



**PENGARUH SUHU DAN BEBAN SANGRAI TERHADAP
PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIK KEPING BIJI KAKAO
(EFFECT OF TEMPERATURE AND ROASTING CAPACITY
PHYSICAL CHARACTERISTICS CHANGES OF COCOA COTYLEDON ROASTED)**

Sukrisno Widyotomo

Peneliti pada Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

ABSTRAK

Penyangaian merupakan salah satu tahap pengolahan hilir biji kakao yang akan menentukan mutu akhir produk pangan berbasis coklat. Penyangaian bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Rasa dan aroma kakao sangrai sangat ditentukan oleh suhu dan lama penyangaian serta ukuran dan bentuk partikel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh proses penyangaian terhadap berbagai perubahan karakteristik fisik keping biji kakao, yaitu perubahan distribusi ukuran partikel keping biji, diameter geometris partikel, indeks keseragaman, dan derajat kehalusan. Unit penyangrai yang digunakan adalah mesin penyangrai tipe silinder horisontal skala UKM, sedangkan bahan penelitian yang digunakan adalah pecahan keping biji kakao jenis mulia dengan kadar air 6-7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan beban sangrai 7 kg dan suhu sangrai 120°C memberikan nilai perubahan distribusi ukuran, rerata diameter geometris, indeks keseragaman, dan derajat kehalusan yang terbaik. Pada kondisi operasi tersebut, 62,2% keping biji kakao pasca sangrai memiliki ukuran diameter 2-4,75 mm. Nilai rerata diameter geometris, dimensi rerata, derajat kehalusan, dan indeks keseragaman masing-masing 2,74 mm; 1,07 mm; 3,36, dengan 85% berupa partikel kasar, dan 15% partikel berukuran sedang.

Kata kunci : biji kakao, sangrai, distribusi ukuran, mesin penyangrai

ABSTRACT

Roasting is one of important steps in secondary process of cocoa beans. The bean roasting is conducted in order to increase the aroma, flavor, color, and also to reduce its moisture content. Flavor and aroma of cocoa beans roasted are affected by temperature and roasting time as well as size and shape of cocoa particles. Objective of this research is to evaluate the influence of roasting process on physical characteristic changes of cocoa cotyledon roasted such as size distribution change, geometrical diameter, uniformity index, and fineness modulus. A horizontal cylinder type of roasting machine was used in this research. The raw material used is dried fine cocoa cotyledon with 6-7% moisture content. Result showed that optimal roasting process by horizontal cylinder type roasting machine has good size distribution change, geometrical diameter average, uniformity index, and fineness modulus on 7 kg cocoa cotyledon weight and 120°C roasting temperature. In this condition, 62.2% of cocoa cotyledon roasted has diameter size between 2.0-4.75 mm, 2.74 mm average of geometrical diameter, 1.07 mm average dimension, 3.36 fineness modulus, 85% as crude size partikel and -15% as temperate size particle on uniformity index.

Key words: cocoa, roasting, size distributio, roasting machine

PENDAHULUAN

Penyangaian merupakan salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang akan menentukan mutu akhir produk makanan

maupun minuman berbasis coklat (Lopez and Donald, 1981). Penyangaian bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Rasa dan aroma kakao sangrai sangat ditentukan oleh suhu dan waktu

sangrai, kadar air, ukuran biji, dan bentuk biji (Kleinert, 1966; Lopez and Donald, 1981). Selain itu, proses pelumatan masa keping biji menjadi pasta coklat akan lebih mudah, energi yang dibutuhkan relatif lebih kecil, dan waktu proses lebih singkat.

Pada tahapan pengolahan hilir kakao, proses penyangraian dilakukan pada biji kakao kering dengan ukuran seragam berkadar air 7,5%. Petani kakao umumnya melakukan proses penyangraian dengan menggunakan unit penggoreng berupa wajan dan mengaduknya secara manual. Sumber panas diperoleh dari sebuah tungku berbahan bakar kayu atau minyak tanah. Selain kapasitas kerja yang rendah, kendala lain adalah mutu biji kakao sangrai yang dihasilkan tidak konsisten, terkontaminasi asap, tingkat sangrai tidak seragam, dan penggunaan bahan bakar tidak efisien. Kemampuan manusia untuk mengukur tingkatan mutu dalam jumlah yang besar memiliki unsur subyektifitas yang tinggi, dan konsistensi (daya tahan), keakuratan, serta kecepatan yang terbatas (Budiastra, 1995; Suroso dan Maulani, 2003; Ahmad *et al.*, 2004).

Sebagaimana pada industri kopi bubuk, industri pangan berbasis coklat skala besar umumnya juga didukung oleh manajemen, modal dan sumber daya manusia yang memadai, sehingga industri golongan ini mampu membeli peralatan dan mesin pengolahan produk impor dengan teknologi tinggi. Introduksi peralatan dan mesin pengolahan pangan berbasis coklat ex. impor ke petani kakao Indonesia memiliki beberapa kelemahan diantaranya muatan teknologi tinggi tidak sepadan dengan tingkat pengetahuan petani kakao. Hal ini berakibat pada teknis operasional dan perawatan, sehingga jika terjadi kerusakan, komponen suku cadang sulit diperoleh, atau harganya relatif mahal karena harus didatangkan dari negara produsen. Selain itu proses produksi menjadi tidak efisien karena umumnya mesin didisain untuk kapasitas produksi yang besar (Sri-Mulato, 2002).

