, pasta dan bubuk fermentasi dan non fermentasi ditampilkan dengan Tabel 4. Biji kakao, pasta dan bubuk kakao yang telah mengalami fermentasi memiliki kandungan lemak kakao yang lebih tinggi daripada kakao non fermentasi. Kandungan lemak paling tinggi diperoleh setelah biji kakao dikempa menjadi pasta. Kandungan lemak dari biji kakao hasil fermentasi lebih tinggi dipengaruhi oleh proses fermentasi yang dapat menurunkan kadar bahan lainnya selain kadar lemak, sehingga berat lemak secara relatif akan meningkat. Lemak kakao memiliki sifat fisik dan kimia yang spesifik,

sehingga sangat dibutuhkan dalam industri pengolahan makanan, kosmetik dan farmasi. Pada produk cokelat, lemak berperan dalam memberikan citarasa, tekstur, viskositas dan performa *glossy* (Liendo *et al.* 1997).

Kandungan protein pada pasta kakao selama fermentasi juga berkurang sebanyak 8%. Tidak hanya pada pasta kakao, penurunan protein selama fermentasi juga terjadi dalam bentuk biji kakao. Penurunan kandungan protein disebabkan oleh terjadinya reaksi Maillard, yang merupakan reaksi antara asam amino (protein) dengan gula pereduksi (Jumnongpon *et al.* 2012). Hasil reaksi Maillard tidak hanya menimbulkan warna dan citarasa tetapi juga tekstur produk melalui timbulnya ikatan silang protein (Gerrard, 2002).

Begitu juga dengan pH, pH bubuk kakao fermentasi lebih rendah dibandingkan dengan bubuk kakao non fermentasi. Hal ini disebabkan selama fermentasi diproduksi asam seperti asam sitrat. Kondisi asam ini sangat baik untuk aktivitas protease endogenus untuk mengurai protein sehingga diperoleh prekursor cokelat. pH internal biji kakao sebelum fermentasi sekitar 7 (Hensen 1998 dalam Thuy-Ho *et al.* 2014).

Tabel 3. Mutu fisik kakao fermentasi dan non fermentasi

Parameter	Fermentasi	Non Fermentasi
Jumlah Biji Kakao Fermentasi/100g (butir)	120	118
Warna	Coklat kehitam-hitaman	Coklat Terang
Jamur (%)	Maks. 5	Maks. 5
Aroma	Khas Coklat	Tidak ada aroma khas coklat
Waste (%)	Maks. 2	Maks. 2
Kadar Biji Slaty (%)	Maks. 3-5	Tidak ada
Tekstur kakao dibelah	Berongga	Padat
Kadar air (%)	7	7.5
Harga Jual/kg (Rp.)	19.500	17.000

Sumber: Davit *et al.*, (2010)

Tabel 4. Mutu kimia biji dan produk primer kakao fermentasi dan non fermentasi

Parameter	Biji Kakao		Pasta Kakao		Bubuk Kakao	
	F	NF	F	NF	F	NF
Lemak (%)	51.28	42.43	57.87	52.77	37.87	27.95
Kadar Air (%)	---	---	1.57	1.35	4.38	7.94
Protein (%)	---	---	7.52	16.42	16.62	19.57
Karbohidrat (%)	---	---	29.82	26.06	36.62	40.27
pH	5.15	6.35	---	---	5.35	6.30
Abu (%)	---	---	3.22	3.40	4.60	4.23
Total Asam (%)	1.98	0.94	---	---	---	---
Kandungan gula reduksi (%)	0.84	0.55	---	---	---	---

Keterangan: F = Fermentasi; NF = Non-Fermentasi

Sumber: Towaha *et al.*, (2012)

SENYAWA VOLATIL PADA KAKAO FERMENTASI

Senyawa volatil yang menyebabkan aroma pada cokelat terjadi karena reaksi Maillard dan degradasi Stecker (Afokwa *et al.* 2008). Komponen flavor cokelat sekitar 600 senyawa volatil dengan susunan sangat kompleks (Ziegleder, 2009). Secara garis

besar, komponen volatil tersebut merupakan golongan aldehid, keton, ester, alkohol, asam, pirazin, quinoxalines, furans, pyrones, lakton, pirol, dan diketopirazin. Perbedaan jenis kakao bisa menghasilkan perbedaan komponen flavor (Aprotosoie *et al.* 2015).

