

Pengaruh Fruktosa dan Tepung Tapioka Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Cokelat Batangan

Effects of Fructose and Tapioca Flour on Physical and Sensory Properties of Chocolate Bar

Misnawi

Ringkasan

Kandungan sukrosa yang tinggi pada produk cokelat sangat tidak dianjurkan, khususnya bagi penderita diabetes, sebaliknya fruktosa adalah monosakarida yang memiliki rasa manis lebih tinggi dibandingkan sukrosa dan aman dikonsumsi oleh penderita diabetes. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fruktosa dan tepung tapioka sebagai pengganti sukrosa dalam formulasi cokelat batangan terhadap sifat fisik dan organoleptik produk yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan *Response Surface Methodology* pada rentang konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka masing-masing 141–235 g kg⁻¹ dan 25–100 g kg⁻¹. Parameter pengamatan terdiri dari warna yang meliputi tingkat kecerahan, kemerahan, kekuningan, arah warna dominan, kepekatan warna, dan perbedaan warna total; kehalusan pasta cokelat; tekstur produk; dan uji hedonik terhadap rasa, aroma, warna, tekstur dan penerimaan keseluruhan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka pada rentang perlakuan tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter-parameter pengujian, kecuali ukuran partikel dan sifat organoleptik dalam hal rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan. Konsentrasi fruktosa secara kuadratik meningkatkan ukuran partikel adonan, sedangkan konsentrasi tepung tapioka secara linier menurunkan rasa, aroma dan penerimaan produk. Perbandingan mutu cokelat hasil perlakuan dengan kontrol menyimpulkan bahwa fruktosa dapat digunakan dalam formulasi cokelat batangan yang bermutu baik. Penggunaan tepung tapioka sebagai pengisi massa adonan untuk menghasilkan cokelat yang bermutu terbatas sampai 25 g kg⁻¹, selebihnya akan menurunkan mutu produk cokelat yang dihasilkan. Formula optimum cokelat batangan dengan sumber manis fruktosa adalah pada konsentrasi fruktosa 203 g kg⁻¹ dan tepung tapioka 25 g kg⁻¹.

Summary

High sucrose content in chocolate is not recommended for diabetics, whereas fructose is a simple monosaccharide which is sweeter and safer for replacing sucrose. Objective of this study was to study the effect of fructose and tapioca flour added into chocolate formulation replacing sucrose on physical and organoleptic properties of chocolate bar produced, as well as to find out their optimum concentration to produce a good quality chocolate. Response Surface Methodology design was used for the study with fructose and tapioca flour range concentration at 141–235 and 25–100 g kg⁻¹, respectively. Results of the study showed that fructose and tapioca flour concentration at the stated ranges did not significantly alter the

Naskah diterima (received) 29 Maret 2011, disetujui (accepted) 25 Juli 2011.

1) Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia.

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

chocolate properties except on chocolate particle size and preferences in terms of taste, aroma and overall acceptance. Fructose concentration improved particle size quadratically, while tapioca flour concentration linearly decreased taste, aroma and overall acceptance scores. Comparing the products with that of control formula concluded that fructose can be used to replace sucrose to produce good quality chocolate bars; while tapioca flour can be used as filler at a concentration up to 25 g kg⁻¹. The optimum concentration to formulate chocolate bars with good physical and organoleptic properties was at fructose and tapioca flour concentration of 203 and 25 g kg⁻¹, respectively.

Key words: Cocoa, chocolate, fructose, diabetes, tapioca flour, flavour, aroma, texture

PENDAHULUAN

Cokelat adalah produk makanan yang digemari semua kalangan. Rasa, tekstur dan aroma cokelat disukai oleh konsumen karena memberikan efek menyenangkan. Afoakwa *et al.* (2007, 2008a) dan Do *et al.* (2007) menyatakan bahwa dalam pengolahan cokelat terdapat proses fisik dan kimia yang kompleks, penentuan karakteristik rheologi dan pembentukan citarasa yang menjadi penentu kesukaan konsumen. Peningkatan mutu produk cokelat telah dipelajari secara intensif oleh para peneliti dan perusahaan-perusahaan pengolah, di antaranya melalui pengkayaan prekursor aroma dan modifikasi pengolahan primer (Misnawi *et al.*, 2002; Biehl, 1986; Biehl & Voigt, 1994; Biehl *et al.*, 1985; Kyi *et al.*, 2005; Voigt *et al.*, 1994) dan teknologi pabrikasi (Ramli *et al.*, 2006; Reineccius, 2006; Jinap *et al.*, 2003).

Sejumlah penelitian ditujukan untuk peningkatan mutu produk akhir untuk memuaskan selera konsumen dan menghilangkan anggapan negatif produk cokelat seperti sebagai penyebab kegemukan, pendorong timbulnya jerawat, alergi, pantangan bagi penderita diabetes dan lain-lain. Namun demikian dalam dekade terakhir, penelitian-penelitian pengolahan dan pabrikasi produk cokelat banyak dikaitkan dengan sifat positif kakao, seperti

sebagai sumber antioksidan, pendorong rasa senang, sumber vitamin dan mineral, pencegah gangguan penyakit, pengobatan dan penyedia energi (Selmi *et al.*, 2008; Jalil & Ismail, 2008; Othman *et al.*, 2007; Taberner *et al.*, 2006; Hii *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2003; Wollgast & Anklam, 2000; Dillinger *et al.*, 2000; Rawel & Kulling, 2007).

Meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh melalui pengaturan pola makan dan pemilihan menu (komposisi) makanan mendorong banyaknya permintaan produk makanan yang nikmat dan sehat. Kandungan sukrosa yang tinggi dalam produk cokelat tidak dianjurkan untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes dan dianggap sebagai penyebab karies gigi pada anak-anak serta pendorong kegemukan. Menurut Beckett (2008), cokelat yang dibuat secara tradisional mengandung kira-kira 50% gula, sebagian besar dalam bentuk sukrosa dan sisanya berupa laktosa dari komponen susu pada cokelat susu.

