

KARAKTERISTIK BUAH KAKAO YANG DIPANEN PADA BERBAGAI KETINGGIAN TEMPAT TUMBUH DAN KELAS KEMATANGAN

Cacao Fruit Characteristics Harvesting at Various Growth Location Above Sea Level and Maturity Classes

Nur Alam¹⁾, Muhammad Salim Saleh¹⁾ dan Gatot Siswo Hutomo¹⁾

¹⁾ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax: 0451 – 429738.

ABSTRACT

The aim of the research was to determine the effect of altitude and cacao maturity class on cacao fruit characteristics and seed quality. Cacao fruits were harvested from three different altitudes (first factor): 1-<400, >400-800 and >800 m above sea level (asl); and three different maturity classes (second): maturity class B (yellow on the fruit skin groove), maturity class A (yellow on the whole fruit skin surface) and maturity class A⁺ (dark yellow on the whole fruit skin surface). Physical fruit characteristics were analysed on weight, fruit skin content, placenta, dental pulp, wet and dry seed yield, seed number/100 g, unfermented seed, and pulp content and its chemical components (sugar and total acid content). The combination of the two factors resulted in 27 experimental units. The research results showed that cocoa fruit harvested from the plants growing at >400-900 m asl produced highest fruit weight (494.76 g), dry seed yield (8.43% dry weight) and seed size (90 seeds/100g). Whereas at 1 - <400 m asl, the cacao fruit produced highest pulp sugar content (8.83%), lowest seed size (116 seeds/100 g) and unfermented seed (3.16%). Cacao fruit harvested from plant growing at >400 - <800 m asl with maturity class A produced seed which meet most the quality standard set by the SNI trade 01-2323-2002. The altitude as a growth factor is more dominant in influencing the cacao fruit characteristics than either the fruit maturity class or its combination with the altitude factor.

Key words: Above sea level, chemical components, class, maturity, physical components

PENDAHULUAN

Di Sulawesi Tengah tanaman kakao ditanam oleh petani hingga ketinggian tempat > 1.000 m dpl. Sedangkan ketinggian optimum untuk pertumbuhannya adalah 1 - 600 m dpl (Wahyudi dkk., 2008). Ketinggian tempat tumbuh (KTT) mempunyai korelasi dengan suhu. Setiap kenaikan 100 m dpl suhu akan turun kira-kira 0,60 – 0,65 °C (Soedarsono, 1985; Jumin, 2002;). Oleh karena itu di daerah ketinggian akan mempunyai suhu lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu daerah dataran rendah. Perbedaan suhu akan memberikan pengaruh terhadap perubahan faktor iklim lainnya seperti curah hujan, kelembaban, intensitas sinar matahari dan

kecepatan angin. Perubahan komponen iklim tersebut secara langsung akan berpengaruh terhadap aktivitas enzim pada proses metabolisme tanaman. Proses ini dapat diamati melalui pertumbuhan, kuantitas dan kualitas produksi tanaman, termasuk komponen fisik dan kimia pulpa biji tanaman kakao.

Buah kakao sebaiknya dipetik tepat matang untuk mendapatkan buah dan biji kakao bermutu baik. Buah kakao matang ditandai perubahan warna kulit dari yang semula hijau menjadi kuning, atau yang semula merah menjadi oranye. Terdapat empat perubahan warna kulit pada buah kakao yang menjadi kriteria kelas kematangan buah (KKB), yaitu kuning pada alur buah, kuning pada alur buah dan

punggung alur buah, kuning pada seluruh permukaan buah, dan kuning tua pada seluruh permukaan buah (Siregar dkk., 2003). Lehrian dan Keeney (1980) menyatakan buah kakao mulai matang sempurna (berwarna kuning) 160 hari setelah penyerbukan. Normalnya terjadi pada 150 – 165 hari atau 5 – 5,5 bulan setelah penyerbukan. Sepuluh hari kemudian warna buah tersebut berubah menjadi kuning emas.