Tabel 5. Komponen volatil dan aroma biji kakao fermentasi

Compound	Odor quality	Sensory perception	Reference
Alcohols and phenols			
1-Propanol	Sweet, candy	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Methyl-1-butanol	Fruity, grape	Fruity	Ramos and others (2014)
2,3-Butanediol	Natural odor of cocoa butter	Sweet chocolate	Ramos and others (2014)
2-Pentanol	Green, mild green	Vegetal	Rodriguez-Campos and others (2011)
1-Hexanol	Fruity, green	Fruity, herbal	Bonvechi (2005)
2-Hexanol	Fruity, green	Fruity, herbal	Bonvechi (2005)
<i>Trans</i> -3-hexen-1-ol	Grassy, green	Vegetal	Ramos and others (2014)
2-Heptanol	Citrusy	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
1-Phenylethanol	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Phenylethanol	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Benzyl alcohol	Sweet, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Aldehydes and ketones			
2-Phenyl acetaldehyde	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2011)
2-Methylpropanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2011)
2-Phenylpropanal	Floral	Floral	Bonvechi (2005)
2-Methylbutanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
3-Methylbutanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Phenyl-2-butenal	Sweet	Sweet chocolate	056 Rodriguez-Campos and others (2012)
4-Methyl-2-phenyl-2-pentenal	Cocoa	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
n-Hexanal	Green	Herbal	Afoakwa (2012)
5-Methyl-2-phenyl-2-hexenal	Cocoa	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Nonenal	Green	Herbal	Afoakwa (2012)
Vanillin	Chocolate, sweet, vanilla	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Pentanone	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2011)

2-Heptanone	Fruity, floral	Fruity, floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Acetophenone	Floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Hydroxy acetophenone	Heavy floral, herbaceous	Floral, herbal	Bonvechi (2005)
4-Methyl acetophenone	Fruity, floral	Fruity, floral	Bonvechi (2005)
Acids			
2-Methylpropionic acid	Floral	Floral	Krings and others (2006)
3-Phenylpropionic acid	Sweet, rose	Floral	Bonvechi (2005)
Cinnamic acid	Honey, floral	Floral	Bonvechi (2005)
Esters			
Ethyl acetate	Pineapple	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Isobutyl acetate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Isoamyl acetate	Fruity, banana	Fruity	Ramos and others (2014)
Benzyl acetate	Floral, jasmine	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Methylphenyl acetate	Sweet, honey, jasmine	Floral	Bonvechi (2005)
Ethylphenyl acetate	Fruity, sweet	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Phenylethyl acetate	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl butyrate	Pineapple	Fruity	Ramos and others (2014)
Ethyl lactate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Diethyl succinate	Pleasant aroma	Floral	Ramos and others (2014)
Ethyl 2-methylbutanoate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl 3-methylbutanoate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl valerate	Fruity, apple	Fruity	Bonvechi (2005)
Ethyl hexanoate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl octanoate	Fruity, floral	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl decanoate	Pear, grape	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl laurate	Fruity, floral	Fruity, floral	Bonvechi (2005)
Isoamyl benzoate	Balsam, sweet	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Methyl salicylate	Bitter-almond	Nutty	Bonvechi (2005)
Methyl cinnamate	Balsamic, strawberry	Fruity	Bonvechi (2005)