Fruktosa adalah gula paling sederhana yang memiliki intensitas kemanisan yang lebih tinggi daripada gula tebu (sukrosa), sehingga untuk memperoleh tingkat kemanisan yang sama dengan sukrosa hanya diperlukan lebih sedikit fruktosa.

Menurut Winarno (2002), pada suhu 5°C, fruktosa 1,4 lebih manis daripada sukrosa, tetapi pada suhu 40°C dan 60°C kemanisan fruktosa tinggal 0,8. Menurut Hanover (1993) sensasi manis fruktosa lebih tinggi dan menurun lebih cepat dibanding sukrosa, sehingga fruktosa cocok untuk ditambahkan pada banyak produk olahan.

Substitusi sukrosa dengan fruktosa pada pembuatan cokelat akan berpengaruh pada kuantitas pasta cokelat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena pada pembuatan produk cokelat, sukrosa memberikan massa dan viskositas yang tidak dapat diganti oleh pemanis lain. Sukrosa menyumbang $\pm 1/3$ bagian dari massa produk cokelat yang dihasilkan. Hasil penelitian Andrae-Nightingale *et al.* (2009) mendapatkan bahwa massa cokelat dan gula berpengaruh terhadap matriks produk cokelat. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan fruktosa sebagai sumber rasa manis dan tepung tapioka sebagai pemberi massa di dalam pembuatan cokelat batangan untuk mendapatkan produk yang berkualitas dan sehat.

BAHAN DAN METODE

Bahan dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah pasta kakao dan lemak kakao yang dibuat dari biji kakao mulia. Sumber manis yang digunakan adalah sukrosa untuk formulasi adonan kontrol dan fruktosa untuk adonan perlakuan. Bahan lain berupa tepung tapioka dan bahan formulasi pembuatan cokelat yang terdiri dari susu, lesitin, garam dan vanilin. Semua bahan yang digunakan terklasifikasi sebagai bahan makanan (*food grade*).

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan *Response Surface Methodology* (RSM). Konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka masing-masing dioptimasi pada

rentang 141–235 dan 25–100 g kg⁻¹ adonan. Matriks perlakuan untuk kondisi tersebut disajikan pada Tabel 1. Data yang diperoleh kemudian dianalisis keragamannya.

Pembuatan Adonan

Adonan cokelat dibuat menggunakan resep standar Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (Misnawi, 2009). Komposisi adonan cokelat batangan dalam 1 kg terdiri dari pasta kakao 235 g, lemak kakao 235 g, susu bubuk 176 g, gula halus diganti fruktosa dan tepung tapioka sesuai perlakuan Tabel 1; garam 0,005 g; vanilin 0,01 g dan lesitin 0,03 g. Cokelat kontrol dibuat menggunakan sumber manis sukrosa pada konsentrasi 350 g kg⁻¹. Lesitin dan vanilin diberikan dua jam sebelum koncing berakhir. Adonan cokelat dihaluskan tiga kali siklus menggunakan refiner lima silinder dan dilanjutkan dengan koncing selama 22 jam pada suhu 50°C. Adonan selanjutnya didinginkan mengikuti standar suhu tempering, kemudian dicetak pada suhu 32–34°C dan didinginkan pada suhu 10–12°C.

Warna Produk

Warna produk cokelat hasil formulasi diukur menggunakan *colourmeter* Minolta Chromameter tipe CR-310 (Minolta, Jepang). Produk cokelat hasil formulasi dicairkan dan diletakkan pada tempat contoh. Lensa pengukur selanjutnya diletakkan di atas contoh dan dilakukan pengukuran terhadap nilai L*, a* dan b*. Sebelum melakukan pengukuran contoh, *colourmeter* terlebih dahulu dikalibrasi sesuai dengan petunjuk dan spesifikasi alat. Pengukuran nilai L* menunjukkan tingkat kecerahan yang merupakan kisaran warna hitam sampai putih. Nilai a* menunjukkan

Tabel 1. Matriks kombinasi perlakuan konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka pembuatan coklat batangan
 Table 1. Matrix of the treatment of fructose and tapioca flour concentration combination for chocolate bar formulation

Urutan perlakuan <i>Treatment sequence</i>	Kode perlakuan <i>Treatment code</i>	Fruktosa, g kg ⁻¹ * <i>Fructose, g kg⁻¹*</i>	Tepung Tapioka, g kg ⁻¹ ** <i>Tapioca flour, g kg⁻¹**</i>
1	2	141	62
2	4	235	100
3	7	203	25
4	3	188	100
5	9	235	50
6	5	235	25
7	11	172	75
8	1	141	100
9	6	141	25
10	4	235	100
11	5	235	25
12	1	141	100
13	10	235	75
14	8	172	25
15	2	141	62
16	3	188	100

* rentang 141 – 235 g kg⁻¹ adonan (*range of 141 – 235 g kg⁻¹ dough*).

** rentang 25 – 100 g kg⁻¹ adonan (*range of 25 – 100 g kg⁻¹ dough*).

tingkat kemerahan, sedangkan nilai b* menunjukkan tingkat kekuningan (Minolta, 2003). Arah warna, Hue (h°), kepekatan warna, Chroma (C*) dan perbedaan warna terhadap coklat kontrol, *Total Difference Colour* (TCD*) dihitung berdasarkan nilai L*, a* dan b* yang diperoleh (Briones & Aguilera, 2005; Rocha & Morais, 2001; Filipa & Cristina, 1999; Hammami *et al.*, 1999), dengan rumus sbb:

$$TCD^* = \sqrt{(L_i^* - L_i^{*2})^2 + (a_i^* - a_i^{*2})^2 + (b_i^* - b_i^{*2})^2}$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$$

(Catatan: tanda ‘f’ dan ‘i’ masing-masing menunjukkan angka hasil pengukuran contoh perlakuan dan kontrol).