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merekayasa mesin penyangrai tipe silinder horisontal yang cocok untuk pengusaha kecil baik dari aspek teknologis maupun harga. Mesin sangrai tersebut merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam rangkaian pengolahan untuk menghasilkan minuman dan makanan berbasis coklat. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa mesin sangrai memiliki kinerja yang baik,

kapasitas operasional optimal 25,57 kg/jam diperoleh pada beban sangrai 7 kg/*batch*, putaran silinder sangrai 6 rpm, dan suhu 120°C. Produk keping biji yang dihasilkan dapat langsung digunakan sebagai bahan baku pengolahan coklat, dan memiliki mutu produk akhir yang dapat diterima konsumen (Widyotomo *et al.*, 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh proses penyangraian terhadap berbagai perubahan karakteristik fisik keping biji kakao, yaitu perubahan distribusi ukuran partikel keping biji, diameter geometris partikel, indeks keseragaman, derajat kehalusan (fineness modulus), dan dimensi reratanya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil dan Rekayasa Alat dan Mesin Pengolahan Kopi dan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia ini menggunakan bahan berupa pecahan keping biji kakao dari jenis mulia (fine cocoa) kering dengan kisaran kadar air 6-7% (basis basah), dan telah melalui proses pemisahan dari kotoran dan benda-benda asing lainnya (DSN, 2002), diperoleh dari produksi Nusantara XII Kebun Ngrangkah Pawon, Kabupaten Kediri, Jawa Timur.

Peralatan dan mesin yang digunakan adalah mesin sangrai tipe silinder horisontal beserta perlengkapannya (Widyotomo *et al.*, 2006; Sri-Mulato, 2002), alat ukur kadar air, alat ukur kecepatan putar (tachometer), data *acquisition* FLUKE dan sensor Ni-CrNi, komputer sebagai pencatu data suhu, ayakan Tyler, timbangan digital dengan beban maksimum 50 kg, timbangan analitik, dan beberapa peralatan bantu lainnya.

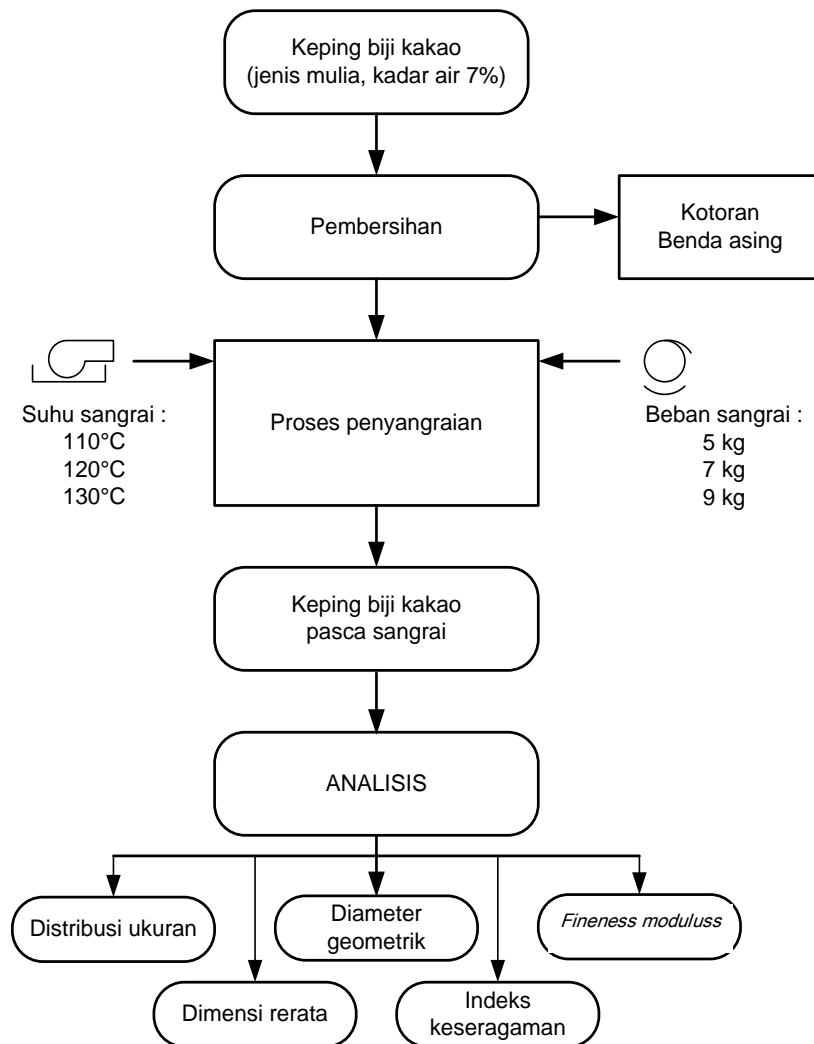
Mesin sangrai tipe silinder horisontal memiliki kapasitas kerja 21-30 kg/jam, tenaga penggerak sebuah motor listrik 1 HP-fase tunggal, sistem transmisi puli dan sabuk karet profil V, sumber panas *burner* bertekanan berbahan bakar minyak tanah dan putaran silinder sangrai 6 rpm (Widyotomo *et al.*, 2006; Sri-Mulato, 2002). Mesin dioperasikan dalam tiga level pembebanan keping biji kakao yang akan disangrai, yaitu 5 kg, 7 kg, dan 9 kg, dan masing-masing dikenakan dengan tiga level suhu penyangraian, yaitu 110°C; 120°C, dan 130°C. Proses sangrai berlangsung antara 15-25 menit tergantung kapasitas beban sangrai