Ethyl cinnamate	Sweet, cinnamon-like	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
Amines, amides, nitriles, purines			
Benzonitrile	Almond	Nutty	Bonvechi (2005)
N-(2-phenethyl) formamide	Essences	Floral	Bonvechi (2005)
Lactones			
δ -Octenolactone	Coconut	Nutty	Afoakwa (2012)
γ -Decalactone	Peach	Fruity	Afoakwa (2012)
Terpenoids			
Geraniol	Floral, rose, fruity	Floral, fruity	Bonvechi (2005)
Geranyl acetate	Rose, lavender	Floral	Bonvechi (2005)
α -Terpenyl formate	Herbaceous, citrus	Herbal, fruity	Bonvechi (2005)
Linalool (cis-pyranoid)	Floral, green	Floral, herbal	Bonvechi (2005)
Linalool (trans-pyranoid)	Floral	Floral	Bonvechi (2005)
Linalool oxide (cis-furanoid)	Nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
Linalool oxide (trans-furanoid)	Floral, citrus	Fruity, floral	Bonvechi (2005)
Furans, furanones, pyrans, pyrones			
2-Furfural	Almond	Nutty	Bonvechi (2005)
5-Methyl-2-furfural	Sweet, caramel	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Furfuryl acetate	Fruity, banana	Fruity	Ramos and others (2014)
2-Acetylfuran	Sweet, balsamic, slightly coffee	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Acetyl-5-methylfuran	Strong nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
2-Furfuryl propionate	Spicy, floral	Floral	Bonvechi (2005)
5-(1-Hydroxyethyl)-2-furanone	Red fruit, jam, green notes	Fruity, herbal	Klings and others (2006)
Dihydro-3-hydroxy-4,4-dimethyl-2-furanone	Coconut	Nutty	Klings and others (2006)
4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3-furanone (furanol)	Fruity, strawberry, hot sugar	Fruity, nutty	Bonvechi (2005)
3-Hydroxy-2-methyl-4-pyrone (maltol)	Roasted nuts	Nutty	Bonvechi (2005)
5,6-Dihydro-6-pentyl-2-pyrone	Coconut	Nutty	Klings and others (2006)

Pyrroles

Pyrrole	Nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
2-Acetylpyrrole	Chocolate, hazelnut	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
Pyrrole-2-carboxaldehyde	Nutty	Nutty	Krings and others (2006)

Pyrazines

2-Methylpyrazine	Nutty, chocolate, cocoa, roasted-nuts	Sweet chocolate, nutty	Bonvechi (2005)
2-Ethylpyrazine	Peanut butter, musty nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
2,5-Dimethylpyrazine	Cocoa, rusted nuts	Sweet chocolate, nutty	Bonvechi (2005)
2,6-Dimethylpyrazine	Nutty, coffee, green	Nutty, herbal	Bonvechi (2005)
2-Ethyl-5-methylpyrazine	Nutty, raw potato	Nutty, hernal	Bonvechi (2005)
2,3-Diethylpyrazine	Nutty, hazelnut, cereal	Nutty	Bonvechi (2005)
2,3-Dimethylpyrazine	Caramel, cocoa	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2,3,5-Trimethylpyrazine	Cocoa, rusted nuts, peanut	Sweet chocolate, nutty	Bonvechi (2005)
2,3,5,6-Tetramethylpyrazine	Chocolate, cocoa, coffee	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2,3,5-Trimethyl-6-ethylpyrazine	Candy, sweet	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)

Senyawa golongan alkohol berasal dari hasil aktivitas mikroba dan degradasi asam amino. Golongan alkohol akan mengalami peningkatan selama fermentasi dan penurunan pada saat proses pengeringan dan penyangraian. Beberapa kandungan alkohol menyebabkan aroma yang diinginkan seperti senyawa 2-heptanol (*citrusy*) dan 2-phenylethanol (*madu/floral*) (Campos, 2012). Senyawa golongan aldehid memiliki peranan penting dalam memberikan aroma khas.

Kandungan aldehid dan keton tinggi merupakan hal yang diinginkan karena dapat dijadikan sebagai indikator mutu kakao. Peningkatan kandungan aldehid selama fermentasi lebih besar terjadi apabila suhu pada saat fermentasi 60°C. Konsentrasi aldehid yang tinggi juga disukai seperti 2-methylbutanal yang merupakan penciri untuk flavor coklat. Golongan ester berkaitan dengan flavor buah, kandungannya menurun dengan bertambahnya waktu fermentasi. Seperti senyawa ethyl acetate dan 3-methyl-1-butanol acetate yang signifikan menurun selama 6 hari waktu fermentasi (Campos *et al.* 2012).

Kandungan asam juga meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Senyawa golongan asam yang dapat dijadikan sebagai indikator biji kakao yang belum disangrai adalah asam karboksilat. Senyawa asam lainnya yang berperan penting adalah asam asetat yang merupakan hasil sintesis dari oksidasi etanol pada tahap pertama fermentasi (Scwan & Wheals, 2004). Senyawa golongan pyrazines merupakan senyawa volatil terpenting pada kakao sangrai. Kandungan senyawa pyrazine meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Umumnya senyawa pyrazine berasal dari degradasi Stecker pada reaksi Maillard. Prekursor dari pyrazine adalah α -aminoketon. Lebih jauh lagi tinggi rendahnya kandungan pyrazine dipengaruhi oleh panas dan peningkatan

temperature pada saat pengeringan (Campos *et al.* 2012). Selain aroma kakao yang ditimbulkan, terdapat juga aroma kacang-kacangan (*nutty*), tanah (*earthy*), *roasty* dan *green* (Czerny *et al.* 2008). Kakao yang terfermentasi dengan baik mengandung pyrazine yang tinggi (Afokwa *et al.* 2008).