Kekerasan

Kekerasan produk coklat diukur menggunakan Rheo Tex Tipe SD-700 (Ogawa Seiki, Jepang). Pengukuran dilakukan menggunakan pisau satu gigi berukuran lebar 10 mm, dengan kedalaman pisau yang ditetapkan pada jarak tekan 7 mm. Produk coklat hasil perlakuan dicetak pada dimensi panjang, lebar dan tinggi berturut-turut 20, 10 dan 10 mm, diletakkan secara horizontal pada tempat contoh, kemudian diikuti dengan penekanan pisau ke atas permukaan contoh sampai kedalaman 7 mm. Kumulatif gaya yang diperlukan untuk menembus kedalaman tersebut tercatat secara otomatis di layar pengamatan. Suhu ruang pengamatan ditetapkan pada 26–28°C.

Ukuran Partikel

Ukuran partikel (kehalusan) coklat hasil formulasi diukur menggunakan mikrometer tecklock (TeckLock Corporation, Jepang). Sebanyak 0,5 g produk coklat dilarutkan dalam 1,5 g lemak kakao cair. Pelarutan dimaksudkan untuk menjamin hasil pengukuran yang mewakili satu lapis partikel. Contoh selanjutnya diukur kehalusannya dengan cara memasukkan campuran pada ruang pengukuran dan ditekan secara perlahan. Pengukuran diulang sebanyak lima kali.

Uji Kesukaan

Pruduk coklat batangan hasil formulasi dibuat persegi berukuran 1,5 cm x 3 cm dengan ketebalan 1,5 cm. Setelah melalui masa tempering selama 24 jam, dilakukan analisis inderawi hedonik terhadap rasa, aroma, tekstur, warna dan penerimaan keseluruhan produk. Pengujian inderawi coklat dilakukan pada skala 0–5. Skala 0 mewakili tingkat paling rendah, sedangkan skala 5 mencerminkan kesukaan paling tinggi (Misnawi *et al.*, 2002). Panelis uji terdiri dari 25 orang, yang sebelumnya telah dikenalkan kepada citarasa, tekstur dan warna dasar coklat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian keragaman terhadap parameter fisik dan organoleptik coklat batangan hasil formulasi menggunakan sumber rasa manis fruktosa dan bahan pengisi tepung tapioka (Tabel 2) menunjukkan bahwa konsentrasi kedua bahan tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter-parameter pengujian, kecuali kehalusan (ukuran partikel) dan sifat organoleptik dalam hal rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan. Penggunaan

fruktosa dan tepung tapioka memiliki peluang yang besar untuk menggantikan fungsi sukrosa. Menurut Melanson *et al.* (2007) fruktosa memiliki tingkat kemanisan 2,5 kali lebih besar dibandingkan dengan sirup glukosa dan 1,4–1,8 kali lebih tinggi daripada gula sukrosa. Di samping itu, fruktosa memiliki indeks glikemik lebih rendah yaitu 32 dibandingkan dengan glukosa sebesar 138 maupun sukrosa sebesar 87. Makanan yang memiliki indeks glikemik lebih dari 55 dikategorikan sebagai makanan berindeks glikemik tinggi, sementara yang kurang dari 55 dikategorikan berindeks rendah.

Warna Cokelat

Secara umum, warna produk coklat yang disukai konsumen adalah warna coklat gelap dan mengkilap, tidak pudar dan tidak terdapat bercak-bercak *bloom-ing* di permukaannya (Jinap *et al.*, 2003; Ali *et al.*, 2000). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan fruktosa dan tepung tapioka tidak berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap tingkat kecerahan, kemerahan, dan kekuningan, hue, chroma maupun perbedaan warna terhadap coklat kontrol. Akan tetapi apabila dibandingkan dengan kontrol, semua perlakuan memperlihatkan warna yang cenderung lebih merah dibanding dengan warna coklat kontrol (Gambar 1). Nilai hue perlakuan penambahan fruktosa dan tepung tapioka rata-rata adalah 54,3 dengan kisaran 45,3–61,6; sedangkan pada kontrol sebesar 62,3. Kepadatan warna produk yang ditunjukkan dengan nilai chroma menunjukkan bahwa penggunaan tepung tapioka dan fruktosa menurunkan kepadatan warna produk coklat dibanding kontrol. Penghitungan chroma produk coklat hasil perlakuan berkisar antara 2,9–4,3 dengan rata-rata

Tabel 2. Analisis keragaman pengaruh konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka terhadap sifat fisik dan organoleptik cokelat batangan

Table 2. Analysis of variance the effects of fructose and tapioca flour concentration on physical and sensory properties of bar chocolate

Sumber keragaman Source of variation	Parameter (Parameter)												
	Tingkat kecerahan Lightness	Tingkat kemerahan Redness	Tingkat kekuningan Yellowness	Arah warna Hue angle	Kepekatan warna Chroma	Perbedaan warna Total colour differences	Ukuran partikel Particle size	Kekerasan Hardness	Uji kesukaan (Preference test)				
									Rasa Taste	Aroma Aroma	Tekstur Texture	Warna Colour	Penerimaan keseluruhan Overall acceptance
Fruktosa Fructose	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	*	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Tepung tapioka Tapioca flour	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	*	**	Ns	Ns	*
Fruktosa x Tepung tapioka Fructose x tapioca flour	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Fruktosa ^{kuadratik} Fructose ^{quadratic}	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	*	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Tepung tapioka ^{kuadratik} Tapioca flour ^{quadratic}	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns

Ns : tidak berbeda nyata (not significantly different) ($p > 0,05$)

* : terdapat pengaruh nyata pada taraf 5% (significant effect at 5% level) ($p < 0.05$)

** : terdapat pengaruh nyata pada taraf 1% (significant effect at 1% level) ($p < 0.01$).

3,4 sementara cokelat kontrol menunjukkan angka chroma 5,5.

