

Optimasi Suhu dan Lama Penyangraian Biji Kakao Menggunakan Penyangrai Skala Kecil Tipe Silinder

Optimization of Temperature and Duration of Cocoa Beans Roasting in a Cylindrical Roaster

Misnawi¹⁾, Sri-Mulato¹⁾, Sukrisno Widyotomo¹⁾, Awad Sewet²⁾ and Sugiyono²⁾

Ringkasan

Dalam rangka memasyarakatkan pengolahan biji kakao menjadi produk-produk olahan sebagai salah satu upaya peningkatan nilai tambah dalam agribisnis kakao dan peningkatan tingkat konsumsi kakao dalam negeri, sebuah alat penyangrai tipe silinder telah direkayasa untuk kapasitas 15 kg biji kakao kering. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi kondisi operasi yang meliputi suhu dan lama penyangraian untuk menghasilkan bubuk kakao bermutu. Optimasi terhadap kedua variabel tersebut dilakukan menggunakan rancangan *Response Surface Methodology* masing-masing pada rentang 110–140°C dan 20–60 menit. Parameter yang diamati meliputi profil suhu selama penyangraian, bilangan peroksida lemak, warna dan sifat organoleptik bubuk kakao yang dihasilkan serta uji mikrobiologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu biji pada 2–8 menit pertama di dalam silinder sangrai turun dari 50°C ke 30°C, sebelum meningkat kepada suhu yang dipasang dengan laju 10°C per menit. Suhu dan lama penyangraian berpengaruh secara interaktif terhadap bilangan peroksida lemak kakao dan warna serta sifat organoleptik bubuk kakao yang dihasilkan. Kondisi optimum penyangraian dicapai pada suhu 140°C dengan lama 20 menit. Penyangraian biji secara nyata mengurangi total mikroba pada bubuk kakao, sementara pada sampel hasil sangrai juga tidak ditemukan adanya mikroba berbahaya *Escherichia coli*.

Summary

A small scale cylindrical type cocoa roaster has been designed to improve Indonesian smallholder income and commence utilization of cocoa-base products. Capacity of the roaster was at 15 kg dried cocoa beans. Operating condition of the instrument in terms of temperature and duration of roasting for cocoa powder production has been optimized by using Response Surface Methodology in the range of 110–140°C for the former and 20–60 minute for the latter. Variable of the study were temperature profile, peroxide value of cocoa butter, color and sensory properties of the resultant cocoa powder and microbial con-

¹⁾ Peneliti, Senior Peneliti dan Peneliti (*Researcher, Researcher Senior and Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.

²⁾ Alumni (*Graduate*); Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.

tamination. Result of the study showed that cocoa bean's temperature at the first 2–8 minute roasting was 30–50°C, before increased as high 10°C per minute to the adjusted temperature. Temperature and duration of roasting influenced interactively on peroxide value of cocoa butter, color and sensory properties of the resultant cocoa powder. An optimum roasting for cocoa powder preparation was obtained at temperature of 140°C and roasting time of 20 minute. Roasting treatment significantly reduced number of microbe in total plate count, however most probable number (MPN) of coliform in term of Escherichia coli was not detected.

Key words : Cocoa bean, cocoa powder, cocoa butter, roasting, small scale cylindrical roaster, sensory properties, *Escherichia coli*.

PENDAHULUAN

Penyangraian merupakan tahapan utama yang harus dilakukan dalam proses produksi bubuk kakao maupun pasta cokelat. Selama penyangraian terjadi reaksi-reaksi kimia pembentukan aroma khas cokelat dari calon-calon pembentuknya melalui reaksi Maillard (Jinap *et al.*, 1998; Puziah & Jinap, 1998a, b; Maga, 1992). Pirazin adalah senyawa utama penyusun perisa khas cokelat yang dihasilkan selama penyangraian (Misnawi *et al.*, 2004a, Puziah *et al.*, 1998a). Penyangraian juga mengurangi rasa sepat dari senyawa polifenol (Misnawi *et al.*, 2004b) dan rasa asam dari senyawa-senyawa asam organik.

Mutu produk kakao hasil sangrai ditentukan oleh mutu biji dan kondisi penyangraiannya. Secara fisik, biji kakao setelah penyangraian menjadi berwarna lebih gelap dan lebih rapuh (Minifie, 1990; Jackson, 1990). Penyangraian merupakan proses yang harus benar-benar diperhatikan untuk menghasilkan produk cokelat yang bermutu baik (Hoskin & Dimick, 1994).

Penyangraian biji kakao umumnya dilakukan pada suhu 110–220°C sesuai tipe

biji, pemanasan diperlukan untuk pelepasan sejumlah air dari dalam biji yang selanjutnya akan diikuti dengan proses pencoklatan non-enzimatis dan pembentukan komponen-komponen perisa (Hoskin & Dimick, 1994). Biji kakao Ghana memerlukan perlakuan suhu yang relatif tinggi, yaitu antara 148–184°C, sedangkan biji kakao Caracas dan Maracaibos memerlukan suhu sangrai yang lebih rendah, yaitu 131–146°C (Meursing, 1983). Panas harus diberikan dalam intensitas dan waktu yang cukup untuk perkembangan perisa, namun demikian panas yang berlebihan dapat mengakibatkan kehilangan dan kerusakan perisa. Penyangraian pada umumnya dilakukan menggunakan kombinasi waktu panjang-suhu rendah atau waktu pendek-suhu tinggi (Holm, 1991).