sampai diperoleh kadar air akhir 2,5-3% (Widyotomo *et al.*, 2006). Analisis terhadap bahan uji tanpa dikenakan perlakuan suhu sangrai (kontrol) dilakukan untuk mengetahui secara tepat karakteristik bahan awal. Ulangan proses penyangraian dari setiap perlakuan, dan kontrol dilakukan sebanyak 3 kali. Parameter yang diukur meliputi kecepatan putar silinder sangrai, berat bahan yang diumpangkan maupun produk sangrai, serta suhu penyangraian yang dikenakan pada bahan uji (Gambar 1).

Tabel 1. Matrik penandaan perlakuan beban dan suhu penyangraian

Beban sangrai, kg	Suhu sangrai, °C		
	110	120	130
5	A ₁	B ₁	C ₁
7	A ₂	B ₂	C ₂
9	A ₃	B ₃	C ₃



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

Analisis Teknis

Perubahan distribusi dan ukuran partikel keping biji kakao tanpa dan hasil proses penyangraian diukur dengan menggunakan seperangkat saringan Tyler. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan perubahan distribusi dan ukuran partikel keping biji kakao pasca sangrai, rerata diameter geometris partikel (d_g), indeks keseragaman, dan derajat kehalusan (*fineness modulus*) (ASAE S319.3, 1998; Henderson and Perry, 1976).

Tolok Ukur

Perubahan karakteristik fisik keping biji kakao pasca sangrai karena perlakuan kecepatan putar silinder sangrai (rpm), dan suhu penyangraian ($^{\circ}\text{C}$) ditentukan dengan menggunakan beberapa parameter sebagai berikut:

a. Distribusi ukuran partikel

Perubahan distribusi ukuran partikel keping biji kakao pasca sangrai ditentukan dengan menggunakan beberapa saringan Tyler dengan ukuran lubang 32 *mesh* (0,5 mm), 24 *mesh* (0,71 mm), 9 *mesh* (2 mm), dan 4 *mesh* (4,75 mm). Keping biji kakao yang tertinggal pada masing-masing saringan ditampilkan dalam satuan persen (%) pada sumbu y, sedangkan pada sumbu x merupakan ukuran saringan (*mesh*).

b. Rerata diameter geometris partikel

Rerata dimensi geometris partikel (d_g) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut ASAE S319.3 (1998) :

$$d_g = 10 \cdot \left(\frac{\sum W_i \cdot \log d_i}{\sum W_i} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Dalam hal ini, W_i merupakan berat partikel dengan ukuran *mesh* ke-i (g), dan d_i merupakan ukuran *mesh* ke-i (mm).

c. Indeks keseragaman

Indeks keseragaman ditentukan untuk mengetahui sebaran ukuran partikel berdasarkan kriteria halus, sedang, dan kasar. Nisbah di dalam kumpulan keping biji kakao

pasca sangrai, yaitu halus : sedang : kasar, ditampilkan dalam bentuk kuantitatif (Henderson and Perry, 1976) .

d. Derajat kehalusan (*Fineness modulus*)

Derajat kehalusan atau *Fineness modulus* (FM) adalah jumlah fraksi yang tertahan pada setiap saringan dibagi 100 (Hall and Davis, 1979).

e. Dimensi rerata partikel

Dimensi rerata partikel (D, mm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Henderson and Perry, 1976) :

$$D = 0.10414 \cdot (2)^{FM} \dots\dots\dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Distribusi Ukuran Partikel