Hasil analisis pengamatan tersebut menunjukkan bahwa substitusi sukrosa dengan fruktosa yang diikuti dengan penambahan bahan pengisi berupa tepung tapioka masing-masing pada konsentrasi 25–100 dan 141–235 g kg⁻¹ adonan mengurangi intensitas dan kekhasan warna produk cokelat yang dihasilkan. Warna produk cokelat hasil perlakuan juga lebih gelap seperti ditunjukkan oleh tingkat kecerahan (7,2) yang lebih rendah dibanding cokelat kontrol (13,5).

Uji kesukaan terhadap warna produk cokelat juga menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata dari konsentrasi fruktosa maupun tepung tapioka. Kesukaan

panelis terhadap warna produk cokelat perlakuan rata-rata 2,5 dengan kisaran 1,7–3,3; sedangkan terhadap cokelat kontrol sebesar 2,7. Lima formula perlakuan menghasilkan kesukaan panelis terhadap warna produk dengan angka yang sama dan atau lebih baik dari cokelat kontrol, yaitu kombinasi fruktosa dan tepung tapioka (g kg⁻¹) pada 172 + 75 (skor 2,7), 235 + 25 (skor 2,8), 172 + 25 (skor 2,9), 141 + 100 (skor 3,2) dan 204 + 25 (skor 3,3). Hal ini memberi indikasi bahwa beberapa formula cokelat batangan dengan sumber rasa manis menggunakan fruktosa dikombinasi dengan bahan pengisi tepung tapioka mampu menghasilkan warna cokelat yang lebih menarik dibanding dengan penggunaan sukrosa.

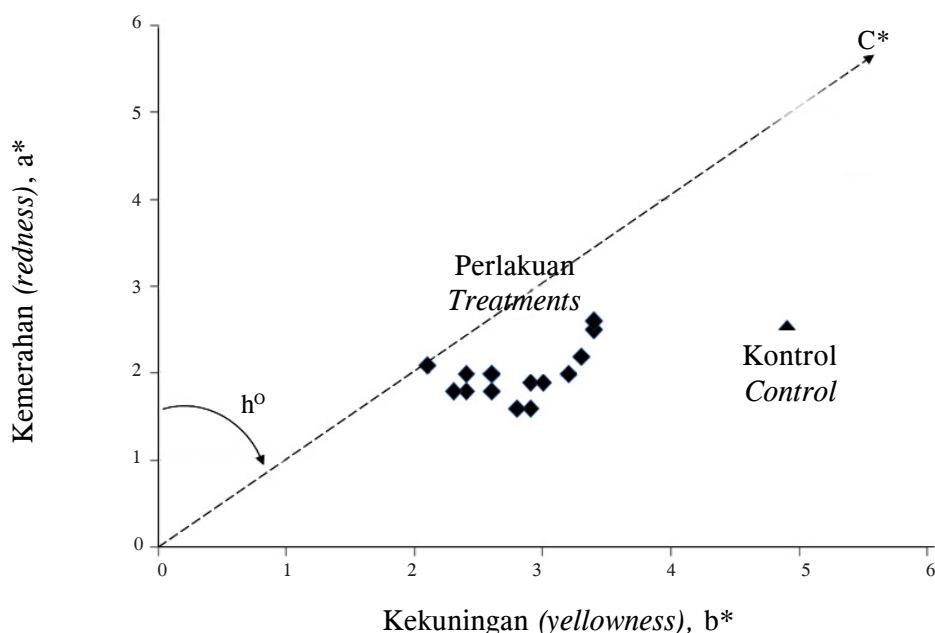
Kehalusan Partikel

Kelembutan dan sensasi citarasa coklat berkaitan erat dengan kekerasan, titik cair dan ukuran partikel. Ukuran partikel juga memberikan pengaruh dalam pelepasan aroma khas coklat saat berada di dalam rongga mulut dan jumlah lemak yang diperlukan saat pembuatan. Cokelat dengan rasa di mulut yang baik mempunyai ukuran partikel maksimum $35 \mu\text{m}$ (Beckett, 2008). Namun demikian, coklat batangan yang ada di pasaran pada umumnya mempunyai ukuran partikel $15\text{--}75 \mu\text{m}$ (Jinap, 2010).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan fruktosa berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kehalusan pasta coklat, sedangkan konsentrasi penambahan tepung tapioka tidak memberikan pengaruh yang nyata. Konsentrasi fruktosa secara kuadrat

meningkatkan ukuran partikel adonan coklat yang dihasilkan (Gambar 2). Fruktosa yang digunakan dalam formulasi ini adalah monosakarida berbentuk tepung dengan ukuran partikel $15 \mu\text{m}$. Ukuran partikel tersebut sebenarnya cukup kecil, dan terbukti lebih kecil dari ukuran kehalusan (ukuran partikel) produk coklat yang dihasilkan, yaitu $49,3\text{--}60,0 \mu\text{m}$. Dengan demikian, peningkatan ukuran partikel produk seiring dengan meningkatnya konsentrasi fruktosa tersebut diduga sebagai akibat terbentuknya kristal-kristal gula di dalam adonan. Pembentukan kristal-kristal tersebut dalam pembuatan coklat sebenarnya masih bisa diatasi dengan perbaikan proses *refining* dan *koncing* (Beckett, 2008).