Kleinert (1994) mengelompokkan penyangraian biji kakao ke dalam tiga metode, yaitu penyangraian biji kakao utuh (*whole bean roasting*), penyangraian keping biji (*nib roasting*) dan penyangraian massa kakao (*mass roasting*). Lebih lanjut Kettenberg & Kemmink (1993) menyatakan bahwa dalam industri cokelat penyangraian biji kakao utuh lebih umum digunakan, sedangkan untuk industri pengempaan kakao, penyangraian

keping biji lebih banyak digunakan. Penyangraian keping biji kakao banyak dipilih karena dianggap lebih merata dalam penyebaran panas sangrai, memiliki kecepatan penguapan air yang lebih tinggi, dan menghasilkan luaran yang lebih besar untuk waktu, energi dan ruang yang sama (Dimick & Hoskin, 1981).

Menurut Kleinert (1994), Urbanski (1989) dan Minifie (1990), industri-industri coklat pada mulanya melakukan penyangraian biji kakao dalam sistem sangrai terputus dengan cara pemanasan yang sangat sederhana melalui prinsip konduksi. Dalam perkembangan selanjutnya, banyak digunakan pemanasan dengan cara mengalirkan udara panas ke dalam massa biji kakao, sebelum metode penyangraian secara sinambung (*continuous*) dipakai secara meluas. Penyangraian biji utuh secara sinambung dalam silinder berputar lebih disukai karena lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar, menghasilkan biji pecah lebih sedikit dan kehilangan lemak karena migrasi ke kulit lebih kecil.

Beberapa kelemahan yang terdapat dalam penyangraian biji kakao utuh adalah hasil sangrai yang kurang rata karena variasi ukuran biji, pemindahan panas kurang efisien, penguapan gas-gas volatil yang tidak dikehendaki kurang intensif dan terjadinya migrasi lemak dari keping biji ke kulit (Kleinert, 1994; Urbanski, 1989). Lebih lanjut dinyatakan bahwa metode penyangraian ini juga memungkinkan benda-benda asing bersinggungan dengan biji kakao dan memungkinkan gas yang dihasilkan mengkontaminasi keping biji (Kleinert, 1994).

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, sebelumnya telah merancang alat penyangrai biji kopi bertipe silinder dengan kapasitas 10–20 kg biji kopi beras (Gambar 1). Uji kinerja penyangrai untuk pembuatan bubuk kopi telah dilakukan oleh Sri-Mulato (2002). Penyangrai tersebut juga berpotensi untuk digunakan sebagai penyangrai biji kakao. Hasil penelitian pendahuluan, menunjukkan bahwa penyangrai tipe silinder dimaksud mampu menyangrai biji kakao dengan kapasitas 15 kg biji kakao kering per *batch*. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kinerja alat dalam penyangraian biji kakao dan sekaligus mencari kondisi optimum untuk menghasilkan bubuk kakao bermutu.

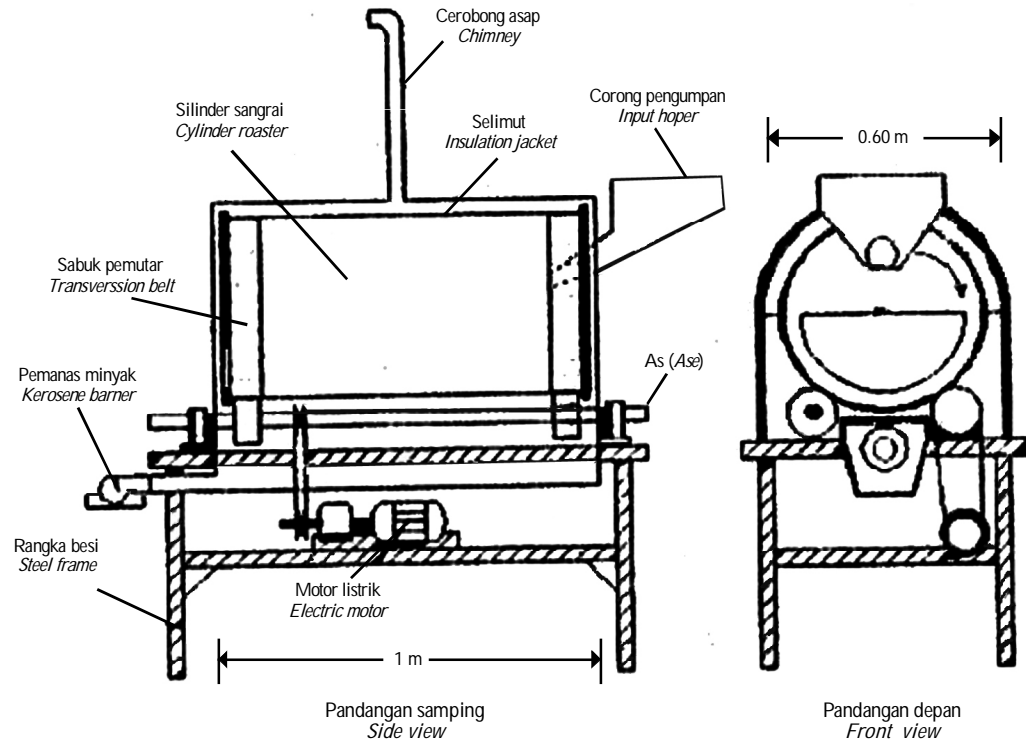
BAHAN DAN METODE

Biji kakao

Biji kakao yang digunakan untuk penelitian adalah biji kakao terfermentasi penuh berukuran C (SNI 2323–2000). Biji kakao tersebut diperoleh dari Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

Mesin Penyangrai

Mesin penyangrai dirancang berbentuk silinder, terbuat dari logam seperti diuraikan dalam Sri-Mulato (2002) (Gambar 1). Silinder sangrai berukuran panjang 1 m dan diameter 0,6 m. Kapasitas penyangraian adalah 15 kg biji kakao kering per *batch*. Sumber panas berasal dari pembakaran minyak tanah yang disalurkan ke kompor



Gambar 1. Penyangrai biji kakao tipe silinder kapasitas 15 kg.
 Figure 1. Cylindrical tipe cocoa bean roaster at 15 kg capacity.

pembakar dengan bantuan tekanan 2 atm. Panas di ruang sangrai dapat mencapai 225°C. Rotasi silinder diatur pada empat putaran per menit.