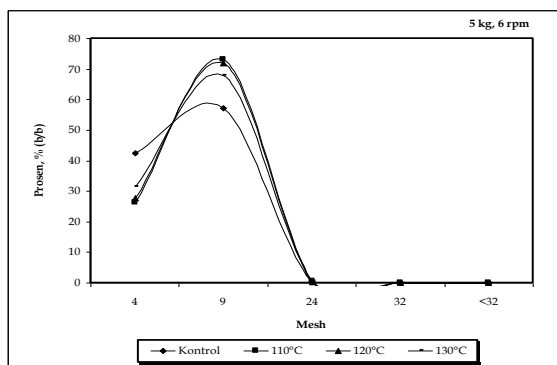
Perubahan distribusi ukuran partikel keping biji kakao pasca sangrai dari perlakuan beban sangrai 5, 7, dan 9 kg, serta perlakuan suhu sangrai 110, 120, dan 130 $^{\circ}\text{C}$ masing-masing ditampilkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Batas ukuran partikel adalah ukuran partikel yang terbesar atau terkecil (Syarief dan Nugroho, 1992). Hasil analisis menunjukkan bahwa pecahan keping biji kakao tanpa perlakuan penyangraian (kontrol) memiliki distribusi ukuran dengan persentase 42,34% lebih besar dari 4 *mesh*, 57,18% lebih besar dari 9 *mesh*, 0,39% lebih besar dari 24 *mesh*, 0,04% lebih besar dari 32 *mesh*, dan sisanya berukuran lebih kecil dari 32 *mesh*. Pada perlakuan suhu sangrai yang sama, semakin kecil pemberian beban sangrai akan berakibat pada meningkatnya jumlah keping biji kakao berukuran lebih besar dari 9 *mesh*. Pada perlakuan suhu sangrai 100 $^{\circ}\text{C}$, persentase peningkatan keping biji antara 4,5-27,8%. Sedangkan pada perlakuan suhu sangrai 120 $^{\circ}\text{C}$, dan 130 $^{\circ}\text{C}$ masing-masing terjadi peningkatan sebesar 3,7-25,7%, dan 0,8-18,7%.

Sivetz dan Desrosier (1979) serta Davids (1996) melaporkan bahwa selama proses penyangraian terjadi tiga tahapan reaksi fisik dan kimiawi yang berjalan secara berurutan, yaitu penguapan air dari dalam biji, penguapan senyawa volatil, dan proses pirolisis.

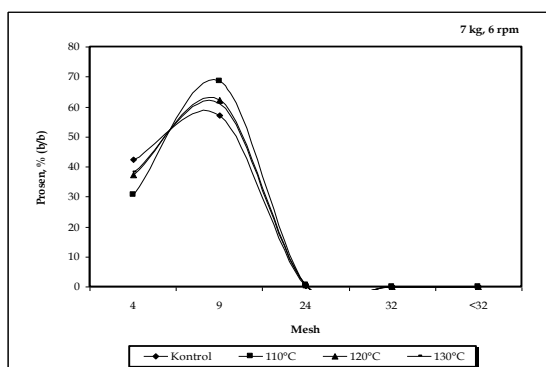


Kesempurnaan reaksi sangrai dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu panas dan waktu sangrai (Sivetz and Desrosier, 1979). Pada tahap awal penyangraian, sebelum panas menyebar merata keseluruh permukaan bahan, gerakan mekanik berupa putaran silider sangrai mengakibatkan butiran keping biji kakao mengalami pengecilan ukuran. Hal ini menyebabkan prosentase biji berukuran lebih besar dari 4 mesh menjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan kondisi bahan sebelum disangrai (kontrol). Tahap berikutnya adalah penyerapan energi panas keseluruh permukaan keping biji kakao. Energi yang terserap keping biji kakao akan semakin besar jika proses sangrai dilakukan pada beban yang lebih rendah, dan energi yang digunakan untuk menguapkan air semakin besar. Air yang terdapat di dalam pori makro maupun mikro akan bergerak keluar lebih cepat karena pengembangan pori-pori lebih besar, dan ketersediaan energi untuk penguapan air lebih tinggi (Widyotomo *et al.*, 2006).

energi panas pada proses pengembangan volume keping biji kakao. Peristiwa tersebut ditandai dengan penurunan kerapatan curah sebagai akibat perubahan fisik biji kakao seperti pengembangan volume (swelling) dan pembentukan pori-pori di dalam jaringan sel sehingga berat keping biji kakao per satuan volume menjadi lebih kecil (Sivetz and Foote, 1973; Sivetz and Desrosier, 1979; Illy and Viani, 1995).

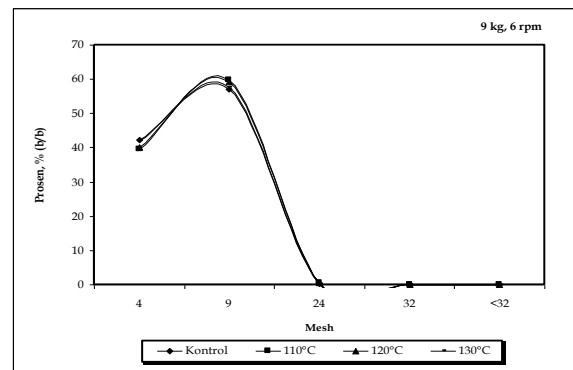


Gambar 2. Perubahan distribusi keping biji kakao pada beban sangrai 5 kg



Gambar 3. Perubahan distribusi keping biji kakao pada beban sangrai 7 kg

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan prosentase keping biji berukuran lebih besar dari 9 mesh disebabkan pengaruh