Penggunaan fruktosa pada konsentrasi di atas 150 g kg^{-1} dalam kombinasinya dengan tepung tapioka $25\text{--}100 \text{ g kg}^{-1}$ ternyata menghasilkan ukuran partikel yang



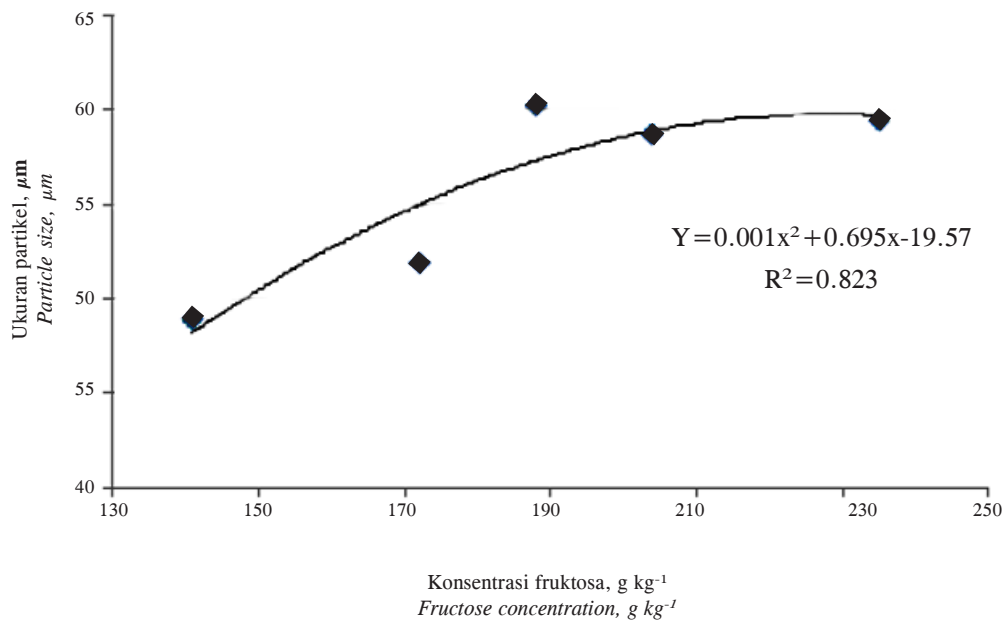
Gambar 1. Hubungan tingkat kemerahan dan kekuningan produk coklat batangan yang diformulasi menggunakan fruktosa $141\text{--}235 \text{ g kg}^{-1}$ dan tepung tapioka $25\text{--}100 \text{ g kg}^{-1}$ dibanding coklat kontrol.

Figure 1. Relationship between of redness and yellowness of bar chocolate formulated with fructose at $141\text{--}235 \text{ g kg}^{-1}$ and tapioca flour at $25\text{--}100 \text{ g kg}^{-1}$ compared to control one.

lebih besar dibanding dengan perlakuan kontrol yang menggunakan sukrosa dengan ukuran partikel 11 μm pada konsentrasi 350 g kg^{-1} . Perlakuan kontrol memiliki ukuran partikel 52,5 μm , sedangkan produk coklat perlakuan 40,9–70,9 μm . Dengan mempertimbangkan bahwa ukuran partikel fruktosa maupun sukrosa sama-sama di bawah ukuran partikel produk yang dihasilkannya, maka dapat dihipotesiskan bahwa intensitas kristalisasi partikel dalam adonan coklat lebih rendah pada penggunaan sukrosa dibanding pada penggunaan fruktosa dengan tepung tapioka. Kondisi ini harus menjadi bahan pertimbangan khusus di dalam merancang teknologi pabrikasi coklat berkualitas berbahan pemanis fruktosa, terutama di dalam pengaturan *refining*, suhu dan lama koncing dan *tempering* Jinap (2009) menyebutkan bahwa *refining*, koncing dan

tempering merupakan tahapan pengolahan yang penting untuk memperbaiki tekstur, mengurangi ukuran partikel, memantapkan kristalisasi lemak dan mematangkan citarasa sehingga produk coklat yang berkualitas dapat dicapai.

Hasil penelitian Ziegler *et al.* (2001) menjelaskan bahwa ukuran partikel yang lebih kecil memberikan kesan rasa lebih manis dibandingkan ukuran partikel yang lebih besar. Distribusi ukuran partikel mempengaruhi struktur coklat khususnya interaksi inter partikel dan mikrostruktur, tekstur dan sifat reologi fraksi lemak. Beckett (2008) juga menyebutkan bahwa ukuran partikel dan luas permukaan adonan coklat mempengaruhi viskositas dan kekerasan produknya. Hasil penelitian Afoakwa *et al.* (2009) menyimpulkan bahwa ukuran partikel yang meningkat diikuti menurunnya aroma khas coklat.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi fruktosa terhadap ukuran partikel dalam formula coklat batangan menggunakan tepung tapioka 25–100 g kg^{-1} .

Figure 2. Effect of fructose concentration on particle size in chocolate bar formulation with tapioca flour at 25–100 g kg^{-1} .