Rancangan optimasi suhu dan lama sangrai

Optimasi suhu dan lama penyangraian biji kakao dilakukan menggunakan rancangan *Response Surface Methodology*. Suhu dan lama sangrai masing-masing dioptimasi pada rentang 110–140°C dan 20–60 menit.

Kombinasi kedua faktor penyangraian tersebut disajikan pada Tabel 1.

Pemantauan Suhu Penyangrai

Suhu penyangrai dipantau menggunakan *data logger*. Sensor suhu ditempatkan di lima titik, yaitu ruang pembakar, ruang sangrai (biji kakao), ruang antara silinder dan isolator, pangkal cerobong gas buang dan ujung cerobong gas buang. Evaluasi profil suhu penyangrai dilakukan pada penyangraian biji kakao pada suhu 140°C selama 60 menit.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan suhu dan lama penyangraian biji kakao

Table 1. Combination treatment of temperature and duration of cocoa bean roasting

Urutan perlakuan <i>Treatment squence</i>	Suhu, °C <i>Temperature, °C</i>	Lama, menit <i>Duration, min</i>
1	140	20
2	130	33
3	110	47
4	125	20
5	140	40
6	110	33
7	140	60
8	120	60
9	140	40
10	140	60
11	110	60
12	110	60
13	110	20
14	125	20
15	140	20
16	130	60

Kadar Air

Profil perubahan kadar air biji kakao diukur pada penyangraian suhu 110°, 130°C dan 140°C selama 60 menit. Pengukuran kadar air menggunakan metode standar seperti dinyatakan dalam Standar Biji Kakao SNI 2323–2000.

Bilangan Peroksida Lemak Kakao

Bilangan peroksida merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk melihat mutu lemak kakao. Bilangan peroksida diukur menggunakan titrasi iodometri. Lima gram lemak kakao dari biji

kakao hasil perlakuan sangrai dilarutkan dalam campuran asam asetat–kloroform (2:3, v/v). Lima ratus mikroliter potassium iodida jenuh kemudian ditambahkan dan dihomogenasi dengan menambahkan 30 ml air suling sampai rata. Titrasi dilakukan dengan larutan titar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pada konsentrasi 0,1 N yang dibantu dengan indikator pati yang diberikan menjelang titrasi berakhir. Bilangan peroksida dinyatakan sebagai meq peroksida per kilogram lemak kakao.

Uji Kesukaan Terhadap Bubuk Kakao

Uji kesukaan dilakukan menggunakan uji hedonik dengan melibatkan 25 panelis. Sepuluh gram bubuk kakao hasil perlakuan dilarutkan dalam 90 ml air mendidih, diaduk dan disajikan kepada panelis. Uji kesukaan dilakukan terhadap atribut aroma, rasa dan warna. Pengujian dilakukan menggunakan lima skala, yang merupakan pada rentang dari 0 untuk penilaian sangat tidak suka sampai 5 untuk penilaian sangat suka.

Uji Mikrobiologi

Uji mikrobiologi dilakukan terhadap biji kakao sebelum penyangraian dan hasil penyangraian serta hasil pembubukan perlakuan terbaik menurut uji organoleptik dan kimia. Pengujian tingkat kontaminasi mikroba dilakukan melalui uji total mikroba (*total plate count, TPC*) dan uji kemungkinan adanya *Escherichia coli*. Pengujian dilakukan di laboratorium mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Total Plate Count (TPC)

Jumlah mikroba yang kemungkinan berada pada biji dan bubuk kakao hasil penyangraian diuji dengan *total plate count* (TPC). Sebanyak 25 gram hancuran biji atau bubuk kakao ditambah dengan 225 ml HCl 0,85% dan dicampur menggunakan *stomacher* selama lima menit. Setelah dilakukan pengenceran pada rentang 10^{-1} sampai 10^{-4} , sampel kemudian dipindahkan pada medium *plate count agar* (PCA) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48–72 jam. Di akhir masa inkubasi, dilakukan penghitungan jumlah koloni.