Gambar 4. Perubahan distribusi keping biji kakao pada beban sangrai 9 kg

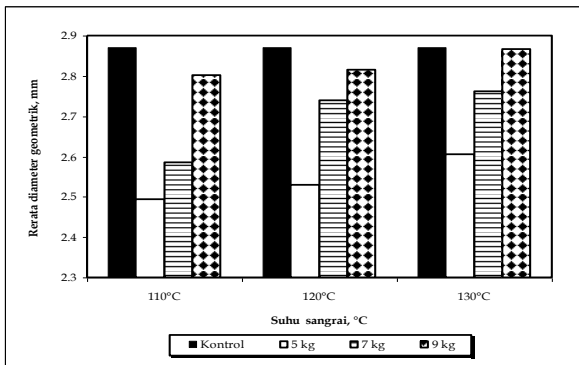
Densitas merupakan salah satu sifat dasar setiap bahan pangan yang selain sangat tergantung pada karakteristik ukuran bahan juga berhubungan dengan porositas bahan tersebut (Wirakartakusumah *et al.*, 1988). Semakin banyak bahan yang disangrai, maka tingkat keseragaman atau pemerataan sebaran panas akan makin berkurang (Sri-Mulato, 2002). Sebelum proses penyangraian bahan uji berupa keping biji kakao mulia memiliki nilai densitas kamba sekitar 0,45 g/ml. Widyotomo *et al* (2006) melaporkan bahwa pada beban sangrai 5 kg terjadi prosentase penyusutan densitas kamba keping biji kakao antara 7,1-12,2%, sedangkan pada beban sangrai 7 kg dan 9 kg terjadi prosentase penyusutan densitas kamba masing-masing antara 4,5-6,1%, dan 4,6-5,3%.

Salah satu faktor yang menyebabkan distribusi keping biji kakao pasca sangrai sulit berada pada ukuran yang lebih kecil dari 9 mesh antara lain lemak yang terkandung di dalam keping biji masih relatif tinggi, yaitu antara 49-52% (Sri-Mulato *et al.*, 2005; Amin, 1996). Keping biji kakao yang digunakan sebagai bahan uji berasal dari biji kakao yang telah mengalami proses fermentasi. Widyotomo *et al.*, (2001) melaporkan bahwa biji kakao yang difermentasi mengandung lemak 3.7% lebih tinggi jika dibandingkan dengan biji kakao tanpa

fermentasi. Suhu sangrai yang relatif tinggi mengakibatkan lemak yang berada di antara pori-pori keping biji mencair, dan akan mengikat serpihan keping biji kakao sehingga membentuk butiran yang berukuran lebih besar.

Rerata Diameter Geometris Partikel

Nilai rerata diameter geometris keping biji kakao pasca sangrai hasil perlakuan suhu dan beban sangrai ditampilkan pada Gambar 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata diameter geometris keping biji kakao tanpa perlakuan suhu dan beban sangrai (kontrol) sebesar 2,87 mm. Nilai rerata diameter geometris terkecil, yaitu 2,49 diperoleh dari perlakuan suhu sangrai 110°C, dan beban sangrai 5 kg. Sedangkan nilai rerata diameter geometris terbesar, yaitu 2,86 mm diperoleh dari perlakuan suhu sangrai 130°C dan beban 9 kg. Pada beban sangrai yang sama, prosentase perubahan rerata diameter geometris keping biji kakao akan makin besar dengan mengecilnya perlakuan suhu sangrai. Pada perlakuan beban sangrai yang sama, yaitu 5 kg, prosentase perubahan rerata diameter geometris keping biji kakao akibat perubahan suhu sangrai adalah 9,2-13,1%, sedangkan pada beban sangrai 7 kg dan 9 kg masing-masing antara 3,7- 9,9%, dan 0,1-2,4%.



Gambar 5. Rerata diameter geometris keping biji kakao pasca sangrai

Tabel 2 menunjukkan persamaan regresi linier dan koefisien korelasi (R^2) hubungan antara suhu dan beban sangrai terhadap nilai rerata diameter geometris partikel hasil penyangraian. Persamaan regresi linier tersebut sangat berguna karena dapat digunakan untuk memprediksi nilai rerata diameter geometris keping biji kakao pasca sangrai jika proses sangrai dilakukan pada suhu di antara 110-

130°C maupun di atas 130°C, dengan beban sangrai antara 5-9 kg. Nilai koefisien korelasi tertinggi diperoleh beban sangrai 5 kg, diikuti pada beban sangrai 9 kg, dan terendah pada beban sangrai 7 kg. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan perlakuan beban sangrai 5 kg terhadap nilai rerata diameter geometris keping biji kakao pasca sangrai yang dihasilkan ternyata lebih baik jika dibandingkan pada beban sangrai 7 kg maupun 9 kg.

Henderson dan Perry (1976) melaporkan bahwa partikel-partikel hasil pengecilan ukuran dapat berupa suatu bentuk tertentu atau bermacam-macam bentuk. Energi pengecilan ukuran lanjut dari keping biji kakao pasca sangrai untuk menghasilkan pasca cokelat berhubungan dengan fungsi dari seberapa kecil ukuran partikel yang diharapkan. Untuk memperoleh partikel dengan ukuran yang sama, energi yang dibutuhkan untuk memperkecil lanjut keping biji kakao produk beban sangrai 5 kg dan suhu 110°C (13,2% lebih kecil dari ukuran keping biji kakao tanpa perlakuan atau kontrol) akan lebih rendah jika dibandingkan dengan produk keping biji kakao pasca sangrai dari perlakuan beban 9 kg dan suhu 130°C (0,3% lebih kecil dari ukuran keping biji kakao tanpa perlakuan atau kontrol).