Kematangan fisiologis pada masing-masing kelas tersebut di atas berbeda sehingga produk metabolisme (komposisi kimia dan sifat fisik buah dan biji) juga berbeda. Senanayake dan Wijesekera (2006) kadar theobromine dan kafein biji kakao meningkat pada waktu dipanen sekitar 12 minggu setelah berbunga dan meningkat dengan cepat hingga waktu pemanenan. Oleh karena itu buah kakao yang dipanen pada KTT dan KKB yang berbeda akan menghasilkan buah dengan karakteristik yang juga berbeda. Diantara perbedaan tersebut akan didapatkan buah kakao yang memiliki rendemen biji tertinggi serta mutu biji terbaik.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok pola faktorial. Faktor pertama adalah ketinggian tempat tumbuh yang terdiri dari tiga taraf yaitu 1 - <400, >400 - <800, >800 m dpl. Faktor kedua adalah kematangan buah kakao yang terdiri dari tiga kelas yaitu kelas kematangan B (kuning pada alur buah), kelas kematangan A (kuning pada seluruh permukaan buah) dan kelas kematangan A⁺ (kuning tua pada seluruh permukaan buah). Masing-masing kombinasi perlakuan terdiri dari tiga kelompok sehingga terdapat 27 unit percobaan. Pengelompokan didasarkan atas umur tanaman dan aspek budidaya lainnya. Kelompok I adalah tanaman kakao yang berumur 5 – 10 tahun, kelompok II umur 10 – 15 tahun dan kelompok III umur > 15 tahun.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pemanenan buah kakao sesuai

perlakuan KTT dan KKB. Tahap selanjutnya adalah analisis terhadap komponen fisik buah yang meliputi kadar kulit buah, plasenta, pulpa, rendemen biji basah dan kering, jumlah biji per 100 g dan biji tidak terfemetasikan (SNI – 2323 – 2002). Kemudian dilanjutkan dengan analisis kadar pulpa dan komponen kimianya yang meliputi kadar gula (Apyrantono dkk., 1989) dan total asam pulpa (AOAC, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa varian menunjukkan KTT, KKB maupun kombinasinya tidak memberikan pengaruh ($P \leq 0,05$) terhadap kadar kulit dan plasenta buah kakao. Hal ini memberi petunjuk bahwa perbedaan suhu ketinggian dan KKB menghasilkan senyawa pada buah dan plasenta yang kadar maupun sifat kimianya tidak berbeda. Sehingga ketika senyawa tersebut dimetabolisme akan menghasilkan energi yang juga tidak berbeda untuk pertumbuhan dan perkembangan sel di kedua komponen buah tersebut. Data yang tersaji pada Tabel 1 dibawah ini menunjukkan bahwa buah kakao hasil penelitian ini mengandung kulit buah antara 70,31 - 76,23% dan plasenta 2,19 – 3,35%. Hasil ini sesuai yang dilaporkan oleh Nasrullah dan Ella (1993) buah kakao terdiri dari 74% kulit buah dan 2% plasenta.

Tabel 1. Kadar Kulit dan Plasenta Buah Kakao pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh dan Kelas Kematangan Buah

Ketinggian Tempat Tumbuh (m dpl)	Kelas Kematangan Buah	Kadar Kulit (%)	Kadar Plasenta (%)
1 - < 400	B	74,51	2,97
	A	70,31	2,78
	A ⁺	76,00	2,70
>400 – <800	B	74,75	3,35
	A	76,23	2,67
	A ⁺	76,20	2,19
> 800	B	75,49	3,32
	A	75,12	2,79
	A ⁺	74,22	3,32
Anava	-	$P \leq 0,05$	$P \leq 0,05$

Suhu rata-rata harian ditempat tumbuh tanaman kakao tersebut adalah 26,56 - 28,94 °C untuk di ketinggian 1 - <400 m dpl, 24,16 - 26,55 °C di ketinggian >400 - <800 m dpl dan suhu < 24,15 °C terdapat pada daerah ketinggian >800 m dpl. Fungsi tanaman yang dipengaruhi oleh suhu ini adalah pertumbuhan, pembelahan sel, fotosintesis dan respirasi. Oleh karena itu perbedaan suhu di ketiga tempat ketinggian tersebut juga akan berpengaruh pula terhadap hasil tanaman kakao.