Kemungkinan Adanya *Escherichia coli*

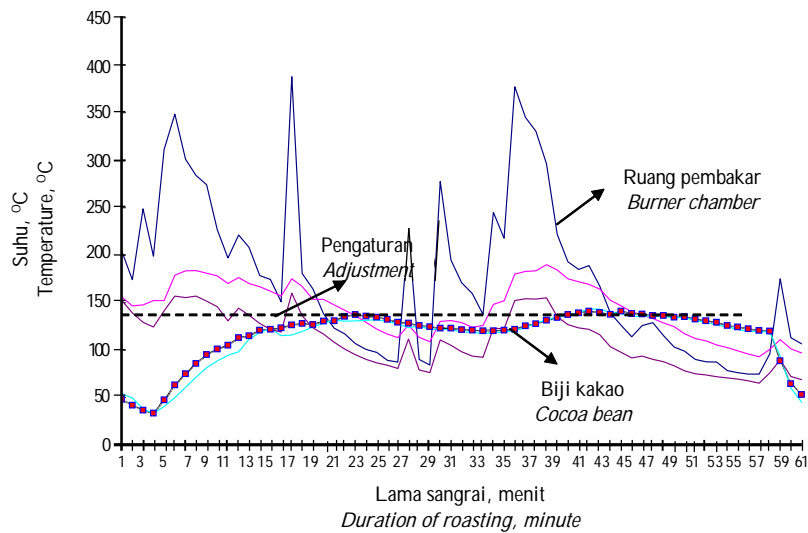
Sampel hasil pelarutan seperti pada uji TPC, dimasukkan ke dalam tabung Durham dan ditambah media Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB), selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Apabila pengamatan menunjukkan hasil “positif” yang ditandai dengan dihasilkannya gelembung udara, maka inkubasi dilanjutkan pada suhu 45°C selama 48 jam untuk pengujian *E. coli*. Setelah masa inkubasi berakhir, sampel digoreskan pada media agar *Eosin Methylene Blue* (EMB). Pembentukan warna hijau metalik merupakan indikator adanya kontaminasi *E. coli*. Apabila didapatkan hasil yang demikian, kepastian kontaminasi *E. coli* dilakukan dengan uji *Indole, methyl red, Voges-Proskauer and citrate* (IMViC) (Powers & Latt, 1977).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Suhu Selama Penyangraian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu biji kakao pada 2–8 menit pertama penyangraian turun dari 50°C menjadi 30°C, sebelum meningkat ke suhu pengaturan dengan kecepatan sekitar 10°C per menit (Gambar 2). Suhu pengaturan 140°C dicapai setelah 20 menit penyangraian. Kecepatan pencapaian suhu sangat ditentukan oleh besarnya kompor pemanas dan jumlah biji kakao yang disangrai. Pada tahap awal penyangraian, energi panas sebagian besar diserap oleh massa biji kakao sehingga terjadi netralisasi panas dan secara keseluruhan suhu yang terukur di permukaan biji menurun. Energi panas dari pembakaran selanjutnya sebagian besar diserap oleh biji untuk menguapkan air dan penyetaraan dengan suhu sangrai. Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa dua kompor minyak tanah yang dipasang di bagian bawah silinder penyangrai sudah cukup untuk mengkompensasi panas yang hilang dan digunakan dalam penyangraian.

Pengaturan pembakaran yang dilakukan untuk mempertahankan suhu sangrai biji yang diinginkan ternyata menghasilkan suhu di ruang pembakaran yang sangat fluktuatif, bahkan sering mencapai dua kali lipat suhu yang diinginkan. Namun demikian, fluktuasi suhu tersebut tidak banyak mempengaruhi suhu biji di dalam silinder sangrai. Beberapa kinerja teknis dari alat penyangrai ini



Gambar 2. Profil suhu penyangrai tipe silinder selama penyangraian biji kakao pada 140°C.
 Figure 2. Temperature profile of cylindrical type roaster during cocoa bean roasting at 140°C.

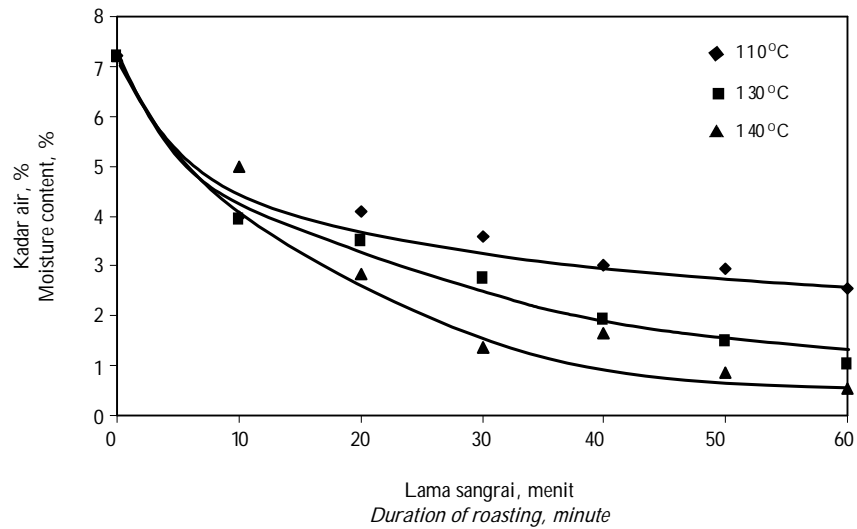
sebelumnya telah dikaji oleh Sri-Mulato (2002) pada penyangraian biji kopi.

Perubahan Kadar Air Biji

Pengamatan perubahan kadar air biji kakao selama 60 menit penyangraian (Gambar 3) menunjukkan bahwa suhu penyangraian berpengaruh terhadap laju penurunan kadar air. Semakin tinggi suhu sangrai, laju penurunan kadar air semakin cepat. Kadar air akhir setelah 60 menit penyangraian juga berbeda antarsuhu penyangraian, yaitu 0,5%; 1% dan 3% masing-masing untuk suhu 140°C; 130°C dan 110°C. Holm (1991) menyebutkan bahwa pada saat penyangraian, panas harus diberikan dalam jumlah dan waktu yang

cukup untuk penguapan air biji kakao dan pembentukan cita rasa khas cokelat. Panas juga harus diberikan secara konstan untuk menghindari terjadinya pembakaran sel. Menurut Hoskin & Dimick (1994), suhu penyangraian biji kakao dapat diatur pada kisaran 110–220°C tergantung pada tipe biji.