Tabel 2. Persamaan regresi linier nilai rerata diameter geometris dari beberapa perlakuan suhu dan beban sangrai.

Beban sangrai, kg	Persamaan garis linier regresi	Koefisien korelasi, R^2
5	$Y = 0,0555X + 2,432$	0,9605
7	$Y = 0,088X + 2,52$	0,8421
9	$Y = -0,0325X + 2,7623$	0,9025

Dimana : X adalah suhu sangrai [°C], dan Y adalah rerata diameter geometris [mm]

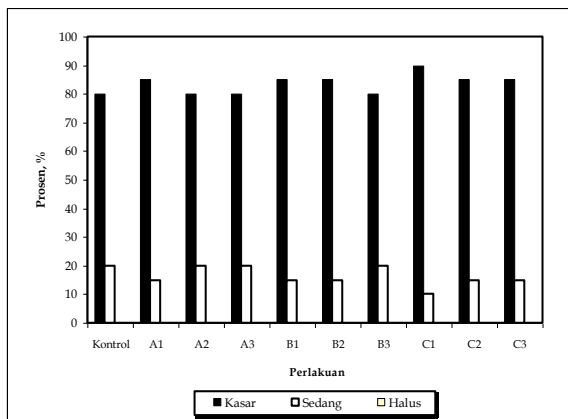
Indeks Keseragaman dan Derajat Kehalusan

Nilai indeks keseragaman sebaran keping biji kakao pasca sangrai dari perlakuan suhu dan beban sangrai ditampilkan pada Gambar 6. Henderson dan Perry (1976) melaporkan bahwa indeks keseragaman dan derajat kehalusan menunjukkan keseragaman hasil atau penyebaran fraksi halus dan kasar hasil pengecilan ukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks keseragaman keping biji kakao tanpa perlakuan suhu dan



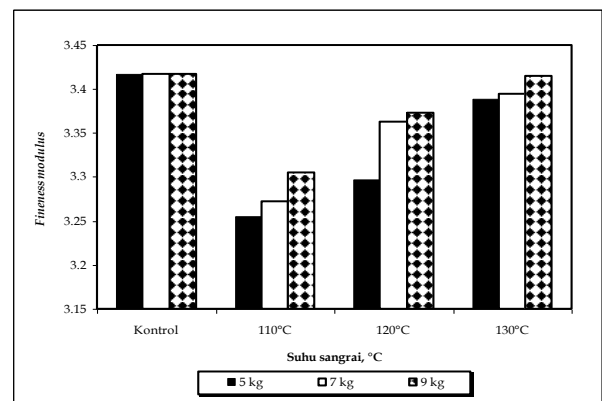
beban sangrai (kontrol) terdiri dari partikel kasar sebanyak 80%, dan partikel berukuran sedang sebanyak 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan peningkatan suhu sangrai akan diperoleh peningkatan prosentase partikel keping kakao kasar. Pada beban sangrai 5 kg, penenaan suhu sangrai 130°C akan meningkatkan partikel keping kakao kasar sebesar 10%. Sedangkan pada perlakuan beban sangrai 9 kg, penenaan suhu sangrai 110-120°C tidak memberikan perubahan nilai indeks keseragaman, demikian halnya dengan perlakuan suhu 110°C dan beban sangrai 7 kg.

Fenomena yang terjadi adalah putaran silinder sangrai yang kontinyu akan mengakibatkan keping biji kakao mudah terlepas satu dengan yang lain membentuk ukuran yang relatif lebih kecil, dan pengembangan volume akan terjadi karena adanya serapan panas oleh keping biji kakao dari dinding silinder sangrai. Widyotomo *et al.*, (2006) melaporkan bahwa suhu keping biji kakao yang semula setara dengan suhu kamar akan cepat menyerap panas jika berada pada lingkungan sangrai dengan suhu yang lebih tinggi. Proses penguapan air akan berlangsung cepat dengan semakin tinggi suhu yang digunakan di dalam ruang sangrai, dan semakin rendahnya beban sangrai. Dengan semakin tinggi suhu penyangraian, maka akan semakin mempercepat pengembangan volume yang disebabkan oleh pembesaran pori-pori di dalam bahan. Selain itu, proses pemanasan akan mengakibatkan turunnya massa bahan uji karena proses penguapan air semakin besar, sehingga nilai densitas kamba menjadi semakin rendah.