Kekerasan dan Tekstur

Permen cokelat yang baik mempunyai tekstur yang lembut, tidak mudah mencair pada suhu ruang, namun mencair pada saat berada di dalam mulut dan terasa lembut. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi fruktosa maupun tepung tapioka tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kekerasan dan kesukaan panelis terhadap tekstur produk cokelat yang dihasilkan. Kekerasan dan tekstur rata-rata cokelat batangan yang dibuat dengan formulasi menggunakan bahan pemanis fruktosa dan bahan pengisi tepung tapioka lebih rendah dibanding dengan formulasi yang menggunakan bahan sukrosa. Cokelat hasil formulasi perlakuan memiliki kekerasan $855 \text{ g (10 mm)}^{-1}$ dan skor

kesukaan tekstur 2,3; sedangkan cokelat perlakuan kontrol menunjukkan kekerasan $889 \text{ g (10 mm)}^{-1}$ dan skor kesukaan tekstur 2,8. Namun demikian, cokelat batangan hasil formulasi menggunakan sumber manis fruktosa dan pengisi tapioka tetap memiliki potensi untuk menghasilkan cokelat batangan dengan tingkat kekerasan yang sama atau bahkan lebih disukai (Tabel 3). Formulasi menggunakan kombinasi fruktosa dan tepung tapioka ($141 + 100$) g kg^{-1} dan ($203 + 25$) g kg^{-1} memperlihatkan tingkat kesukaan panelis terhadap teksturnya yang menyamai dan bahkan melampau cokelat kontrol.

Kekerasan cokelat yang ditunjukkan oleh nilai besarnya gaya yang diperlukan untuk menembus produk per 10 mm

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka terhadap kekerasan dan tekstur cokelat batangan

Table 3. Effects of the uses of fructose and tapioca flour concentration on hardness and texture of bar chocolate

Fruktosa <i>Fructose</i> g kg^{-1}	Tepung tapioka <i>Tapioca flour</i> g kg^{-1}	Kekerasan <i>Hardness</i> g (10 mm)^{-1}	Tekstur <i>Texture</i> 0 - 5
141	25	867.0	1.9
141	62	663.6	2.1
141	62	671.8	2.0
141	100	874.2	2.3
141	100	871.0	2.8
172	75	975.8	2.3
172	25	833.2	2.6
188	100	1015.0	2.3
188	100	1013.2	2.1
203	25	645.6	3.0
235	25	744.2	2.5
235	25	734.8	2.1
235	50	1074.2	2.3
235	75	819.4	2.2
235	100	936.2	2.7
235	100	945.4	2.1
Rata-rata (<i>average</i>)		855.3	2.3
Nilai maksimum (<i>maximum value</i>)		1074.2	3.0
Nilai minimum (<i>minimum value</i>)		645.6	1.9
Kontrol (<i>control</i>)		888.8	2.8

menggambarkan bagaimana coklat bisa bertahan saat digigit di dalam mulut; sedangkan tekstur produk yang dinilai secara hedonik, menggambarkan kondisi nyata bagaimana produk yang bersangkutan disukai berdasarkan tingkat kekerasan dan perasaannya di dalam mulut. Hasil penghitungan nilai korelasi menunjukkan tidak adanya hubungan yang nyata antara kekerasan produk dengan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur coklat ($r = 0,07$). Hal ini menggambarkan bahwa kesukaan panelis benar-benar hanya mengandalkan kesukaannya terhadap rasa (sensasi) tekstur produk coklat saat berada di dalam mulut. Tekstur yang disukai tidak harus berasal dari produk coklat yang keras ataupun lunak.

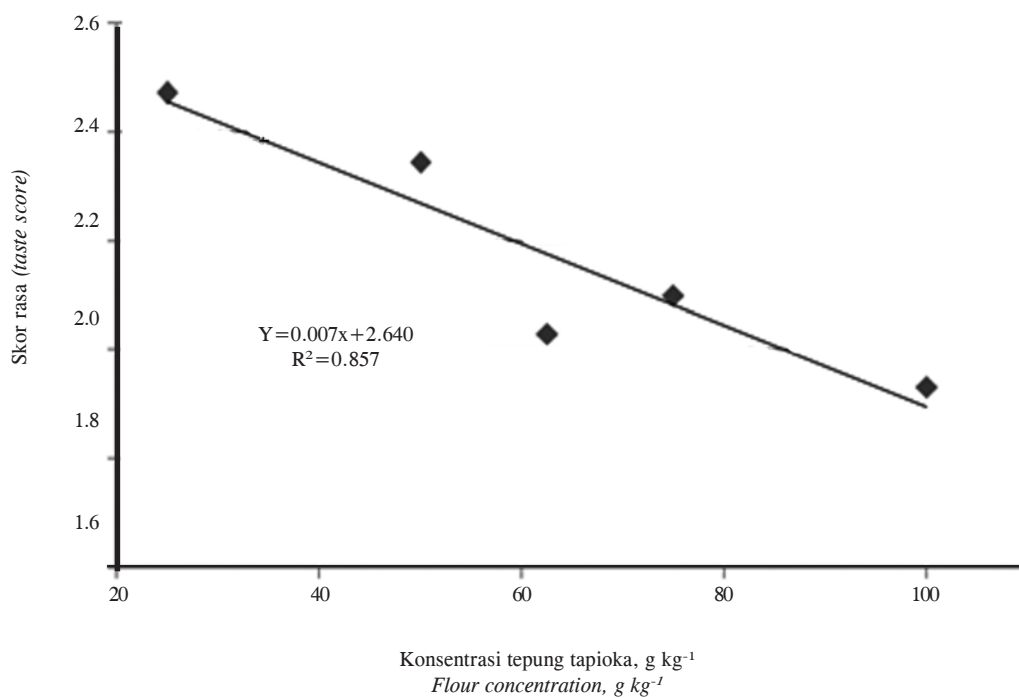
Menurut Andrae-Nightingale *et al.* (2009) dan Afoakwa *et al.* (2008b,c), kekerasan dan tekstur produk coklat dipengaruhi oleh suhu yang berfluktuasi dan kelembaban yang dilalui selama masa penyimpanan. Fluktuasi suhu juga dapat memacu terbentuknya *blooming* dengan cara mencairkan dan mengkristalkan kembali lemak, ditandai terbentuknya bercak-bercak putih di permukaan produk coklat, dan tekstur coklat yang menjadi rapuh. Sejumlah peneliti seperti Lonchamp & Hartel (2004), Briones & Aguilera (2005) dan Altimiras *et al.* (2007) menggunakan fluktuasi suhu untuk menentukan stabilitas produk coklat terhadap *blooming*.

