



**KINERJA MESIN SANGRAI BIJI KAKAO TIPE SILINDER HORISONTAL
DENGAN SUMBER PANAS KOMPOR BERTEKANAN BERBAHAN BAKAR MINYAK NABATI^{*)}**
*(Performance of a Horizontal Cylinder Type Cocoa Roaster
with Biofuel Pressurized Stove as Energy Source)*

Sukrisno Widyotomo¹⁾, Sri Mulato¹⁾, dan Bambang Prastowo²⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
Jl. Jend. Sudirman 90, Jember 68118
Telp./Fax : (0331) 757130, 758191; (0331) 757131

²⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Jl. Tentara Pelajar No. : 1, Bogor 16111
Telp./Fax : (0251) 8313083, 8329305; (0251) 8336194

ABSTRAK

Penyangraian adalah salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang sangat menentukan cita rasa khas *chocolate*. Penyangraian bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merencanakan alat sangrai biji kakao tipe silinder horisontal dengan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak tanah yang cocok dan terjangkau oleh pengusaha kecil baik secara teknologis maupun harga. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja mesin sangrai biji kakao tipe silinder horisontal dengan menggunakan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati (minyak jarak dan minyak sawit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kompor bertekanan berbahan bakar minyak jarak dan minyak sawit, biji kakao pasca sangrai dengan kadar air 2-3% diperoleh setelah proses penyangraian berlangsung selama 40-50 menit dengan suhu sangrai antara 110-120°C. Tenaga yang dihasilkan kompor dengan bahan bakar minyak jarak sekitar 2,765 kilowatt dengan konsumsi bahan bakar antara 0,266-0,287 kg/jam, dan dengan bahan bakar minyak sawit sekitar 2,720 kilowatt dengan konsumsi bahan bakar antara 0,271-0,292 kg/jam. Mutu akhir yang dihasilkan dari proses penyangraian biji kakao baik dengan menggunakan minyak jarak maupun minyak sawit adalah baik dan dapat diterima oleh konsumen.

Kata kunci : Kakao, sangrai, energi, minyak tanah, minyak nabati, kompor bertekanan.

ABSTRACT

*New penetration need to be reached to increase more added value of cocoa, increase domestic consumption, and expand the market through diversification of downstream products. One of steps of cocoa downstream processing which much determine the special taste and aroma of chocolate is roasting process. The aim of roasting is to develop the taste, aroma, colour, and decrease the water content. Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute have designed a cylinder horizontal type cocoa roaster with heat source of kerosene pressure stove which is suitable and able to be reached by small enterprises, either in technological or price aspect. The effort of kerosene conversion to be concerning plants oil as a fuel for heat source in roasting process is necessary to be done due to the availability of fossil energy become limited. This research was aimed at knowing the performance of a cylinder horizontal type cocoa roaster with heat source of concerning plants oil as a fuel (*Jatropha curcas* and palm oils). The research results showed that the roasting period until 2-3% water content was reached by using pressurized stove with fuel of *Jatropha curcas* and Palm oils was 40-50 minutes with roasting temperature maintained at 110-120°C. Power resulted by pressurized stove with fuel of *Jatropha curcas* oil and Palm oil were around 2.720-2.765 kW, and consumed the fuel in between 0.271-0.292 kg/hour. The end quality of cocoa roasted by using the fuel of either *jatropha curcas* or palm oil was good enough and could be accepted by consumers.*

Key words: Cocoa, roasting, energy, kerosene, biofuel, pressurize stove.

PENDAHULUAN

Menurut data *Automotive Diesel Oil*, konsumsi bahan bakar minyak Indonesia sejak tahun 1995 telah melebihi produksi, dan diperkirakan dalam 10-15 tahun ke depan cadangan minyak bumi Indonesia akan habis (Djudawi *et.al.*, 2006). Ketersediaan energi fosil yang terbatas menyebabkan prioritas mengarah pada penggunaan energi asal tanaman atau Bahan Bakar Nabati (BBN).

Kebijakan pemerintah untuk BBN dituangkan dalam Perpres No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dan Inpres No. 1 tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuels*) sebagai bahan bakar lain (Erningpraja dan Dradjat, 2006). Bahan bakar nabati dapat berupa biodiesel, bioetanol, dan *bio-oil* (minyak nabati murni). *Bio-oil* dapat disebut minyak murni (tanpa perubahan kimia), dan *pure plant oil* atau *straight plant oil*, baik yang belum maupun sudah dimurnikan atau disaring. Diantara aneka bahan bakar, maka bahan bakar fase cair adalah yang paling bernilai ekonomi tinggi, karena berenergi spesifik (energi per satuan volume) besar, mudah ditangani, dibawa, dan ditransportasikan secara efisien serta aman (Djudawi *et.al.*, 2006; Prastowo, 2007).