Gambar 6. Indeks keseragaman keping biji kakao pasca sangrai

Gambar 7 menampilkan nilai derajat kehalusan (fineness modulus) keping biji kakao pasca sangrai dari beberapa perlakuan suhu dan beban sangrai. Derajat kehalusan tidak berbanding lurus dengan indeks keseragaman. Meskipun derajat kehalusan dapat memberikan ukuran rata-rata, tetapi tidak menunjukkan penyebaran fraksi halus dan kasar pada contoh bahan hasil suatu proses pengolahan. Kekurangan tersebut dapat diatasi dengan nilai indeks keseragaman (Henrderson and Perry, 1976). Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kehalusan keping biji kakao tanpa perlakuan suhu dan beban sangrai (kontrol) sebesar 3,42 mm. Nilai derajat kehalusan tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu sangrai 130°C dan beban sangrai 9 kg, yaitu 3,41 mm. Sedangkan nilai derajat kehalusan terendah diperoleh pada perlakuan suhu sangrai 110°C dan beban sangrai 5 kg, yaitu 3,25 mm.



Gambar 7. *Fineness modulus* keping biji kakao pasca sangrai

Tabel 3 menunjukkan persamaan regresi linier dan koefisien korelasi (R^2) hubungan antara suhu dan beban sangrai terhadap derajat kehalusan partikel hasil penyangraian. Persamaan regresi linier tersebut sangat berguna karena dapat digunakan untuk memprediksi derajat kehalusan keping biji kakao pasca sangrai jika proses sangrai dilakukan pada suhu di antara 110-130°C mapun di atas 130°C, dengan beban sangrai antara 5-9 kg. Nilai koefisien korelasi tertinggi diperoleh beban sangrai 5 kg, diikuti pada beban sangrai 9 kg, dan terendah pada beban sangrai 7 kg. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan perlakuan beban sangrai 5 kg terhadap derajat kehalusan

keping biji kakao pasca sangrai yang dihasilkan ternyata lebih baik jika dibandingkan pada beban sangrai 7 kg maupun 9 kg

Tabel 3. Persamaan regresi linier derajat kehalusan dari beberapa perlakuan suhu dan beban sangrai

Beban sangrai, kg	Persamaan garis linier regresi	Koefisien korelasi, R ²
5	$Y = 0,0663X + 3,1811$	0,9539
7	$Y = 0,0613X + 3,2206$	0,9253
9	$Y = 0,055X + 3,2544$	0,9834

Keterangan : X adalah suhu sangrai [°C], dan Y adalah derajat kehalusan

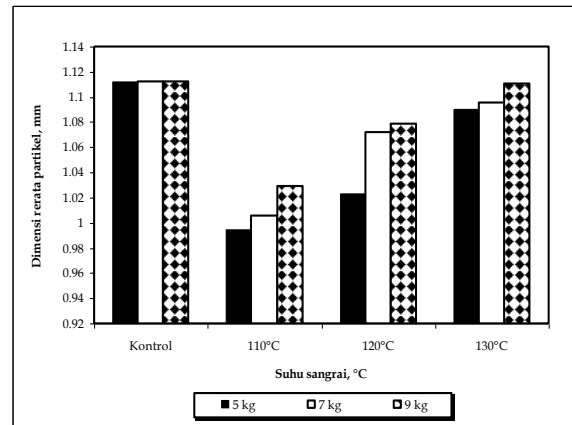
Dimensi Rerata Partikel

Nilai dimensi rerata partikel dari beberapa perlakuan suhu dan beban sangrai ditampilkan pada Gambar 8. Nilai dimensi rerata partikel tertinggi, yaitu 1,11 mm, diperoleh pada perlakuan beban sangrai 9 kg, dan suhu sangrai 130°C, sedangkan nilai terendah, yaitu 0,99 mm, diperoleh pada perlakuan beban sangrai 5 kg, dan suhu sangrai 110°C. McCabe *et al.* (1999) melaporkan bahwa bahan dengan ukuran dimensi rerata partikel yang halus tidak menjamin produk tersebut menunjukkan kualitas yang lebih baik dan dalam beberapa hal tidak sebaik butiran dengan ukuran yang lebih besar.

Tahapan lanjut dari proses penyangraian adalah penghalusan keping biji kakao menjadi pasta coklat. Secara fisik mekanis, proses pengecilan produk pangan yang telah mengalami pengembangan volume akan menjadi lebih mudah, dan daya yang dibutuhkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan bahan yang memiliki sifat ulet atau *rubbery* (Henderson and Perry, 1976). Oleh karena itu, dengan semakin besar prosentase penyusutan bahan maka energi yang dibutuhkan akan semakin rendah, yaitu pada proses lanjutan seperti pemastaan.

Tabel 4 menunjukkan persamaan regresi linier dan koefisien korelasi [R²] hubungan antara suhu dan beban sangrai terhadap dimensi rerata partikel hasil penyangraian. Persamaan regresi linier tersebut sangat berguna karena dapat digunakan untuk memprediksi dimensi rerata keping biji kakao pasca sangrai jika proses sangrai dilakukan pada suhu di antara 110-130°C maupun di atas 130°C, dengan beban sangrai antara 5-9 kg.

Nilai koefisien korelasi tertinggi diperoleh beban sangrai 9 kg, diikuti pada beban sangrai 5 kg, dan terendah pada beban sangrai 7 kg. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan perlakuan beban sangrai 9 kg terhadap dimensi rerata keping biji kakao pasca sangrai yang dihasilkan ternyata lebih baik jika dibandingkan pada beban sangrai 5 kg maupun 7 kg.