Mutu biji kakao hasil sangrai ditentukan oleh asal biji dan kondisi sangrai. Selama penyangraian terjadi perubahan fisiko-kimia dalam biji kakao yang ditandai dengan penurunan kadar air, terbentuknya aroma khas cokelat, penurunan rasa sepat, keping biji menjadi rapuh dan secara umum warnanya menjadi lebih gelap (Minifie, 1990; Jackson, 1990). Oksidasi senyawa polifenol dan reaksi pencoklatan non-enzimatik adalah penyumbang utama terbentuknya warna



Gambar 3. Perubahan kadar air biji kakao selama penyangraian menggunakan tiga suhu yang berbeda.
 Figure 3. Changes in moisture content during cocoa bean roasting at three different temperatures.

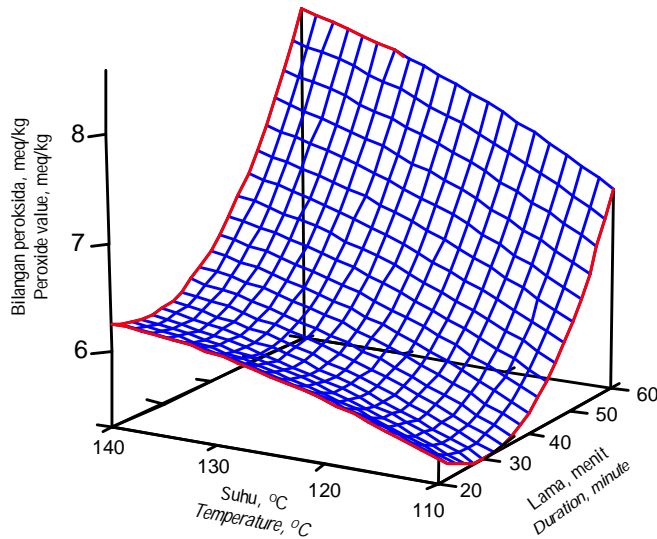
coklat gelap pada biji kakao hasil sangrai. Selama penyangraian, senyawa-senyawa calon pembentuk cita rasa terutama dari golongan asam amino, peptida dan gula pereduksi, berinteraksi melalui reaksi Maillard membentuk senyawa aroma seperti pyrazin, karbonil dan ester. Komponen aroma tersebut secara nyata meningkatkan intensitasnya pada penyangraian biji selama 35 sampai 65 menit pada suhu 140°C (Jinap *et al.*, 1998).

Bilangan Peroksida Lemak Kakao

Bilangan peroksida lemak dapat dijadikan sebagai indikator kerusakan akibat kesalahan penyangraian. Hasil analisis keragaman bilangan peroksida menunjukkan bahwa suhu dan lama sangrai berpengaruh

terhadap bilangan peroksida secara linier dan tidak ada interaksi antara keduanya. Peningkatan suhu maupun lama sangrai meningkatkan bilangan peroksida lemak kakao yang dihasilkan (Gambar 4). Bilangan peroksida lemak dari biji kakao hasil sangrai berkisar antara 5,30–9,20 meq/1000 g. Walaupun kandungan bilangan peroksida tidak dipersyaratkan di dalam standar lemak kakao (*CODEX standard for cocoa butter, CODEX STAN 86-1981, Rev.1-2001* maupun *CODEX standard for cocoa butter confectionery, CODEX STAN 147-1985*), kecenderungan kenaikan bilangan peroksida tersebut harus diwaspadai, karena bisa terakumulasi dan dapat menyebabkan ketengikan lemak.

Senyawa peroksida merupakan produk yang terbentuk pada awal proses oksidasi lemak di saat radikal bebas bereaksi dengan



Gambar 4. Pengaruh suhu dan lama sangrai terhadap bilangan peroksida lemak kakao.

Figure 4. Effect of temperature and duration of roasting on peroxide value of cocoa butter.

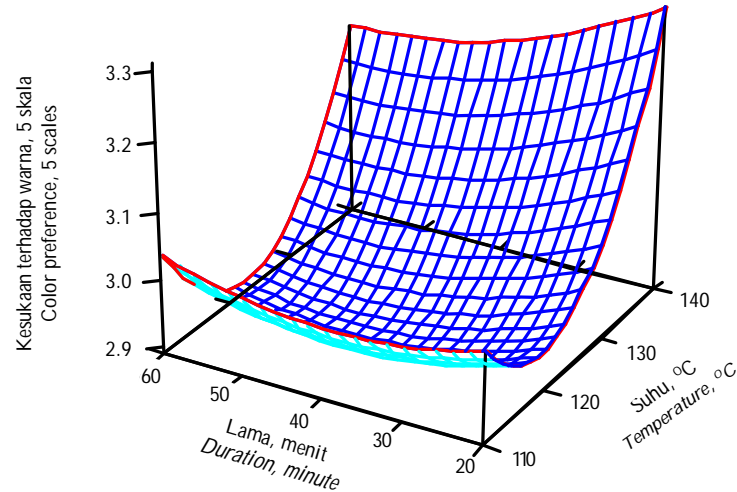
oksigen. Peroksida bersifat tidak stabil dan akan terdekomposisi secepat pembentukannya. Setelah periode induksi, kecepatan pengikatan oksigen semakin bertambah dan terjadi akumulasi di dalam lemak. Pembentukan peroksida berlangsung terus sampai tercapai kondisi maksimum. Setelah kondisi tersebut, kandungan peroksida akan menurun, sedangkan kandungan oksigen bertambah besar. Penurunan kandungan peroksida terjadi karena adanya pembentukan senyawa aldehida, alkohol, hidrokarbon dan senyawa lain yang mudah menguap. Peroksida dalam lemak akan terurai lagi menjadi senyawa-senyawa yang menyebabkan bau tengik dan rasa getir pada produk pangan.