Kegiatan penelitian jangka panjang proses produksi industri hilir kakao telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao bekerjasama dengan Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian (Sri Mulato *et.al.*, 1998). Paket teknologi pengolahan dan alat mesin dirancang sesuai dengan kondisi lokal, bersifat integratif dan tepat guna serta mempunyai skala produksi ekonomis untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM).

Salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang sangat menentukan cita rasa khas *chocolate* adalah proses penyangraian. Bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merekayasa mesin sangrai biji kakao tipe silinder horisontal dengan sumber panas burner berbahan bakar minyak tanah yang cocok dan terjangkau oleh pengusaha kecil. Upaya konversi minyak tanah menjadi minyak nabati perlu dilakukan mengingat ketersediaan energi fosil yang semakin langka, emisi hidrokarbon dari penggunaan kompor bertekanan dengan bahan bakar nabati adalah 370 kali lebih rendah jika dibandingkan dengan pembakaran langsung kayu maupun minyak tanah. Emisi karbon monoksida dan nitrogen oksidanya berturut-turut lebih rendah 120 kali dan 15 kalinya (Stumpf and Muhlbauer, 2002).

Teknologi penggunaan langsung minyak nabati tanpa proses transesterifikasi sebagai energi alternatif pengganti minyak tanah akan menghemat waktu dan biaya. Minyak murni terutama asal jarak pagar masih mengandung gum yang berdampak pada terbentuknya kerak sisa pembakaran yang dapat menyumbat *sprayer* atau *nozzle*. Kompor BBN harus dirancang secara khusus agar diperoleh efisiensi pembakaran yang optimal karena sifat kimiawi dan fisis dari BBN (Bahan Bakar Nabati) cair yang sangat berlainan dengan minyak tanah. Minyak jarak harus berbentuk kabut atau uap agar dapat terbakar dengan baik, sehingga perlu tekanan sebelum pembakaran kemudian disemprotkan bersamaan dengan proses pemanasan awalnya (Prastowo, 2007).

Tulisan ini membahas secara ringkas kinerja mesin sangrai tipe silinder horisontal dengan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati untuk penyangraian biji kakao. Hasil penelitian tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu basis pengembangan industri kakao di dalam negeri yang ramah lingkungan, dan efisien terutama untuk skala UMKM.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil dan Rekayasa Alat dan Mesin Pengolahan Kopi dan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan menggunakan bahan baku berupa biji kakao dari lindak (*bulk cocoa*) kering dengan kisaran kadar air 6-7% (basis basah), dan telah melalui proses pemisahan dari kotoran dan benda-benda asing lainnya (DSN, 2002). Biji kakao diperoleh dari produksi kebun percobaan Kaliwining, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Peralatan dan mesin yang digunakan adalah mesin sangrai tipe silinder horisontal beserta perlengkapannya (Widyotomo *et.al.*, 2006; Sri Mulato, 2002), kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati PROTOS 1 (Prastowo, 2008), alat ukur kadar air, alat ukur kecepatan putar (*tachometer*), data *acquisition* FLUKE dan sensor *Ni-CrNi*, komputer sebagai pencatu data suhu, timbangan digital dengan beban maksimum 50 kg, timbangan analitik, dan beberapa peralatan bantu lainnya.

Mesin sangrai tipe silinder horisontal dengan kapasitas 10 kg biji kakao/*batch*, 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). Pada penelitian ini, sumber



panas yang digunakan berupa kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati. Mesin sangrai dioperasikan pada suhu 120-130°C dengan beban sangrai 9 kg per satuan proses. Proses sangrai berlangsung sampai diperoleh kadar air akhir 2,5-3% (Widyotomo *et.al.*, 2006). Bahan bakar yang digunakan adalah minyak jarak pagar kasar (*Crude*

Jatropha Oil), dan minyak sawit kasar (*Crude Palm Oil*). Proses penyangraian dengan menggunakan kompor bertekanan berbahan bakar minyak tanah sebagai sumber panas dilakukan sebagai pembanding (kontrol) Gambar 1.