Analisa varian menunjukkan KTT pengaruhnya sangat nyata ($P > 0,01$) terhadap berat buah, rendemen biji basah dan kering, jumlah biji/100 g dan biji tidak terfermentasikan. Sedangkan KKB dan kombinasinya dengan ketinggian tidak memberikan pengaruh ($P \leq 0,05$). Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata berat buah, rendemen biji basah dan kering, jumlah biji/100 g dan biji tidak terfermentasikan.

Data yang tersaji pada Tabel 2 menunjukkan berat buah, rendemen biji kering dan jumlah biji/100 g tertinggi diperoleh dari buah kakao yang dipanen pada ketinggian >400 - <800 m dpl. Terdapat kemungkinan suhu diketinggian ini yang berkisar antara 24,16 - 26,55 °C memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap aktivitas enzim yang berperan

dalam sintesa senyawa kimia pada komponen (kulit buah, pulpa, plasenta dan biji). Senyawa kimia tersebut yang dimaksud diantaranya adalah air, protein, lemak, serat, abu, hemiselulosa, pentosan, albuminoid, bahan-bahan yang kelat, glukosa, fruktosa dan sukrosa, asam sitrat, asam laktat, pektin, pati dan fenol (Nasution dkk., 1985; Wood dan Lass, 1985; Donkoh *et al.*, 1991; Figueira *et al.*, 1993; de Brito *et al.*, 2000; Padilla *et al.*, 2000; Ardhana dan Fleet, 2003; Fleet dan Dircks, 2007; Nielsen *et al.*, 2007; Camu *et al.*, 2008).

Rendemen biji kakao basah hasil penelitian ini berkisar antara 18,33 – 24,20% sedangkan rendemen biji kering 6,49 – 8,43% bahan kering (Tabel 2). Hasil ini sesuai dengan pernyataan Nasrullah dan Ella (1993) buah kakao mengandung biji dengan kadar 24%. Misnawi dan Teguh (2008) meneliti berat biji kakao kering asal buah yang terserang maupun tidak oleh *Conopomorpha cramerella* Snell (PBK). melaporkan bahwa berat biji kakao kering adalah 50 g/buah kakao atau sekitar 9,69% yang tidak diserang oleh hama PBK. Demikian juga yang dilaporkan oleh Figueira *et al.*, (1993) biji kakao adalah hasil utama dari tanaman kakao, meskipun demikian hanya sekitar 10% dari berat segar buah yang dapat diperdagangkan.

Tabel 2. Berat Buah, Rendemen Biji Basah dan Kering, Jumlah Biji/100 G dan Biji Tidak Terfermentasikan pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh

Ketinggian Tempat Tumbuh (m dpl)	Berat Buah (g)	Rendemen Biji Basah (%)	Rendemen Biji Kering (%)	Jumlah Biji/100 g	Biji tidak Terfermentasikan (%)
1 - < 400	415,33 ^{ab}	24,20 ^b	8,37 ^b	116 ^b	3,16 ^a
> 400 - < 800	494,76 ^b	21,25 ^{ab}	8,43 ^b	90 ^a	4,57 ^{ab}
> 800	343,67 ^a	18,33 ^a	6,49 ^a	98 ^a	5,64 ^b
Anava	$P > 0,01$	$P > 0,01$	$P > 0,01$	$P > 0,01$	$P > 0,01$
BNJ 0,05	91,95	3,56	1,33	16,36	1,46

Ket: Nilai yang diikuti oleh huruf dan kolom yang sama berbeda tidak nyata dengan uji BNJ pada taraf 0,05.