Warna Bubuk Kakao

Warna bubuk kakao dipengaruhi oleh intensitas sangrai biji. Hasil evaluasi tingkat

kesukaan panelis memberikan penilaian tertinggi pada bubuk kakao hasil sangrai pada suhu 140°C, dengan lama sangrai 20 menit (Gambar 5), walaupun lama sangrai tidak banyak mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Pada suhu sangrai 140°C, bubuk kakao berwarna coklat cerah, sedangkan di bawah suhu tersebut warna bubuk yang dihasilkan masih tampak muda dan pucat. Peningkatan lama sangrai menyebabkan warna bubuk kakao menjadi semakin gelap dan mengurangi kesukaan panelis.

Warna bubuk kakao terutama terbentuk dari hasil oksidasi senyawa polifenol dan pencoklatan non-enzimatis yang terjadi selama penyangraian. Polifenol kakao, dalam hal ini katekin dan prosianidin, sebagian teroksidasi secara enzimatik oleh enzim polifenol oksidase selama proses fermentasi dan awal pengeringan (Misnawi *et al.*, 2002). Senyawa hasil oksidasi selanjutnya



Gambar 5. Pengaruh suhu dan lama sangrai terhadap sensori warna.

Figure 5. Effect of temperature and duration of roasting on color preference.

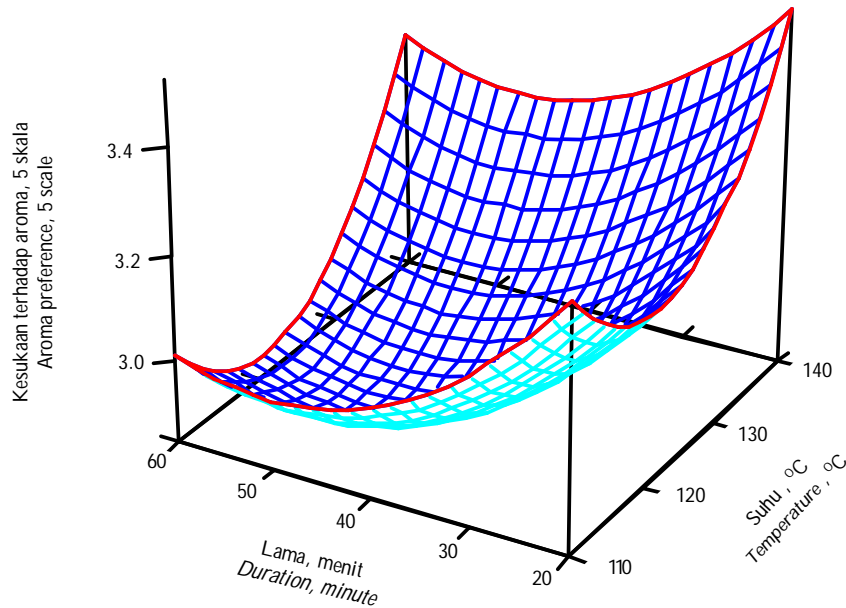
berpolimerisasi bersama asam-asam amino membentuk senyawa melanin yang berwarna coklat kekuningan. Selama penyangraian, melalui pencoklatan non-enzimatis yang dipacu oleh suhu dan ketersediaan oksigen, senyawa-senyawa tersebut dan senyawa-senyawa lain seperti sisa flavonoid, antosianin, asam amino, protein dan karbohidrat membentuk senyawa kompleks yang memiliki warna yang berbeda-beda. Peningkatan intensitas sangrai biji kakao biasanya diikuti dengan pembentukan warna gelap bubuk yang dihasilkan. Menurut Bonvehi & Coll (2002), senyawa tanin seperti flavon dan flavan-3-ol bertanggung jawab terhadap pembentukan berbagai warna bubuk kakao selama proses penyangraian dan alkalisasi.

Aroma dan Cita Rasa Cokelat

Aroma dan cita rasa khas cokelat merupakan faktor penentu utama mutu bubuk

kakao. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas aroma maupun cita rasa khas cokelat yang tinggi dicapai pada penyangraian menggunakan suhu tinggi, yaitu 140°C (Gambar 6 dan 7). Di sisi lain, adanya peningkatan lama sangrai ternyata tidak dapat meningkatkan intensitas cita rasa, bahkan cenderung menurunkan (Gambar 6 dan 7).

Pada suhu rendah, aroma khas cokelat yang terbentuk masih rendah dan ada kecenderungan penyangraian yang semakin lama menghasilkan aroma yang semakin kurang disukai. Di samping pembentukan aroma khas cokelat yang terbatas, pada suhu tersebut massa kakao diduga dikontaminasi oleh zat-zat volatil hasil penguapan bahan-bahan organik, khususnya asam yang terbentuk selama fermentasi dan pengeringan. Pada suhu yang tinggi (140°C) tampak aroma khas cokelat terbentuk dengan intensif dan zat-zat pengkontaminan sebagian besar telah teruapkan. Lama sangrai 20–60 menit tidak



Gambar 6. Pengaruh suhu dan lama sangrai terhadap sensori aroma.