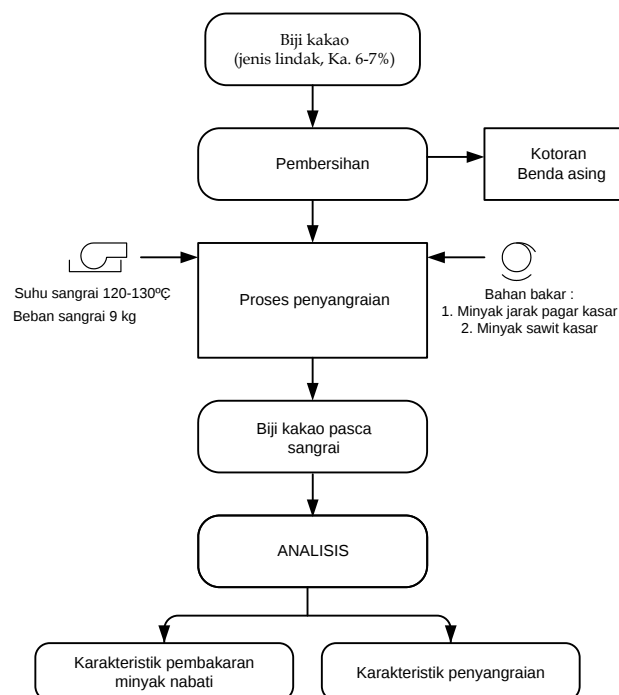


(a)



(b)

Gambar 1. (a) mesin sangrai, dan (b) kompor bertekanan berbahan bakarminyak nabati



Gambar 2. Diagram alur pelaksanaan penelitian

Analisis terhadap bahan uji tanpa dikenakan perlakuan suhu sangrai untuk mengetahui secara tepat karakteristik bahan awal. Ulangan proses penyangraian dari setiap

perlakuan, dan kontrol dilakukan sebanyak 3 kali. Parameter yang diukur meliputi berat bahan yang diumpankan maupun hasil sangrai, penurunan kadar air selama penyangraian,

konsumsi bahan bakar, dan distribusi suhu selama proses penyangraian. Tahapan pelaksanaan penelitian ditampilkan pada Gambar 2.

Analisis Teknis

1. Karakteristik pembakaran minyak nabati

Beberapa parameter kimia dianalisis untuk mengetahui karakteristik pembakaran minyak nabati meliputi kadar H_2O (mg/kg), unsur P (mg/kg), residu karbon (%), bilangan Yodium, kekentalan atau viskositas (mm^2/s), unsur K (mg/kg), unsur Mg (mg/kg), kadar abu (mg/kg), dan kontaminan (Williams, 1984). Selain itu dilakukan juga analisis keluaran energi panas, residu pembakaran spesifik, frekuensi pembersihan evaporator, konsumsi bahan bakar (Henderson and Perry, 1976; McCabe and Smith, 1956).

2. Kadar air

Penentuan kadar air biji kakao dilakukan dengan cara mengambil contoh biji kakao selama proses penyangraian dalam interval waktu 5 menit. Contoh biji kakao sebanyak 12-14 g diambil dari lubang berukuran diameter 50 mm yang terletak dibagian bawah tutup depan mesin sangrai. Penurunan kadar air bahan selama proses ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri, yaitu pengurangan bobot air selama 16 jam pengeringan oven yang terkontrol pada suhu $103^\circ C \pm 2^\circ C$, dan perhitungannya dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Brooker *et al.*, 1974) :

$$Ka = \frac{(W_i - W_t)}{W_i} \times 100\%$$

Dalam hal ini Ka adalah kadar air (%), W_i adalah berat awal bahan (g), W_t adalah berat bahan pada waktu ke-t (g).

3. Suhu sangrai

Suhu yang merupakan tolok ukur energi termal, diamati dengan sensor suhu *Ni-CrNi* yang dipasang di ruang sangrai, bahan,

tempering, tungku, asap, dan lingkungan. Suhu dicatat setiap interval 5 menit dengan menggunakan data *acquisition FLUKE*, dan komputer sebagai pencatu data.

4. Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar (BBM) ditentukan dengan menghitung selisih volume bahan bakar antara volume awal bahan bakar sebelum proses penyangraian dengan volume bahan bakar setelah proses penyangraian berakhir per satuan waktu.