Penutup

Biji kakao yang melalui proses fermentasi bermanfaat dalam menghasilkan biji kakao yang bermutu dan citarasa yang baik. Namun sekarang ini biji kakao Indonesia masih jarang difermentasi, salah satunya dikarenakan harganya yang tidak berbeda jauh. Untuk itu perlu ada kebijakan terkait harga pasar antara biji kakao yang difermentasi dan tidak fermentasi. Selain harga, jumlah biji kakao petani yang terbatas untuk fermentasi. Biji kakao yang dibutuhkan jika melalui proses fermentasi ± 40 kg, yang tentunya cukup sulit terkumpul bagi petani dengan lahan yang terbatas. Dengan adanya kelompok-kelompok tani di setiap kawasan diharapkan permasalahan keterbatasan biji kakao untuk fermentasi dapat teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Cocoa and Chocolate. <http://www.worldagroforestry.org>. Akses 31 Maret 2017.
- Afoakwa EO. 2008. Cocoa and chocolate consumption: Are there aphrodisiac and other benefits for human health?. South African Journal of Clinical Nutrition 21 (3): 107-113.
- Aprotosoai AC, Luca SV, Miron A. 2015. Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 15 (1): 73-91.
- Ardhana MM, Fleet GH. 2003. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia.

- International Journal of Food Microbiology, 86, 87–99.
- Campos JR, Buendia H BE, Avila IO, Cervantes EL, and Flores MEJ. 2011. Dynamic of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying process using principal component analysis. *J. Food Research International*. 44 (2011). 250-258
- Camu N, Winter DT, Verbrugghe K, Cleenwerck I, Vandamme P, Takrama JS, Vancanney M, Vuyst LD. 2007. Dynamics and biodiversity of populations of lactic acid bacteria and acetic acid bacteria involved in spontaneous heap fermentation of cocoa beans in Ghana. *Appl. Environ. Microbiol.* 73:1809–1824.
- Caligiani A, Acquotti D, Cirilini M, & Palla G. 2010. ¹H NMR study of fermented cocoa (*Theobroma Cacao* L.) beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 12105–12111.
- Chisti Y. 1999. *Encyclopedia of Food Microbiology* 663-674. London: Academic Press.
- Campos JR, Buendia HBE, Ramos SMC, Avila IO, Flores MEJ., and Cervantes EL. 2012. Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa. *Food Chemistry*. 132 (2012). 277-288
- Davit J, Yusuf RP, Yudari DAS. 2013. Pengaruh Cara Pengolahan Kakao Fermentasi dan Non Fermentasi Terhadap Kualitas, Harga Jual Produk pada Unit Usaha Produktif (UUP) Tanjung Sari, Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*. 2 (4), 191-203
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Statistik Perkebunan Indonesia (Kakao)*. Kementrian Pertanian, Jakarta, 14 pp.
- Emmanuel OA, Jeniffer Q, Agnes SB, Jemmy S T, and Firibu KS. 2012. Influence of Pulp-Preconditioning and Fermentation Fermentative Quality and Apperance of Ghanaian Cocoa (*Theobroma Cacao*) Beans. *International Food Research Journal*. 19 (1): 127-133
- Gerrard JA, Brown PK, Fayle SE. 2002. Maillard crosslinking of food proteins I: The reaction of glutaraldehyde, formaldehyde and glyceraldehyde with ribonuclease. *Food Chemistry*, 79: pp. 343–349
- Guehi TS, Zahouli IB, Ban-Koffi L, Fae MK, Nemlin JG. 2010. Performance of different drying methods and their effects on the chemical quality attributes of raw cocoa material. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 1564-1571.
- Hansen CE, del Olmo M, Burri C, 1998. Enzyme activities in cocoa beans during fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 77, 273–281.
- Haryadi, Supriyanto M. 1991. *Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hatmi RU, Rustijarno S. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Yogyakarta, BPTP Yogyakarta.
- ICCO. 2012. *International Cocoa Organization Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*, Vol. XXXVIII, No. 4, Cocoa year 2011/2012. <http://www.icco.org/> (19 Januari 2017).
- ICCO. 1998. How does the fermentation process work on the cocoa bean and how long does it take?. <https://www.icco.org/faq/59-fermentation-a-drying>. Akses 19 Januari 2017.
- Jespersen L, Nielsen DS, Honholt S, Jakobsen M. 2005. Occurrence and diversity of Yeast involved in fermentation of West African cocoa beans. *FEMS Yeast Research* 5, 441–453.