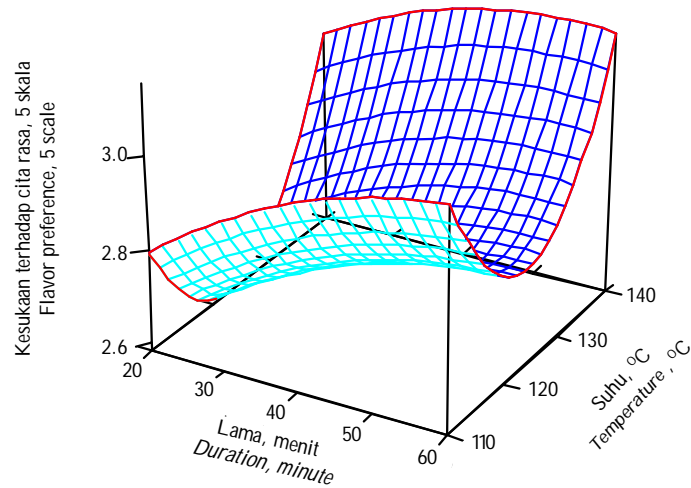
Figure 6. Effect of temperature and duration of roasting on aroma preference.

memberikan pengaruh yang nyata (Gambar 6). Komponen aroma coklat terdiri dari senyawa-senyawa volatil, yang terutama terbentuk dari reaksi antara gugus amina dan karboksil. Kedua senyawa terakhir adalah hasil perombakan peptida dan karbohidrat yang berlangsung selama fermentasi (Biehl *et al.*, 1982, 1985). Voigt *et al.* (1994a, b, c) menambahkan bahwa senyawa calon pembentuk aroma khas coklat terdiri dari asam-asam amino hidrofobik, peptida hidrofilik dan gula pereduksi.

Reaksi Maillard yang berlangsung intensif selama penyangraian biji kakao menghasilkan senyawa-senyawa volatil yang terdiri dari kelompok alkohol, eter, furan, tiazol, piron, asam, ester, aldehida, imina, amina, oksazol, pirazin dan pirol. Aroma khas

coklat ternyata tidak ditentukan secara tunggal oleh senyawa-senyawa tersebut, walaupun senyawa 2-fenil-5-metil-2-heksanal disebut-sebut sebagai senyawa yang mencirikan aroma coklat (Jinap *et al.*, 1998). Senyawa yang dianggap besar kontribusinya terhadap aroma maupun cita rasa coklat, karena sifatnya yang tidak volatil sepenuhnya adalah pirazin. Jinap *et al.* (1994) dan Reineccius *et al.* (1972) mendapatkan bahwa 2,5-dimetil-, 2, 3, 5-trimetil-danand 2, 3, 5, 6-tetrametilpirazin sebagai senyawa pirazin yang menonjol dan memberikan kekhasan perisa coklat.

Suhu sangrai pada 140°C yang diberikan selama 20 menit kepada biji kakao selama penyangraian menggunakan penyangrai tipe silinder, ternyata telah cukup untuk berlangsungnya reaksi Maillard secara optimal,



Gambar 7. Pengaruh suhu dan lama sangrai terhadap sensori cita rasa.
 Figure 7. Effect of temperature and duration of roasting on flavor preference.

Tabel 2. Total mikroba dan *Escherichia coli* pada biji dan bubuk kakao sangrai
 Table 2. Total plate count and most probable number of *E. coli* in cocoa beans and powder

No.	Sampel Sample	Pengenceran Dilution	Total mikroba Total Plate Count		Koloni / g Colony / g	Kemungkinan adanya <i>E. coli</i> / g Most probably number of <i>E. coli</i> / g
			Simple	Duplo		
1	Biji kakao tanpa sangrai <i>Cocoa bean prior to roasting</i>	10 ⁻³	UC	UC	7.5 x 10 ⁷	0
		10 ⁻⁴	UC	UC		
		10 ⁻⁵	UC	UC		
		10 ⁻⁶	68	81		
2	Biji kakao setelah sangrai <i>Cocoa bean after roasting</i>	10 ⁻²	42	50	4.6 x 10 ³	0
		10 ⁻³	6	4		
		10 ⁻⁴	-	-		
3	Bubuk kakao hasil sangrai <i>Resultant cocoa powder</i>	10 ⁻¹	30	28	2.9 x 10 ²	0
		10 ⁻²	3	2		
		10 ⁻³	-	-		

Catatan (Note) : UC, tidak dapat dihitung (*uncountable*).

sedangkan di bawah suhu tersebut reaksi pembentukan aroma dan cita rasa masih belum berjalan secara optimal. Peningkatan lama sangrai di atas 20 menit ternyata tidak meningkatkan cita rasa khas cokelat, tetapi justru sebaliknya (Gambar 7). Sebagian senyawa pembentuk aroma dan cita rasa diduga menguap dan rusak karena intensitas penyangraian. Diduga juga terjadi pembentukan komponen aroma dan rasa yang tidak disukai, khususnya aroma dan rasa terbakar (*burned*) serta rasa pahit. Meursing (1983) menyatakan bahwa suhu biji selama penyangraian yang baik adalah tidak lebih dari 150°C dengan waktu sangrai kurang dari 40 menit.

Total Mikroba dan *Escherichia coli*

Pengamatan jumlah mikroba dan kontaminasi *Escherichia coli* dimaksudkan untuk mengetahui adanya kemungkinan pengurangan ataupun infestasi mikroba karena proses penyangraian dan penyiapan bubuk kakao. Pengamatannya dilakukan pada biji kakao sebelum dan sesudah sangrai serta bubuk kakao hasil sangrai pada suhu 140°C selama 20 menit. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan penyangraian yang dilakukan secara efektif menurunkan jumlah mikroba, sedangkan *most probable number* (MPN) *coliform* dalam hal ini *E. coli* tidak ditemukan (Tabel 2). *E. coli* merupakan bakteri koliform yang sering ditemukan di kotoran manusia dan sering dijadikan indikator sanitasi. *E. coli* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* yang merupakan bakteri basil gram negatif (Fardiaz, 1992).