5. Kebisingan

Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin sangrai pada saat beroperasi sampai pada telinga operator dengan menggunakan alat ukur kebisingan atau diletakkan sekitar 2 meter dari sumber kebisingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pembakaran Minyak Nabati

Sifat kimiawi minyak nabati yang digunakan dalam percobaan disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis kimiawi menunjukkan bahwa kedua jenis minyak nabati (minyak sawit dan minyak jarak) mengandung air antara 563 - 1923 mg/kg minyak nabati atau 0,0563–0,1923%, kekentalan antara 26,1 - 38,0 mm^2/s , dan titik bakar antara $270-340^\circ C$ (Muhlbauer *et al.*, 1998). Dari penelitian ini diketahui nilai titik bakar minyak kelapa sawit $314^\circ C$, dan jarak pagar $340^\circ C$, hal yang sama juga dilaporkan oleh Lide and Frederikse (1995). Nilai ini jauh lebih tinggi dari titik bakar minyak tanah $50^\circ C$.

Kompur BBN dilengkapi dengan komponen untuk pemanasan awal guna menurunkan kekentalan minyak dan sekaligus memanaskan sampai titik bakar sebelum disemprotkan pada lubang nosel. Adanya proses pemanasan awal tersebut, maka kekentalan BBN tidak memberikan dampak yang kurang baik terhadap kinerja kompor, namun akan berpengaruh terhadap waktu dan suhu pemanasan awalnya. Salah satu kelemahan pada penggunaan BBN untuk kompor tekan adalah residu hasil pembakaran yang sering menempel pada bagian dalam pipa evaporator dan menyumbat lubang noselnya. Kelemahaan tersebut tidak terdapat pada



kompur dengan bahan bakar minyak tanah. Jika tidak dibersihkan, sisa pembakaran tersebut akan menutup aliran minyak dan mengganggu proses pembakaran. Kandungan senyawa

logam yang secara alami terdapat dalam BBN seperti pospor (P), magnesium (Mg), dan kalium (K) diperkirakan akan berpengaruh terhadap jumlah residu tersebut.

Tabel 1. Sifat kimiawi beberapa minyak nabati yang digunakan dalam percobaan

Jenis	H ₂ O, mg/kg	P, mg/kg	Res C, %	Bil J.	Bil. Asam	Kekentalan, mm ² /s	K, mg/kg	Mg, mg/kg	Abu, mg/kg	Kontaminan
Jarak pagar	777	1,3	0,32	99	0,420	32,70	2,0	1,0	0	149
Minyak sawit	935	2,26	0,25	57	0,270	38,60	< 1,0	< 1,0	0,001	114

Tabel 2. Keluaran energi panas, residu pembakaran spesifik, frekuensi pembersihan evaporator, konsumsi bahan bakar

Jenis BBN	Keluaran energi panas	Residu pembakaran spesifik	Frekuensi pembersihan evaporator	Konsumsi bahan bakar
	kW	gr/kg	Kali/jam	Kg/jam
Jarak pagar	2,87	0,73	0,25	0,287
Minyak sawit	2,75	0,32	0,10	0,271
Minyak tanah ^{*)}	7,6	-	-	0,39

^{*)} Sri Mulato (2002).

Tabel 3. Konsumsi minyak jarak pagar kasar dan minyak sawit kasar pada penggunaan kompor bertekanan.

Bahan Bakar Nabati (BBN)	Kondisi	Kompur				Rata-rata
		1	2	3	4	
Jarak pagar kasar/tidak disaring KIJP	Tangki isi awal (kg)	4,408	4,380	4,461	4,420	4,417
	Tangki isi akhir (kg)	2,961	2,925	3,064	2,983	2,983
	Penggunaan bahan bakar (kg)	1,447	1,455	1,397	1,437	1,434
	Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	0,289	0,291	0,279	0,287	0,287
Kelapa sawit curah kasar/ tidak disaring garut	Tangki isi awal (kg)	4,458	4,387	4,458	4,406	4,427
	Tangki isi akhir (kg)	3,020	2,909	3,244	3,026	3,049
	Penggunaan bahan bakar (kg)	1,438	1,378	1,214	1,380	1,352
	Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	0,288	0,278	0,243	0,276	0,271

Muller *et.al.*, (2006) melaporkan bahwa kandungan beberapa logam, dan residu karbon dalam minyak BBN berkorelasi positif dengan potensi deposit dalam evaporator pembakaran. Tabel 2 menampilkan bahwa jumlah residu pembakaran spesifik dalam evaporator kompor terlihat paling tinggi pada kompor yang

menggunakan minyak jarak pagar, yaitu 0,73 gr/kg, disusul minyak sawit sebesar 0,32 gr/kg. Hal tersebut berkorelasi dengan kandungan senyawa logam seperti disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis kimiawi menunjukkan bahwa kandungan magnesium dan kalsium dalam minyak jarak pagar lebih tinggi dibandingkan

dengan minyak sawit. Kandungan magnesium dalam minyak jarak pagar terukur 0,6-1,0 mg/kg, dan kalsium 1,0-2,0 mg/kg minyak. Sedangkan kandungan residu karbon (dinyatakan dalam residu carbon Conradson) pada minyak jarak pagar dan minyak sawit, masing-masing 0,22-0,32% dan 0,22-0,31%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kompor tekan BBN memerlukan pembersihan lebih sering dan harus dilakukan secara teratur agar fungsi kompor tetap optimal.