Nilai rata-rata jumlah biji/100 g (Tabel 2) menunjukkan dalam 100 g biji kakao asal buah yang dipanen pada ketinggian 1 - < 400 m dpl terdapat 116 butir biji kakao. Sedangkan biji yang berasal dari buah yang dipanen pada ketinggian >400 - <800 m dpl, per 100 gram terdapat 90 butir biji kakao. Hasil penelitian ini memberi arti biji kakao asal buah pada ketinggian >400 - <800 m dpl memiliki ukuran berat biji yang lebih besar jika dibanding biji kakao yang berasal dari KTT lainnya. Terdapat kemungkinan pada ketinggian ini iklim (suhunya) memberikan pengaruh optimum dalam mendukung proses metabolisme pada komponen biji kakao. Hal ini sesuai dengan penelitian Daymond dan Hadley (2008) yang melaporkan bahwa berat kering biji kakao klon UF 676 dan Amelonado menurun dengan meningkatnya temperatur.

Biji kakao yang berat bijinya besar umumnya mengandung komponen kimia seperti karbohidrat, lemak, protein, mineral serta komponen kimia lainnya dalam jumlah lebih banyak. Sehingga dalam perdagangan ukuran berat biji selalu dijadikan standar untuk menentukan mutu biji kakao. Jika hasil penelitian ini dibandingkan dengan standar mutu biji kakao (SNI 01-2323-2002), maka biji kakao yang diperoleh dari ketinggian >400 - <800 dan >800 termasuk kategori mutu I-A. Sebaliknya biji kakao asal buah yang dipanen pada ketinggian 1 - >400 termasuk kategori mutu I-B.

Rata-rata jumlah biji kakao yang terdapat dalam 100 g contoh hasil penelitian ini adalah 101 butir biji. Lebih tinggi jika dibandingkan hasil penelitian Nur Alam dkk., (1997) yang melaporkan bahwa jumlah biji kakao rakyat Kabupaten Donggala per 100 g adalah 94 – 95 butir biji. Oleh karena kedua penelitian ini dilakukan pada daerah yang sama, maka dapat dinyatakan selama kurun waktu 12 tahun mutu biji kakao rakyat di Kabupaten ini mengalami penurunan kualitas. Hal ini kemungkinan besar

disebabkan semakin tuanya umur tanaman, adanya serangan hama dan penyakit serta menurunnya status nutrisi tanah.

Menurut SNI 01-2323-2002 biji tidak terfermentasi terdiri dari tiga kategori yaitu biji *slaty*, biji ungu dan biji putih kotor atau ungu muda. Pada penelitian ini biji tidak terfermentasi yang diamati adalah biji *slaty*, yaitu biji pada kakao lindak yang memperlihatkan separuh atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna keabu-abuan bertekstur padat dan pejal seperti keju. Data yang tersaji pada Tabel 2 menunjukkan biji tidak terfermentasikan tertinggi diperoleh pada biji kakao asal buah yang dipanen pada ketinggian >800 m dpl dan berbeda tidak nyata dengan asal ketinggian >400 - <800 m dpl. Sebaliknya terendah terdapat pada biji kakao asal buah yang dipanen pada ketinggian 1 - <400 m dpl. Salah satu senyawa yang berperan penting dalam fermentasi biji kakao adalah glukosa. Senyawa ini terdapat dalam pulpa dan merupakan nutrisi utama bagi mikroba. Bila kadar senyawa ini tinggi, maka laju fermentasi akan meningkat kalau faktor-faktor lain tidak menjadi pembatas. Dengan meningkatnya laju fermentasi, maka biji tidak terfermentasikan menjadi berkurang. Oleh karena itu rendahnya biji tidak terfermentasikan yang diperoleh pada ketinggian 1 - <400 m dpl disebabkan pada ketinggian ini, kadar glukosa pulpanya paling tinggi dibanding dengan ketinggian lainnya (Gambar 2). Sehingga dapat dinyatakan bahwa kadar gula pulpa memiliki korelasi dengan biji tidak terfermentasikan. Korelasi ini dirumuskan dengan persamaan $Y = - 1,928 x + 20,13$., $r = 0,95$ yang menunjukkan adanya penurunan biji tidak terfermentasi sebesar 9,58% jika kadar gula pulpa biji naik sebesar 1%.