Gambar 8. Dimensi rerata keping biji kakao pasca sangrai

Tabel 4. Persamaan regresi linier dimensi rerata dari beberapa perlakuan suhu dan beban sangrai

Beban sangrai, kg	Persamaan garis linier regresi	Koefisien korelasi, R ²
5	$Y = 0,0479X + 0,9405$	0,9493
7	$Y = 0,0446X + 0,9683$	0,9298
9	$Y = 0,0408X + 0,9915$	0,986

Keterangan : X adalah suhu sangrai [°C], dan Y adalah dimensi rerata [mm]

KESIMPULAN

Penelitian pengaruh suhu dan beban sangrai terhadap perubahan karakteristik fisik keping biji kakao pasca sangrai dilakukan dengan menggunakan mesin sangrai tipe silinder horisontal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja optimum untuk memperoleh tingkat kesukaan pasta kakao terbaik diperoleh pada beban sangrai 7 kg, dan suhu penyangraian 120°C. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan beban sangrai 7 kg dan suhu sangrai 120°C memberikan nilai perubahan distribusi ukuran, rerata diameter geometris, indeks keseragaman, derajat



kehalusan, dan dimensi rerata yang terbaik. Karakteristik partikel keping biji kakao pada kondisi operasi tersebut adalah 62,2% keping biji kakao pasca sangrai memiliki ukuran diameter lebih besar dari 2 mm dan lebih kecil dari 4,75 mm. Nilai rerata diameter geometris, dimensi rerata, derajat kehalusan, dan indeks keseragaman masing-masing 2,74; 1,07; dan 3,36 mm, dengan 85 % berupa partikel kasar, dan 15% berupa partikel berukuran sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U., I D.M. Subrata dan S. Gunayanti. 2004. *Pemutuan Buah Mangga Berdasarkan Penampakannya Menggunakan Pengolahan Citra*. Jurnal Keteknikan Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Vol 18 (1), hal. 1-8.
- Amin, S. 1996. *Permasalahan Kakao Sulawesi di Pasaran Amerika Serikat*. Makalah dalam Forum Orientasi Penerapan dan Pengembangan Teknologi untuk Pembangunan Daerah Tingkat I Sulawesi Selatan.
- ASAE STANDARDS. 1998. *Method Of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving*. ANSI/ASAE S319.3 JUL97. American National Standards Institute.
- Budiastra, I.W., D. Saputra dan H.K. Purwadaria. 1995. *Pengkajian Sifat Fisik Mangga Gedong dengan Image Processing*. Prosiding Seminar Peranan Penelitian Teknik Pertanian dalam Menunjang Era Industrialisasi Pertanian. Bogor.
- Davids, K. 1996. *Home Coffee Roasting*. St.Martin's Griffin. New York.
- Dewan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia: Biji Kakao*. SNI No. 01-2323-2002. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Hall, C.W., and D.C. Davis. 1979. *Processing Equipment for Agricultural Product*. Second Eds. The AVI Publ. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Henderson, S.M., and Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. Second Edition. The AVI Publishing, Westpot, Conneticut.
- Illy, A., and R. Viani. 1995. *Espresso Coffee : The Chemistry of Quality*. Academic Press Limited. London.
- Kleinert, I.J. 1966. *Some Easpects of Cocoa Bean Roasting*. Twenty years of confectionary and chocolate progress. The AVI Publishing Company, Inc. Wesport, Conecticut.
- Lopez, A.S., and Mc.Donald. 1981. *A Definition of Descriptors to Be Used for The Qualification of Chocolate Flavours in Flavor Testing*, Revista Theobroma, 11, 209-217.
- McCabe, W.L., J.C. Smith, and P. Harriot. 1999. *Operasi Teknik Kimia*. Eds 4. Terjemahan oleh E. Jasfi. Erlangga. Jakarta.
- Sivetz, M., and H.E. Foote. 1973. *Coffee Processing Technology*. Vol. I. The AVI Publ. Inc., Connecticut.
- Sivetz, M., and N.W. Desrosier. 1979. *Coffee Technology*. The AVI Publ. Inc., Connecticut.
- Sri-Mulato. 2002. *Perancangan dan Pengujian Mesin Sangrai Biji Kopi Tipe Silinder*. Pelita Perkebunan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 18 (1), hal. 31-45.
- Suroso dan F. Maulani. 2003. *Evaluasi Mutu Ketimun Jepang [Cucumis Sativus L.] Berdasarkan Bentuk dengan Perceptron*. Buletin Keteknikan Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Vol 17 (2), hal. 14-21.
- Syarief, A. M., dan E. A. Nugroho. 1992. *Teknik Reduksi Ukuran Bahan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB.
- Widyotomo, S., Sri-Mulato dan E. Suharyanto. 2006. *Optimasi Mesin Sangrai Tipe Silinder Horisontal untuk Penyangraian Keping Biji Kakao*. Pelita Perkebunan.
- Widyotomo, S., Sri-Mulato dan Yusianto. 2001. *Karakteristik Biji Kakao Kering Hasil*