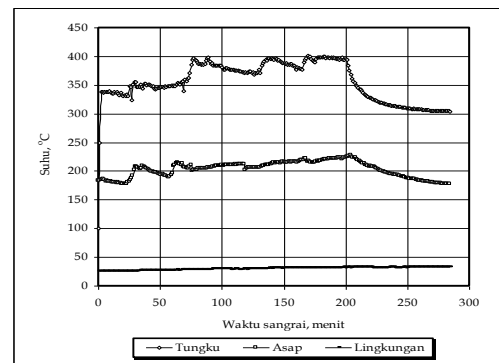
Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kompor bertekanan diperoleh konsumsi minyak jarak dan minyak sawit masing-masing adalah 0,287 kg/jam dan 0,271 kg/jam dengan nilai keluaran energi panas dari minyak jarak dan minyak sawit masing-masing 2,87 kW, dan 2,75 kW. Sri Mulato (2002) melaporkan bahwa dengan menggunakan kompor bertekanan berbahan bakar minyak tanah, konsumsi bahan bakar dan keluaran energi panas masing-masing sebesar 0,39 kg/jam, dan 7,6 kW. Jika dibandingkan dengan kompor sumbu dan kompor tekan konvensional, keluaran panas kompor yang diuji memiliki efisiensi dan keluaran energi yang lebih tinggi. Stumpf & Muhlbauer (2002), melaporkan bahwa secara umum, kompor tekan konvensional akan menghasilkan daya (*power*) antara 0,8- 3,5 kW dengan efisiensi 45-52 %, sedangkan kompor sumbu hanya menghasilkan daya (*power*) 0,8-2,2 kW dengan efisiensi 38-47 %. Proses pembakaran BBN pada kompor yang diuji ternyata menghasilkan suara yang cukup keras. Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada jarak sekitar 2 - 3 meter dari pusat pengoperasian kompor menunjukkan nilai 70 dB seperti halnya suara kompor tekan konvensional. Pada dasarnya, kebisingan maksimum yang dapat ditolerir manusia untuk pembebanan dari bunyi yang terpaparkan terus menerus adalah 80 dB.

Karakteristik Penyangraian

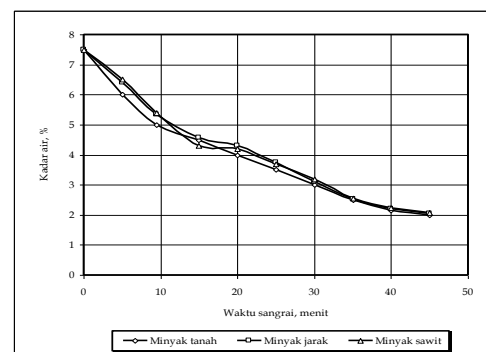
Hasil pengujian menunjukkan bahwa kompor bertekanan (*burner*) mampu membangkitkan suhu di dalam ruang sangrai antara 110-130°C. Fluktuasi suhu sangrai yang berkisar antara 2-3°C tidak dapat dihindari meskipun tingkat pembakaran telah diatur dengan baik.

Pada awal proses pembakaran diperlukan waktu yang cukup untuk menjaga suhu di dalam ruang sangrai stabil pada kisaran tersebut. Tungku sebagai sumber panas memiliki suhu yang paling tinggi, dan mampu mencapai suhu 400°C. Suhu asap yang masih relatif tinggi antara 150-225°C sebelum meninggalkan cerobong asap memberikan pengaruh positif untuk membantu stabilitas panas di dinding

silinder sangrai pasca pemanasan dari ruang bakar (tungku). Setelah memindahkan sebagian energi panas ke dinding silinder, maka suhu asap turun dan biji kakao sebagai penerima panas menunjukkan nilai suhu yang paling rendah.



Gambar 3. Karakteristik suhu ruang sangrai, bahan, tempering dan lingkungan.