Prekursor flavor (cita rasa dan aroma coklat) terbentuk selama fermentasi berlangsung dan akan mengalami pengembangan ketika biji kakao tersebut dikeringkan dan disangrai. Semakin kecil persentase biji tidak terfermentasikan,

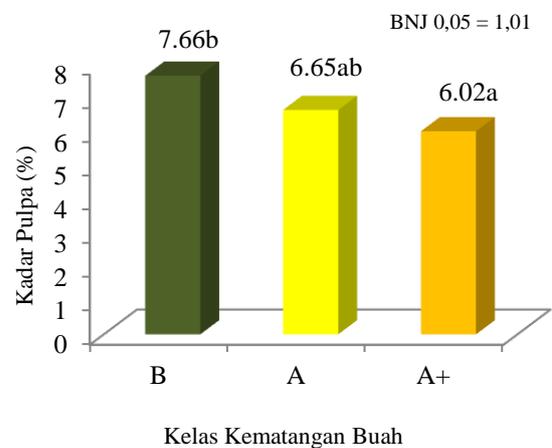
semakin banyak komponen prekursor flavor yang dikandung oleh biji kakao. Oleh karena itu dalam perdagangan, biji tidak terfermentasikan dijadikan pula standar untuk menentukan mutu biji kakao. SNI 2323-2008 mensyaratkan biji tidak terfermentasikan untuk kakao lindak maksimal 3% untuk mutu I - B, 8% mutu II - B dan 20% untuk mutu III - B. Biji kakao tidak terfermentasikan hasil penelitian ini berkisar antara 3,16 – 5,64% berarti termasuk kategori mutu III - B jika dibanding dengan standar mutu tersebut.

Komponen kimia pulpa yang diamati dalam penelitian ini meliputi kadar gula dan total asam pulpa. Disamping itu diamati pula kadar pulpa yang menunjukkan banyaknya jumlah pulpa yang menyelubungi biji kakao segar. Hasil analisa varian KKB memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar pulpa biji kakao, sedangkan KTT dan kombinasinya dengan KKB tidak memberikan pengaruh ($P \leq 0,05$). Nilai rata-rata kadar pulpa (Gambar 1) tertinggi diperoleh pada kelas kematangan B dan terendah pada kelas kematangan A⁺.

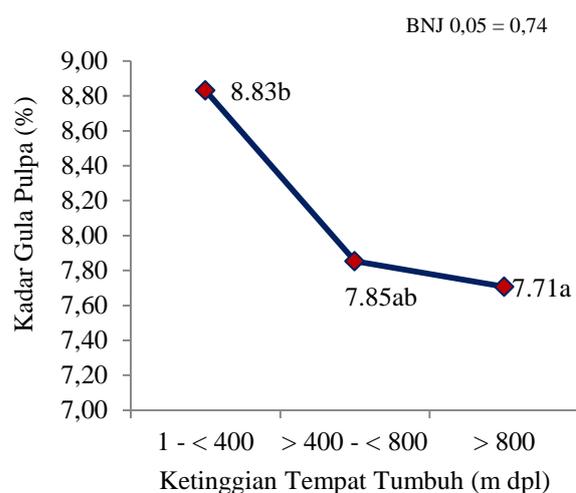
Selama pematangan, buah kakao akan mengalami perubahan dalam hal warna, kekerasan (tekstur), cita rasa dan flavor, yang menunjukkan terjadinya perubahan komposisi. Proses ini disebabkan baik oleh degradasi maupun sintesis atau keduanya ketika metabolisme buah berlangsung. Perubahan tersebut juga terjadi pada komponen pulpa seperti air, pentosan, albuminoid, bahan-bahan yang kelat, glukosa, fruktosa, sukrosa, protein dan asam-asam organik. Hal ini yang menyebabkan sehingga kadar pulpa kelas kematangan A⁺ (buah kakao yang melewati masak fisiologis) lebih rendah jika dibandingkan dengan kelas kematangan B dan A.