Rasa, Aroma dan Penerimaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan tepung tapioka berpengaruh nyata terhadap skor rasa, aroma dan penerimaan produk coklat yang dihasilkan. Pengaruhnya terhadap ketiga

parameter tersebut bersifat linier (Gambar 3). Perbedaan konsentrasi fruktosa dari 141–235 g kg⁻¹ tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,1$). Persepsi panelis terhadap rasa, aroma dan penerimaan coklat batangan menurun secara nyata seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung tapioka. Kendati secara statistik tidak berbeda nyata ($p > 0,1$), skor rasa, aroma dan penerimaan pada konsentrasi tepung tapioka rendah (25 g kg⁻¹) menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi fruktosa dan mencapai puncak pada konsentrasi 203 g kg⁻¹ (Tabel 4). Skor yang dihasilkan dapat menyamai, bahkan melampaui skor coklat kontrol. Kondisi tersebut memberikan gambaran penggunaan tepung tapioka dalam formulasi coklat dengan sumber manis fruktosa dapat digunakan pada konsentrasi yang terbatas, bahwa dalam penelitian ini terbatas pada konsentrasi 25 g kg⁻¹.

Penggunaan tepung tapioka pada formulasi coklat dengan sumber manis fruktosa dimaksudkan untuk menjadi bahan pengisi massa yang dalam formulasi standar diisi oleh massa sukrosa. Penurunan karakter rasa, aroma dan penerimaan produk dengan meningkatnya konsentrasi tepung tapioka diduga seiring dengan pengenceran konsentrasi citarasa coklat, sehingga intensitasnya menurun. Di samping itu, tapioka juga diduga memiliki citarasa bawaan yang berbeda dengan karakter citarasa coklat, sehingga diterima sebagai citarasa yang negatif. Menurut Muthia *et al.* (2010), tepung tapioka memiliki sifat-sifat yang serupa dengan tepung gandum, sagu dan kentang, tetapi dalam pembuatan adonan menghasilkan citarasa yang lebih rendah dibanding tepung sagu.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi tepung tapioka terhadap skor rasa, aroma dan penerimaan produk cokelat batangan.

Figure 3. Effect of tapioca flour concentration on taste, aroma and overall acceptance score of bar chocolate.

Tabel 4. Skor rasa, aroma dan penerimaan cokelat batangan menggunakan 25 g kg⁻¹ tepung tapioka dan beberapa konsentrasi fruktosa

Table 4. Taste, aroma and overall acceptance score of bar chocolate formulated with 25 g kg⁻¹ tapioca flour and some fructose concentrations

Fruktosa <i>Fructose</i> g kg ⁻¹	Rasa <i>Taste</i> 0 – 5	Aroma <i>Aroma</i> 0 – 5	Penerimaan keseluruhan <i>Overall acceptance</i> 0 – 5
141	2.2±0.7	2.3±1.0	2.4±1.6
172	2.1±1.0	2.4±1.2	2.6±1.0
188	2.2±1.3	2.4±1.1	2.3±1.2
203	3.5±1.0	2.8±1.2	3.4±1.1
235	2.4±1.3	2.3±1.1	2.6±1.2
Kontrol (<i>control</i>)	3.1±1.1	2.7±1.3	2.9±1.1

KESIMPULAN

Fruktosa dan tepung tapioka dapat digunakan dalam formulasi pembuatan cokelat batangan bermutu. Konsentrasi fruktosa dan tepung tapioka masing-masing pada rentang 141–235 g kg⁻¹ dan 25–100 g kg⁻¹ tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter-parameter pengujian, kecuali kehalusan pasta dan sifat organoleptik dalam hal rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan. Konsentrasi fruktosa secara kuadratik meningkatkan ukuran partikel adonan, sedangkan konsentrasi tepung tapioka secara linier menurunkan rasa, aroma dan penerimaan produk. Penggunaan tepung tapioka sebagai pengisi massa adonan untuk menghasilkan cokelat yang bermutu terbatas sampai 25 g kg⁻¹, selebihnya akan menurunkan mutu produk cokelat yang dihasilkan. Formula optimum cokelat batangan dengan sumber manis fruktosa adalah pada konsentrasi fruktosa 203 g kg⁻¹ dan tepung tapioka 25 g kg⁻¹.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia atas kesempatan dan dukungan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh staf dan laboran Pilot Plant Produksi Cokelat dan Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, serta Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E.O.; A. Paterson & M. Fowler (2007). Factor influencing rheological and textural qualities in chocolate—a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 290–298.
- Afoakwa, E.O.; A. Paterson; M. Fowler & J. Vieira (2008a). Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *European Food Research and Technology*, 226, 1259–1268.
- Afoakwa, E.O.; A. Paterson; M. Fowler & J. Vieira (2008b). Fat bloom development and structure–appearance relationships during storage of under-tempered dark chocolates. *Journal of Food Engineering*, 91, 571–581.
- Afoakwa, E.O.; A. Paterson; M. Fowler & J. Vieira (2008c). Microstructure and mechanical properties relating to particle size distribution and composition in dark chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*, 1226, 365–2621.
- Afoakwa, E.O.; A. Paterson; A. Ryan & M. Fowler (2009). Matrix effects on flavour volatiles release in dark chocolates varying in particle size distribution and fat content using GC–mass spectrometry and GC–olfactometry. *Food Chemistry*, 113, 208–215.
- Ali, A.; S. Jinap; Y.B. Che Man & A.M. Suria (2000). Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. *Food Chemistry*, 72, 491–497.
- Altimiras, P.; L. Pyle & P. Bouchon (2007). Structurefat migration relationships during storage of cocoa butter model

bars: bloom development and possible mechanisms. *Journal of Food Engineering*, 80, 600–610.