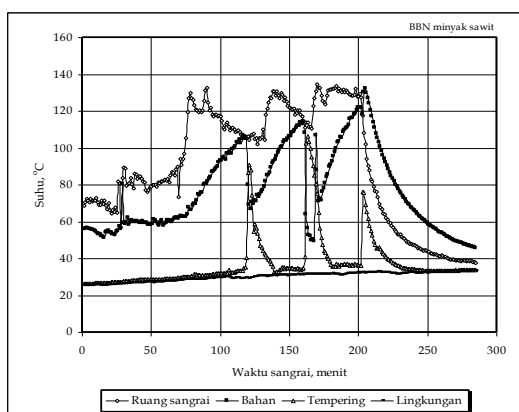
Gambar 4. Karakteristik suhu tungku, asap dan lingkungan selama proses penyangraian

Waktu yang dibutuhkan untuk membangkitkan suhu stabil di dalam ruang sangrai pada kisaran 110-130°C adalah antara 4-7 menit. Smith & Van Ness (1985) melaporkan bahwa kesempurnaan reaksi pembakaran sangat tergantung pada kemampuan bercampur (*mixing*) antara senyawa hidrokarbon yang terkandung di dalam bahan bakar dengan oksigen yang terdapat di udara sekitar. Sri-Mulato (2002) melaporkan bahwa pembangkitan panas untuk proses penyangraian biji kopi dengan bahan bakar LPG (*Liquid Petroleum Gas*) lebih cepat jika dibandingkan dengan minyak tanah.

Secara umum, suhu di dalam ruang sangrai pada semua perlakuan penyangraian akan turun pada saat biji kakao mulai dimasukan sedikit demi sedikit ke dalam ruang



sangrai. Suhu biji kakao yang semula setara dengan suhu kamar yaitu antara 28-30°C akan cepat menyerap panas jika berada pada lingkungan dengan suhu yang lebih tinggi. Profil peningkatan suhu dari empat titik pengukuran yaitu suhu bahan, suhu ruang sangrai, suhu tungku, dan suhu asap ditampilkan pada Gambar 3 dan 4 dimana menunjukkan pola yang sama. Perbedaan terletak pada panjang pendeknya waktu pemanasan awal, dan waktu sangrai yang disebabkan oleh perbedaan nilai kalor bahan bakar.



Gambar 5. Laju penurunan kadar air dari dalam biji kakao selama penyangraian

Suhu merupakan tolok ukur kandungan energi panas, dan kelembaban udara menunjukkan kemampuan udara untuk menyerap uap air (McDonald & Freire, 1982). Sedangkan adanya perbedaan tekanan udara yang tinggi antara ruang sangrai dengan tekanan udara luar yang rendah akan membantu aliran uap air ke luar dari silinder sangrai. Energi panas menyebabkan air yang terkandung di dalam bahan akan berubah menjadi fase gas dan menguap keluar dari pori-pori bahan. Semakin tinggi energi panas yang dapat terserap, maka jumlah air yang dapat diuapkan akan semakin tinggi. Namun demikian, karakteristik fisik dan kimia bahan akan sangat berpengaruh pada kecepatan penguapan dan mutu produk akhir yang dihasilkan. Selain itu, proses penguapan bahan lain yang memiliki potensi sebagai pembentuk aroma dan citarasa produk akhir perlu di tekan serendah mungkin. Menurut Syarief & Halid (1993), proses pemanasan dengan suhu tinggi dapat berakibat pada terbentuknya suatu lapisan luar yang keras (case hardening) sehingga menghalangi penguapan air dari dalam bahan.

Pada awal proses penyangraian, terutama pada 5 menit pertama, penurunan kadar air

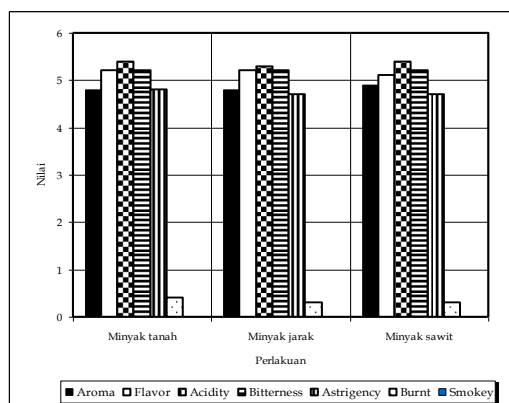
bahan berlangsung sangat lambat. Kondisi tersebut disebabkan energi panas digunakan untuk memanaskan lapisan air di permukaan bahan sebelum terjadinya proses penguapan. Air yang menguap merupakan air adsorpsi yaitu air yang terikat pada permukaan bahan yang merupakan kesetimbangan dari uap air yang ada di udara sekeliling (Syarief & Halid, 1993). Pada 5-10 menit kemudian, penurunan kadar air bahan relatif lebih cepat dan diakhiri pada kadar air 2.5-3% (**Gambar 5**). Air yang diuapkan pada tahap ini merupakan air kapiler, yaitu air yang terikat di dalam rongga-rongga jaringan kapiler yang halus dari keping kakao. Tahapan proses penyangraian tersebut menunjukkan bahwa energi panas yang dihasilkan baik oleh *burner* berbahan bakar minyak tanah maupun kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati mencukupi sebagai sumber energi penyangraian.