Beberapa perubahan kimia yang berhubungan dengan kematangan buah kakao telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya. Lieberei (2002) menyatakan tingkat kematangan menunjukkan peningkatan senyawa fenol dengan pembentukan kotiledon 100 hari sesudah polinasi.

Setelah ini jumlah senyawa fenol dengan nyata mulai menurun. Lehrian dan Keeney (1980) menyatakan bahwa kadar air, berat biji kering dan komponen lipida biji kakao mengalami perubahan selama masa pertumbuhan dan pematangan buah. Laju perubahan kadar air, asam lemak bebas, asam lemak C_{16:0} dan C_{18:2} cenderung berkurang dengan bertambah tuanya umur buah. Hal sebaliknya terjadi pada berat biji kering, kadar lemak, asam lemak C_{18:0} dan C_{18:1}. Kadar pulpa hasil penelitian ini berkisar antara 6,02 – 7,66%, sedangkan menurut Wood and Lass (1985) umumnya biji kakao dikelilingi oleh pulpa dengan kadar 12 – 15% atas dasar berat biji segar.



Gambar 1. Pengaruh Kelas Kematangan Buah Terhadap Kadar Pulpa Biji Kakao



Gambar 2. Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Kadar Glukosa Pulpa Biji Kakao

Kandungan gula reduksi (glukosa) yang terdapat dalam pulpa biji perlu diketahui karena merupakan komponen terpenting untuk pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi biji kakao. Analisa varian menunjukkan KTT memberikan pengaruh sangat nyata ($P > 0,01$) terhadap kadar glukosa pulpa, sedangkan KKB dan kombinasinya dengan KTT tidak memberikan pengaruh ($P \leq 0.05$). Nilai rata-rata kadar glukosa pulpa biji kakao (Gambar 2) tertinggi diperoleh pada daerah KTT 1 - <400 m dpl dan menurun dengan bertambahnya ketinggian tempat tumbuh. Di daerah ketinggian ini memiliki suhu 26,56 - 28,94 °C lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu daerah ketinggian lainnya. Oleh karena itu dapat dinyatakan bahwa aktifitas fotosintesis (sintesis gula pada daun) dan transportasinya ke seluruh jaringan tanaman kakao, termasuk pada bagian biji (pulpa) lebih banyak dan lebih cepat berlangsung pada daerah yang suhunya lebih panas dibanding daerah bersuhu dingin.

Beberapa peneliti sebelumnya melaporkan bahwa pulpa biji kakao mengandung glukosa dengan kadar bervariasi. Kadar glukosa pulpa tersebut adalah 8 - 13% (Nasution dkk., 1985); 10% (Wood dan Lass, 1985); 10 - 13% (Figueira *et al.*, 1993) dan 4,1% untuk kakao jenis Forastero dan 2,4% untuk Trinitario (Ardhana and Fleet, 2003). Sedangkan kadar glukosa pulpa hasil penelitian ini berkisar antara 7,71 - 8,83% tidak berbeda jauh jika dibandingkan

dengan hasil penelitian yang diperoleh para peneliti tersebut.

Dua diantara beberapa senyawa yang terdapat pada pulpa biji kakao yaitu asam organik dan glukosa kontribusinya sangat tinggi terhadap mutu biji kakao. Asam yang terdapat pada pulpa berfungsi sebagai zat penghambat perkecambah, sedang glukosa berperan sebagai sumber nutrient bagi mikroba ketika fermentasi berlangsung. Total asam menunjukkan banyaknya asam yang dinyatakan sebagai asam asetat yang terdapat pada pulpa. Analisa varian menunjukkan KTT, KKB dan kombinasi keduanya tidak memberikan pengaruh ($P \leq 0.05$) terhadap total asam pulpa. Nilai rata-rata total asam pulpa biji kakao ditunjukkan pada Tabel 3.