Biji kakao sebelum disangrai mengandung total mikroba $7,5 \times 10^7$ koloni per gram. Penyangraian pada suhu 140°C selama 20 menit menurunkan total mikroba tersebut menjadi $4,6 \times 10^3$ koloni per gram. Proses lebih lanjut yang meliputi pengupasan kulit, pelumatan, pengempaan lemak dan penghalusan bubuk juga menurunkan total mikroba menjadi hanya $2,9 \times 10^2$ koloni per gram. Total mikroba yang dipersyaratkan dalam standar nasional Indonesia untuk produk-produk pengolahan kering, termasuk bubuk kakao adalah $1,0 \times 10^6$ koloni per gram (SNI.01-3742-1995).

KESIMPULAN

Penyangraian biji kakao menggunakan penyangrai tipe silinder dapat menghasilkan bubuk yang sesuai dengan persyaratan standar mutu dan selera konsumen. Kondisi optimum penyangraian dicapai pada suhu dan lama sangrai masing-masing 140°C dan 20 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Biehl, B.; C. Wewetzer & D. Passern (1982). Vacuolar (storage) proteins of cocoa seeds and their degradation during germination and fermentation. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 33, 1291–1304.

- Bonvehi, J.S. & F.V. Coll (2002). Factor affecting the formation of alkylpyrazines during roasting treatment in natural and alkalized cocoa powder. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3743–3750.
- Dimick, P.S. & J.M. Hoskin (1981). Chemico-physical aspects of chocolate processing-a review. *Canadian Institute of Food Research and Technology Journal*, 4, 269–281.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Holm, C.S. (1991). *Pyrazines and organic acids in cocoa: Their analysis and effect on chocolate flavour*, M.Sc. Thesis. Queensland: Queensland University of Technology Brisbane.
- Hoskin, J.C. & P.S. Dimick (1994). Chemistry of flavour development in chocolate. p. 102–115. In : S.T. Beckett (Ed.). *Industrial Chocolate Manufacture and Use, 2nd edition*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Jackson, E.B. (1990). *Sugar, Confectionary Manufacturer*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Jinap, S.; H. Siti-Mordingah & M.G. Norsiaty (1994). Formation of methyl pyrazine during cocoa beans fermentation. *Pertanika*, 17, 27–32.
- Jinap, S.; W.I. Wan Rosli; A.R. Russly & L.M. Nurdin (1998). Effect of roasting time and temperature on volatile components profile during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao*). *Journal of the Science and Food Agriculture*, 77, 441–448.
- Kattenberg, H.R. & A. Kemmink (1993). The flavor of cocoa in relation to the origin and processing of the cocoa beans. p. 1–22. In : Charalambous, G. (Ed.). *Food Flavor, Ingredients and Composition*. New York: Elsevier Sci. Publ.
- Kleinert, J. (1994). Cleaning, roasting and winnowing. p. 56–69. In: S.T. Beckett (Ed.). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Maga, J.A. (1992). Contribution of phenolic compounds to smoke flavor. p. 170–179. In: Ho, C.T., Lee, C.Y. & Huang, M.T. (Eds.). *Phenolic compounds in food and their effects on health I: analysis, occurrence and chemistry*. ACS Symposium Series 506.
- Meursing, E.H. (1983). *Cocoa Powder for Industrial Processing 3rd Edition*. Cacao-fabriek De Zaan B.V.
- Minifie, B.W. (1990). *Chocolate, Cocoa and Confectionery 2nd Ed*. Westport, Connecticut: Avi Publishing Co.
- Misnawi; S. Jinap; B. Jamilah & S. Nazamid (2002). Oxidation of polyphenols in unfermented and partly fermented cocoa beans by cocoa polyphenol oxidase and tyrosinase. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 559–566.
- Misnawi; S. Jinap; B. Jamilah & S. Nazamid (2004a). Effects of polyphenol on pyrazines formation during cocoa liquor roasting. *Food Chemistry*, 85, 73–80.
- Misnawi; S. Jinap; B. Jamilah & S. Nazamid (2004b). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and roasting duration. *Food quality and Preference*, 15, 403–409.
- Powers, E.M. & T.G. Latt (1977). Simplified 48-hour imvic test: an agar plate method. *Applied and Environmental Microbiology*, 34, 274–279.

- Puziah, H.; S. Jinap; K.S.M. Sharifah & A. Asbi (1998a). Changes in free amino acids, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 535–542.
- Puziah, H.; S. Jinap; K.S.M. Sharifah & A. Asbi (1998b). Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 543–550.
- Reineccus, G.A.; P.G. Keeney & W. Weisberger (1972). Factors affecting the concentration of pyrazines in cocoa beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 203–206.
- SNI 2323–2000. *Standar Nasional Indonesia: Biji Kakao*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI.01-3742-1995. *Standar Nasional Indonesia: Biji-bijian, Kacang-kacangan dan Derivatnya*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sri-Mulato (2002). Perancangan dan pengujian mesin sangrai biji kopi tipe silinder. *Pelita Perkebunan*, 18, 31–45.
- Urbanski, J.J. (1989). Cocoa roasting. *The Manufacture Confectioner*, 11, 58–62.
- Voigt, J.; B. Biehl; H. Heinrichs; S. Kamaruddin; G. Gaim Marsoner & A. Hugi (1994a). In-vitro formation of cocoa-specific aroma precursors: aroma-related peptides generated from cocoa-seed protein by co-operation of an aspartic endoprotease and a carboxypeptidase. *Food Chemistry*, 49, 173–180.
- Voigt, J.; G. Voigt; H. Heinrichs; D. Wrann & B. Biehl (1994b). In-vitro studies on the proteolytic formation of the characteristic aroma precursors of fermented cocoa seed: The significance of endoprotease specificity. *Food Chemistry*, 51, 7–14.
- Voigt, J.; D. Wrann; H. Heinrichs & B. Biehl (1994c). 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.
- *****