Mutu Produk

Selama proses penyangraian, biji kakao mengalami perubahan fisik dan kimia, dan beberapa senyawa kimia volatil serta pirolisis senyawa hidrokarbon atau pencokelatan biji. Selain keberadaan senyawa calon citarasa, kesempurnaan reaksi sangrai dipengaruhi oleh faktor panas, dan waktu penyangraian (Davids, 1996; Sivetz & Desrosier, 1979). Beberapa parameter citarasa pasta kakao yang diperoleh dari beberapa perlakuan proses sangrai ditampilkan pada Gambar 6. Selama penyangraian, citarasa dan aroma khas kakao akan terbentuk di dalam biji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan bahan bakar nabati berupa minyak jarak kasar, dan minyak sawit kasar menghasilkan cita rasa pasta yang relatif sama dengan cita rasa pasta yang dihasilkan dari proses penyangraian dengan menggunakan bahan bakar minyak tanah. Widyotomo *et.al.*, (2006), melaporkan bahwa dari penilaian panelis diketahui bahwa tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu sangrai 150°C dengan beban sangrai 7 kg biji kakao. Nilai dari beberapa parameter citarasa adalah aroma, *flavour*, *acidity*, *bitterness*, *astringency*, dan *burnt* masing-masing 4,8; 5,2; 5,4; 5,2; 4,8; dan 0,4 pada skala 10, sedangkan panelis memberikan nilai terhadap tingkat kesukaan sebesar 4,2 pada skala 5.

Lopez & Mc Donald (1981) melaporkan bahwa dengan proses sangrai, maka rasa dan aroma kakao dapat dikembangkan. Rasa dan aroma kakao sangrai sangat ditentukan oleh suhu dan lama penyangraian, kadar air, ukuran biji, dan bentuk biji. Namun demikian, pengendalian proses sangrai yang kurang baik

dapat menyebabkan pasta kakao yang dihasilkan akan memiliki citarasa hangus atau gosong (burnt). Fenomena tersebut terjadi karena energi panas yang berlebihan digunakan untuk proses pirolisis yang pada dasarnya merupakan reaksi dekomposisi senyawa hidrokarbon di dalam biji kakao (Sivetz & Desrosier, 1979).



Gambar 6. Profil mutu pasta kakao dari beberapa perlakuan penyangraian.

Rasa *bitterness* disebabkan oleh kandungan *theobromin* dan *antosianin* pada biji kakao. Biji kakao yang tidak terfermentasikan dengan baik akan memiliki kandungan *theobromin* dan *antosianin* yang tinggi. Rasa *astringency* dapat disebabkan oleh kandungan *antosianin* pada biji kakao. *Antosianin* sebagian terurai selama proses fermentasi berlangsung karena masuknya asam pada keping biji (Yusianto *et.al.*, 1997). Sedangkan rasa *acidity* disebabkan oleh asam asetat dan asam laktat hasil fermentasi (Jinap, 1994). Dengan semakin tebal pulpa yang menempel pada permukaan biji maka potensi rasa *acidity* yang dihasilkan akan lebih tinggi (Clapperton, 1994).

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kompor bertekanan berbahan bakar minyak jarak dan minyak sawit, biji kakao pasca sangrai dengan kadar air 2-3% diperoleh setelah proses penyangraian berlangsung selama 40-50 menit dengan suhu sangrai antara 110-120°C;
2. Tenaga yang dihasilkan kompor dengan bahan bakar minyak jarak sekitar 2,765 kilowatt dengan konsumsi bahan bakar

antara 0,266-0,287 kg/jam, dan dengan bahan bakar minyak sawit sekitar 2,7 kilowatt dengan konsumsi bahan bakar antara 0,271-0,292 kg/jam;