Asam-asam organik yang terdapat pada pulpa terdiri dari asam sitrat, asam laktat dan asam asetat. Kadarnya juga bervariasi yaitu asam sitrat 1 - 3% (Figueira *et al.*, 1993; Fleet and Dircks, 2007; Nielsen *et al.*, 2007), asam laktat 0,03% dan asam asetat 0,04% (Ardhana and Fleet, 2003). Kadar asam asetat tersebut lebih tinggi jika dibandingkan kadar asam asetat hasil penelitian ini yakni 0,015 - 0,022%. Sifat genetik tanaman kakao yang berbeda akan memberikan pula respon yang berbeda terhadap kondisi perubahan suhu lingkungannya. Sehingga produk metabolismenya juga berbeda, demikian pula halnya dengan perbedaan kadar asam asetat tersebut di atas hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

Tabel 3. Total Asam Pulpa (% Asam Asetat) Biji Kakao pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh dan Kelas Kematangan Buah.

Ketinggian Tempat Tumbuh (m dpl)	Kelas Kematangan Buah Kakao			Rata-rata
	B	A	A+	
1 - < 400	0,019	0,016	0,015	0,017
> 400 - < 800	0,019	0,018	0,016	0,017
> 800	0,022	0,016	0,017	0,018
Rata-rata	0,020	0,017	0,016	

KESIMPULAN

Buah kakao yang dipanen pada KTT >400 - <900 m dpl memberikan pengaruh tertinggi terhadap berat buah (494,76 g), rendemen biji kering (8,43% berat kering) dan ukuran berat biji (90 butir biji/100 g). Sedangkan ketinggian 1 - <400 m dpl pengaruhnya paling tinggi terhadap kadar gula pulpa (8,83%), terendah pada ukuran berat biji (116 butir biji/100 g) dan biji tidak terfermentasikan (3,16%).

Buah kakao yang dipanen di daerah KTT >400 - <800 m dpl dengan kelas kematangan A menghasilkan biji kakao dengan mutu paling memenuhi standar

perdagangan yang ditetapkan oleh SNI 01-2323-2002.

Faktor KTT pengaruhnya lebih dominan terhadap karakteristik buah kakao jika dibandingkan dengan KKB maupun kombinasinya dengan ketinggian tempat tumbuh.