- Jumnongpon RS, Jumnongpon P, Chaiseri [1], Hongsprabhas, S.J. Healy, J.A. Meade Gerrard. 2012. Cocoa protein crosslinking using Maillard chemistry. *Food Chemistry*. Vol 134. 375-380.
- Kadow D, Niemenak N, Rohn S & Lieberei R. 2015. Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) Reconstruction and Guidance of the Fermentation Process. *LWT-Food Science and Technology*.1:5.
- Karmawati E, Mahmud Z, Syakir M, Munarso J, Ardana K, & Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Kresnowati MTAP, L.Suryani, Affifah M. 2013. Improvement of Cocoa Beans Fermentation by LAB Starter Addition. *Journal of Medical and Bioengineering*, Vol. 2, No. 4.
- Kuswartini. 2011. Aplikasi Bubuk dan Lemak Kakao Fermentasi Dan Non Fermentasi (Dari Wilayah Perbatasan Indonesia-Malaysia) pada Brownies Kukus. *Jurnal Belian*. 10 (1). 84-89.
- Laup S. 2004. Cocoa Fermentation and Drying and genotype Quality Assessment in Papua New Guinea. Australia:Departement of Employment, Economic Development and Innovation (DEEDI), Queensland; University of New South Wales (UNSW)
- Liendo R, Padilla FC .& Quintana A. 1997. Characterization of cocoa butter extracted from Criollo cultivars of *Theobroma cacao* L. *Food Research International*. Vol 30 (9): 727-731.
- Loppies JE, Yumas M. 2006. Model Perubahan Kadar Lemak Biji kakao selama penyimpanan. *Majalah Kimia*. 34 (1). 18-24
- Misnawi S, Jinap S, Nazmid, Jamilah B. 2002. Activation of remaining key enzymes in dried under-fermented cocoa beans and its effect on aroma precursor information. *J of Food Chemistry* (78): 407-417
- Mulato S, Suharyanto E, Firmanto S, 2012. *Kawasan Tekno Agro Pengembangan Produk Berbasis Kopi dan Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. 3 pp.
- Nijssen LM, Visscher CA, Maarse H, Willemsens LC, Boe-lens MH. 1996. *Volatile Compounds in Foods. Qualitative and Quantitative Data*, 7th edition. TNO Nutrition and Food Research Institute, Zeist
- Sahlin P. 1999. Fermentation as a Method of Food Processing production of organic acids, pH-development and microbial growth in fermentation cereal. Lund Insitute of Technology, Lund Univ.
- Schwan RF, Wheals AE. 2004. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44 (2004), pp. 205–221
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta:Unesa Press.
- Suryani, 2007. Komoditas Kakao: Potret dan Peluang Pembiayaan. *Economic Review*: 210. Desember 2007.
- Thompson SS, Miller KB, Lopez A, Camu N. 2013. Cocoa and coffee. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. (Eds.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 4th ed. ASM Press, Washington DC, USA, pp. 881–899
- Thuy-Ho V T, Zhao J, Fleet G. 2014. Yeasts are essential for cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiolog*, 174. 72-87.
- Towaha J, Anggraini DA, Rubiyo. 2012. Keragaman mutu biji kakao dan produk turunannya pada berbagai tingkat fermentasi: Studi kasus di Tabanan, Bali. *Pelita Perkebunan*, 28 (3), 166-183.
- Widyotomo S. (2008). *Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulpa kakao menjadi produk yang bermutu*

dan bernilai tambah. *Warta Review Penelitian Kopi dan Kakao*, 24, 65-82.

Ziegleder G. 2009. Flavour development in cocoa and chocolate. In: Beckett ST, editor. *Industrial chocolate manufacture and use*. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing. p 169-91.