- Andrae-Nightingale, L.M.; S.Y. Lee & J.E. Nicki (2009). Textural changes in chocolate characterized by instrumental and sensory techniques. *Journal of Texture Studies*, 40, 427–444.
- Beckett, S.T. (2008). *The science of chocolate (2nd ed.)*. London, Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.
- Biehl, B. (1986). Cocoa fermentation and problem of acidity, over-fermentation and low cocoa flavor. p. 561–566. In: *International Conference on Cocoa and Coconuts: Progress and Outlook*. Kuala Lumpur: Incorporated Society of Planters.
- Biehl, B. & J. Voigt (1994). Biochemical approach to raw cocoa quality improvement: Comparison of seed proteins and proteases in their ability to produce cocoa aroma precursors p. 271–285. *Proceeding of the Malaysian International Cocoa Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, 20–22 October 1994.
- Biehl, B.; E. Brunner; D. Passern; V.C. Quesnel & D. Adomako (1985). Acidification, proteolysis and flavor potential in fermenting cocoa beans. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 36, 583–598.
- Briones, V. & J.M. Aguilera (2005). Image analysis of changes in surface color of chocolate. *Food Research International*, 38, 87–94.
- Dillinger, T.L.; P. Barriga; S. Escárcega; M. Jiminez; D.S. Lowe & L.E. Grivetti (2000). Food of the gods: Cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *Journal of Nutrition*, 130, 2057–2072.
- Do, T-A.L.; J.M. Hargreaves; B. Wolf; J. Hort & J.R. Mitchell (2007). Impact of particle size distribution on rheological and textural properties of chocolate models with reduced fat content. *Journal of Food Science*, 72, 541–552.
- Hanover, L.M. & J.S. White (1993). Manufacturing, composition, and application of fructose. *Journal of Clinical Nutrition*, 58, 724–732.
- Hii, C.L.; C.L. Law; S. Suzannah; Misnawi & M. Cloke (2009). Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2009, 2, 702–722.
- Jalil, M.A.M. & A. Ismail (2008). Polyphenols in cocoa and cocoa products: Is there a link between antioxidant properties and health? *Molecules*, 13, 2190–2219.
- Jinap, S. (2010). Cocoa flavor and its affecting factors. p. 195–218. In: Misnawi & T. Wahyudi, *Cocoa Chemistry and Technology: Roles of Polyphenols and Enzyme Reactivation in Flavor Development of Under-Fermented Cocoa Beans*. Koln: LAP Lambert Academic Publishing.
- Jinap, S.; L.H. Thien & Misnawi (2003). Fat migration of peanut paste and palm-mid fraction fillings into dark chocolate coatings. *ASEAN Food Journal*, 12, 127–136.
- Kyi, T.M.; W.R.W. Daud; A.B. Mohammad; M.W. Samsudin; A.A.H. Kadhum, & M.Z.M. Talib (2005). The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 323–331.
- Lee, K.W.; Y.J. Kim; H.J. Lee & C.Y. Lee (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 7292–7295.
- Lonchamp, P. & R.W. Hartel (2004). Fat bloom in chocolate and compound

- coatings. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 241–274.
- Melanson K.J.; L. Zukley; J. Lowndes; V. Nguyen; T.J. Angelopoulos & J.M. Rippe (2007). Effects of high-fructose corn syrup and sucrose consumption on circulating glucose, insulin, leptin, ghrelin and on appetite in normal-weight women. *Nutrition*, 23, 103–112.
- Misnawi (2009). Changes in procyanidins and tannin concentration as affected by cocoa liquor roasting. *Pelita Perkebunan*, 25, 126–140.
- Misnawi; S. Jinap; B. Jamilah & S. Nazamid (2002). Activation of remaining key enzymes in dried under-fermented cocoa beans and its effect on aroma precursors formation. *Food Chemistry*, 78, 407–417.
- Muthia, D.; H. Nurul & I. Noryati (2010). The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal*, 17, 877–884.
- Othman, A.; A. Ismail; N. Abdul Ghani & I. Adenan (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chemistry*, 100, 1523–1530.
- Ramli, N.; O. Hassan; M. Said; W. Samsudin & N.A. Idris (2006). Influence of roasting condition on volatile flavour of roasted Malaysian cocoa beans. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30, 280–298.
- Rawel, H.M. & S.E. Kulling (2007). Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2, 399–406.
- Reineccius, G. (2006). *Flavour Chemistry and Technology* (2nd ed.). Boca Raton, USA: CRC Press.
- Selmi, C.; C.A. Cocchi; M. Lanfredini & C.L. Keen (2008). Chocolate at heart: The anti-inflammatory impact of cocoa flavanols. *Molecular Nutrition and Food Research*, 52, 1340–1348.
- Tabernerero, M.; J. Serrano & F. Saura-Calixto (2006). The antioxidant capacity of cocoa products: contribution to the Spanish diet. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 28–32.
- Voigt, J.; D. Wrann; H. Heinrichs & B. Biehl (1994). The proteolytic formation of essential cocoa-specific aroma precursors depends on particular chemical structures of the vicilin-class globulin of the cocoa seeds lacking in the globular storage proteins of coconuts, hazelnuts and sun flower seeds. *Food Chemistry*, 51, 197–205.
- Winarno (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wollgast, J. & E. Anklam (2000). Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33, 423–447.
- Ziegler, G.R.; G. Mongia & R. Hollender (2001). Role of particle size distribution of suspended solids in defining the sensory properties of milk chocolate. *International Journal of Food Properties*, 4, 353–370.