3. Residu pembakaran menggunakan jarak pagar, dan kelapa sawit dengan nilai residu spesifik masing-masing 0,73 - 0,88 gr/kg, dan 0,32 - 0,52 gr/kg. Oleh karena itu, penggunaan kompor memerlukan pembersihan evaporator secara teratur untuk menghasilkan kinerja yang lebih stabil dan baik;
4. Secara ergonomis, tingkat kebisingan 70,2 dB pada penggunaan kompor yang diuji masih dalam ambang aman untuk telinga pemakainya maupun yang bekerja atau berada didekat titik penggunaan kompor. Mutu akhir yang dihasilkan dari proses penyangraian biji kakao baik dengan menggunakan minyak jarak maupun minyak sawit adalah baik dan dapat diterima oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema & C.W. Hall. 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut.
- Clapperton, J.F. 1994. *A Review of Research to Identify the Origins of Cocoa Flavour Characteristics*. Cocoa Growers Bulletin, 48, 7-16.
- 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.
- Djudawi, S.D., H. Lumbantobing, M. Novariyanthy, Rr. Suharyati, dan S. Simarmata. 2006. *Pedoman pengendalian OPT tanaman jarak pagar*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Erningpraja, L. dan B. Dradjat. 2006. *Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit*.



- Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Vol. 28 (3), hal. 1-3.
- Henderson, S.M. and Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. Second Edition. The AVI Publishing, Westpot, Conneticut.
- Jinap, S. 1994. *Organic Acids in Cocoa Beans Review*. (Abstracts) Cocoa Growers Bulletin, 48, 65-66.
- Lide, D.R. and H.P.R. Frederikse. 1995. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, Boca Raton, USA. Dalam Mühlbauer, W., A. Esper, E. Stumpf and R. Baumann. 1998. *Plant Oil-Based Cooking Stove - A Technology Update*. Makalah dalam Workshop Rural Energy, Equity and Employment: Role of Atrophy Curcas. Harare, Zimbabwe, 13-15 May 1998. Scientific and Industrial Research and Development Centre (SIRDC). The Rockefeller Foundation.
- 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., and J. C. Smith. 1956. *Unit Operationr of Chemical Engineering*. McGraw-Hill Book Company, Inc. Toshosansatsu Printing Co. Ltd., Tokyo, Japan.
- McDonald, C.R. and E.S.Freire. 1982. *Investigation of the Characteristics of a Traditional Natural Convection Cocoa Dryer*. Trop.Agric.(Trin), 59, 24-32.
- Mühlbauer, W., A. Esper, E. Stumpf and R. Baumann. 1998. *Plant Oil-based Cooking Stove - A Technology Update*. Makalah dalam Workshop Rural Energy, Equity and Employment: Role of Atrophy Curcas. Harare, Zimbabwe, 13-15 May 1998. Scientific and Industrial Research and Development Centre (SIRDC). The Rockefeller Foundation.
- Müller J, Kratzeisen M, Weis K, Stumpf E, and Mühlbauer W. 2006. *Jatropha Curcas Derivatives as Alternative Energy Source for Households*. Makalah pada Lokakarya II Status Teknologi Jarak Pagar. 29 November 2006. Puslitbang Perkebunan. Bogor.
- Prastowo, B. 2007. *Bahan Bakar Nabati Asal Tanaman Perkebunan sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah untuk Rumah Tangga*. Perspektif. Review Penelitian Tanaman Industri. Vol 6 (1), hal.10-18.
- Prastowo, B. 2008. *Inovasi Teknologi Pertanian Mendukung Pengembangan Bahan Bakar Nabati*. Prosiding Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Sivetz, M. and N.W. Desrosier. 1979. *Coffee Technology*. The AVI Publ. Inc., Connecticut.
- Smith, J.M. and H.C. Van Ness. 1985. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 3rd ed. International Student Edition. McGraw-Hill Book Company Inc., Kogakusha. Tokyo.
- Sri Mulato, S. Widyotomo, dan Yusianto. 1998. *Rekayasa Alat dan Mesin Industri Hilir Kakao Skala Kelompok Tani*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Kerjasama antara Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian.
- Sri Mulato. 2002. *Perancangan dan Pengujian Mesin Sangrai Biji Kopi Tipe Silinder*. Pelita Perkebunan. Vol. 18(1), hal.31-45.
- Stumpf, E. and W. Mühlbauer. 2002. *Plant-oil Cooking Stove for Developing Countries*. Boiling Point 48. p37.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Penerbit ARCAN, Jakarta.
- Widyotomo, S., Sri Mulato, dan E. Suharyanto. 2006. *Optimasi Mesin Sangrai Tipe Silinder Horisontal untuk Penyangraian Keping Biji Kakao*. Pelita Perkebunan, 22(2), 136-158.