Kelas kematangan buah kakao yang diteliti dalam penelitian ini hanya didasarkan atas warna kulit buah. Terdapat kemungkinan adanya faktor diluar proses fisiologi buah yang berpengaruh terhadap perubahan warna kulit buah tersebut. Oleh karena itu perlu dikaji pengaruh umur buah setelah penyerbukan terhadap karakteristik buah kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1984. *Official Methodes of Analysis of the Association of Analytical Chemist*. 14th ed. AOAC Inc. Arlington. Virginia.
- Apriyantono, A., D. Ferdiaz., N.L. Puspitasari., Sedarnawati dan S. Budiyanto, 1989. *Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Ardhana, M.M and G.H. Fleet, 2003. *The Microbial Ecology of Cocoa Bean Fermentations in Indonesia*. International Journal of Food Microbiology (86) : 87– 99.
- Camu,N., T. De Winter.,S. K Addo., J.S.Takrama., H. Bernaert and Luc De Vuyst, 2008. *Fermentation of Cocoa Beans: Influence of Microbial Activities and Polyphenol Concentrations on The Flavour of Chocolate*. J. Sci Food Agric (88) : 2288 – 2297.
- Daymond, A,J & P. Hadley, 2008. *Differential Effects of Temperature on Fruit Development and Bean Quality of Contrasting Genotypes of Cacao (Theobroma Cacao)*. Ann Appl Biol (153) : 175–185.
- de Brito,E.S., N.H.P.Garci'a., MI. Gallã'o.,A.L.Cortelazzo.,P.S.Fevereiro and M.R. Braga, 2000. *Structural and Chemical Changes in Cocoa (Theobroma cacao L) During Fermentation, Drying and Roasting*. J. Sci Food Agric (81) : 281 – 288.
- Donkoh, A., C. C. Atuahene., B. N. Wilson and D. Adomako, 1991. *Chemical Composition of Cocoa Pod Husk and Its Effect on Growth and Food Efficiency in Broiler Chicks*. Animal Feed Science and Technology 1 – 2 (35) : 161 - 169.
- Figueira, A., J. Janick, and J.N. BeMiller. 1993. *New Products From Theobroma cacao: Seed Pulp and Pod Gum*. p. 475-478. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York.
- Fleet and H. Dircks, 2007. *Yeast, Cocoa Beans and Chocolate*. Microbiology Australia, page 48 – 50
- Jumin, 2002. *Agroekologi : Suatu Pendekatan Fisiologis*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lehrian, D.W. L and P.G. Keeney, 1980. *Changes in Lipid Components of Seeds during Growth and Ripening of Cacao Fruit*. JAOCS, Februari : 61 – 65.
- Lieberei, R., 2002, *Phenolic Compounds and Antioxidative Potential in Cocoa-Amounts and Changes During Processing*. Institute of Applied Botany, University of Hamburg.

- Misnawi; S.Jinap; B.Jamilah & S. Nazamid., 2004. *Effects of Polyphenol on Pyrazines Formation During Cocoa Liquor Roasting*. Food Chemistry. (85) : 73 - 80.
- Misnawi and Teguh, W., 2008. *Potential Uses of Cocoa Bean Infested by Conopomorpha cramerella for Polyphenol Extraction*. ASEAN Food Journal (15) : 27 – 34.
- Nasrullah dan A. Ella, 1993. *Limbah Pertanian dan Prospeknya Sebagai Sumber Pakan Ternak di Sulawesi Selatan*. Makalah. Ujung Pandang.
- Nasution, Z., W. Ciptadi dan B.S. Laksmi, 1985. *Pengolahan Coklat*. Agro Industri Press Jurusan Teknologi Industri Pertanian, FATETA-IPB, Bogor.
- Nielsen, D.S., O.D. Teniola., L. Ban-Koffi., M. Owusu., T.S. Andersson and W.H. Holzapfel,2007. *The Microbiology of Ghanaian Cocoa Fermentations Analysed Using Culture-dependent and Culture-independent Methods*. International Journal of Food Microbiology (114) : 168–186
- Nur Alam, Muhardi dan Nurhaeni, 1997. *Survai Mutu Kakao Rakyat di Kabupaten Donggala*. Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu.
- Padilla., F.C., R. Liendo and A. Quintana, 2000. *Characterization of Cocoa Butter Extracted from Hybrid Cultivars of Theobroma cacao L*. ALAN v.50 n.2.
- Schmiederand, R. L. and G. Keeney, 2006. *Characterization and Quantification of Starch in Cocoa Beans and Chocolate Products*. Journal Of Food Sceince, (3) : 555 - 557.
- Senanayake, U.M., and R. O. B. Wijesekera, 2006. *Theobromine and Caffeine Content of The Cocoa Bean During its Growth*. Journal of The Science of Food and Agriculture, 22 (5) : 262 – 263.
- Siregar, T.H.S., S. Riyadi dan L. Nuraeni, 2003. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soedarsono, 1985. *Klimatologi Dasar*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Wahyudi, T., T.R. Pangabea, Pujiyanto, 2008. *Panduan Lengkap Kakao : Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*, Penebar Swadaya Jakarta.
- Wood, G.R.A and R.A. Lass. 1985. *Cocoa*. 4th Ed. John Wiley and Sons., Inc, New York. Fourth Edition)