

PEMANFAATAN MINYAK SAWIT KASAR SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF UNTUK PENYANGRAIAN BIJI KAKAO¹

Sukrisno Widyotomo², Sri Mulato², Bambang Prastowo³, dan E. Suharyanto²

ABSTRAK

Salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang sangat menentukan cita rasa khas *chocolate* adalah proses penyangraian. Penyangraian bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merekayasa 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. Upaya konversi minyak tanah menjadi minyak nabati sebagai bahan bakar sumber panas penyangraian perlu dilakukan mengingat ketersediaan energi fosil yang semakin langka. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja mesin sangrai biji kakao tipe silinder horisontal dengan menggunakan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak sawit kasar [*crude palm oil*, CPO]. Kompor bertekanan yang digunakan adalah kompor Protos 1 dengan dasar rancangan dari Universitas Hohenheim, Jerman. Hasil uji awal skala laboratorium menunjukkan bahwa pada durasi proses pembakaran yang sama, minyak tanah yang dibutuhkan 2 kali lebih banyak dibandingkan minyak nabati. Pada proses penyangraian biji kakao diperoleh hasil bahwa dengan kompor bertekanan berbahan bakar minyak sawit kasar, biji kakao pascasangrai dengan kadar air 2-3% diperoleh setelah proses penyangraian berlangsung selama 45-50 menit dengan suhu sangrai antara 110-120 °C. Tenaga yang dihasilkan kompor sekitar 2,7 kilowatt dengan konsumsi bahan bakar antara 0,271-0,292 kg/jam. Residu pembakaran dan tingkat kebisingan masing-masing sebesar 0,32-0,52 g/kg dan 70,2 dB. Frekuensi pembersihan nozzle kompor dilakukan antara 4-5 jam sekali. Uji organoleptik menunjukkan bahwa biji kakao pasca sangrai tidak terkontaminasi bau asap ataupun bau asing lainnya.

Kata kunci : *kakao, sangrai, energi, minyak tanah, minyak sawit*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Peneliti Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

³ Peneliti Utama Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, e-mail: bprastowo@gmail.com ; prastowo@deptan.go.id

A. PENDAHULUAN

Teknologi proses dan alat-mesin industri coklat setiap saat terus berkembang seiring dengan perkembangan IPTEK, efisiensi produksi, tuntutan lingkungan serta kebutuhan konsumen yang semakin beragam. Sedang, negara-negara berkembang sangat tergantung pada teknologi import sehingga investasi di bidang industri ini relatif mahal dan tidak mungkin terjangkau oleh Usaha Mikro Kecil Menengah [UMKM]. Kegiatan penelitian jangka panjang [*longitudinal research*] proses produksi industri hilir kakao telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao sejak tiga tahun terakhir ini. Suatu terobosan baru ingin dicapai untuk meraih nilai tambah lebih besar dari biji kakao, meningkatkan konsumsi coklat domestik dan memperluas pasar melalui diversifikasi produk hilirnya. Paket teknologi proses dan alat mesin dirancang sesuai dengan kondisi lokal, bersifat integratif dan tepat guna serta mempunyai skala produksi ekonomis untuk UMKM.

Dari total produksi biji kakao Indonesia, ekspor biji kakao dalam bentuk olahan saat ini baru mencapai 20%. Padahal nilai tambah terbesar diperoleh dari produk hilirnya [produk coklat setengah jadi dan produk jadi]. Salah satu kebijakan Pemerintah untuk mendukung pengembangan kakao sampai tahun 2010 adalah pengembangan industri hilir dan peningkatan nilai tambah. Disamping produk yang bersifat konvensional seperti biji kakao kering yang sampai saat ini masih mendominasi ekspor, kakao dapat diproses untuk keperluan bahan olahan lainnya selain diproses oleh industri makanan dan minuman berbasis coklat. Pengembangan industri hilir kakao terkendala oleh 3 hal pokok, yaitu formulasi produk, perekrutasaan proses dan ketersediaan alat dan mesin yang terjangkau baik dari segi harga maupun kemudahan operasionalnya.

Indonesia sebagai salah satu produsen utama kakao di dunia selain Ghana dan Pantai Gading, sampai dengan tahun 2005 telah mengembangkan tanaman kakao seluas 1.167.046 ha dengan produksi 748.828 ton biji kakao kering. Pada tahun 2006 diperkirakan akan naik menjadi 1.191.742 ha dengan produksi 779.474 ton biji kakao kering yang tersebar di 31 propinsi. Jumlah petani yang terlibat dalam usaha tani kakao mencakup 1,16 juta kepala keluarga. Pada tahun 2005, ekspor komoditi kakao mencapai nilai US \$ 664,338 juta dengan volume 463.632 ton (Ditjend Perkebunan, 2006). Pada satu sisi, peningkatan produksi tersebut memberikan kontribusi yang positif pada peningkatan pendapatan ekspor. Namun di sisi lain, suatu tindakan antisipatif perlu

dilakukan untuk menghadapi fluktuasi dan penurunan harga secara drastis yang sewaktu-waktu terjadi karena kelebihan pasokan di pasaran dunia (USDA, 2000).

Salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang sangat menentukan cita rasa khas *chocolate* adalah proses penyangraian. Penyangraian bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan mengurangi kadar air. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merekayasa alat sangrai biji kakao tipe silinder horisontal dengan sumber panas burner berbahan bakar minyak tanah yang cocok dan terjangkau oleh pengusaha kecil baik secara teknologis maupun harga. Upaya konversi minyak tanah menjadi minyak nabati sebagai bahan bakar sumber panas penyangraian perlu dilakukan mengingat ketersediaan energi fosil yang semakin langka. Prastowo [2007] melaporkan bahwa penggunaan minyak asal tanaman juga sangat ramah lingkungan. 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]. Widyotomo *et al* [2008] melaporkan bahwa dengan kompor bertekanan berbahan bakar minyak jarak, biji kakao pascasangrai dengan kadar air 2-3% diperoleh setelah proses penyangraian dengan mesin sangrai tipe silinder horisontal berlangsung selama 40-45 menit pada suhu sangrai antara 110-120^oC. Tenaga yang dihasilkan kompor sekitar 2,765 kilowatt, konsumsi bahan bakar antara 0,266-0,287 kg/jam, residu pembakaran antara 0,73-0,88 gr/kg, dan kebisingan 70,2 dB. Biji kakao pascasangrai beraroma bersih [”clean”] dan tidak terkontaminasi oleh bau asap atau asing lainnya.

Tulisan ini membahas secara ringkas kinerja mesin sangrai tipe silinder horisontal dengan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak sawit kasar atau *crude palm oil* [CPO] 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 Usaha Mikro Kecil dan Menengah.

B. TAHAPAN PROSES PRODUKSI LEMAK DAN BUBUK KAKAO

Secara skematis tahapan proses konversi biji kakao menjadi produk setengah jadi [pasta kasar, lemak dan bubuk cokelat] disajikan pada **Gambar 1** dan terdiri atas empat

bagian pokok, yaitu penyiapan bahan baku, penyangraian, penghalusan dan pengempaan [Sri Mulato *et al*, 2005].

Salah satu tahap pengolahan hilir kakao yang sangat menentukan cita rasa khas *chocolate* adalah proses penyangraian. Proses penyangraian bertujuan untuk membentuk aroma dan citarasa khas cokelat dari biji kakao dengan perlakuan panas. Biji kakao yang telah difementasi dan dikeringkan dengan baik mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk citarasa dan aroma khas cokelat antara lain asam amino dan gula reduksi. Jika dipanaskan pada suhu dan waktu yang cukup, keduanya akan bereaksi membentuk senyawa Maillard [reaksi pembentukan rasa dan aroma]. Sedangkan senyawa gula non-reduksi [sukrosa] akan terhidrolisa oleh air membentuk senyawa gula reduksi dan kemudian akan melanjutkan reaksi Maillard. Proses sangrai dilakukan pada mesin sangrai tipe silinder dengan bahan bakar minyak tanah [**Gambar 2**].

Biji KakaoPenyortiranPenyangraianPemisahan KulitKulit BijiDaging Biji [Nib]PemastaanPengempaanLemak
KakaoBungkil CokelatPasta Cokelat

Gambar 1. Tahapan proses konversi biji kakao menjadi produk setengah jadi.

Gambar 2. Mesin sangrai biji kakao tipe silinder-mendatar.

4

Suhu ruang sangrai dapat diatur antara 100 – 225 °C, namun suhu sangrai yang umum untuk biji kakao adalah antara 105 – 120 °C. Waktu sangrai berkisar 10 sampai 35 menit tergantung pada jumlah biji kakao yang disangrai dan kadar airnya. Mesin sangrai dilengkapi dengan pendingin tipe bak dengan sistem hisapan udara menggunakan kipas sentrifugal. Waktu pendinginan optimum berkisar antara 8-10 menit dan sudah cukup untuk mencegah biji kakao menjadi gosong [*over roasted*] [Widyotomo *et al*, 2006; Sri Mulato *et al*, 2005].

C. DESKRIPSI MESIN SANGRAI TIPE SILINDER HORIZONTAL

Mesin sangrai tipe silinder horizontal memiliki lima bagian penting yaitu silinder sangrai beserta sungkup [*housing*], tenaga penggerak, rangka, sumber panas, dan unit tempering [**Gambar 3**]. Silinder sangrai dibuat dari bahan aluminium dan memiliki ukuran diameter, panjang selimut, dan tebal masing-masing 405 mm, 520 mm, dan 3 mm. Pada bagian dalam silinder sangrai dipasang sirip-sirip berukuran panjang dan lebar masing-masing 100 mm, dan 85 mm yang melintang dua arah berfungsi sebagai pembalik bahan pada saat proses penyangraian berlangsung sehingga diperoleh produk sangrai yang seragam. Pada bagian ujung depan dipasang sabuk [*belt*] yang dibuat dari bahan baja melingkar silinder sangrai dengan ukuran tebal dan lebar masing-masing 3 mm, dan 70 mm. Pada bagian belakang dipasang plat baja tebal 3 mm, dan diameter 465 mm yang berfungsi menutup lubang silinder sortasi, dan dilengkapi sabuk baja melingkar silinder sangrai dengan ukuran tebal dan lebar masing-masing 3 mm, dan 70 mm. Sabuk baja melingkar silinder sangrai berfungsi sebagai alur penerusan daya putar dari bantalan poros putar yang digerakkan oleh tenaga penggerak.

Sungkup silinder sangrai [*housing*] selain berfungsi untuk menekan kehilangan panas hasil pembakaran minyak tanah atau minyak nabati dengan menggunakan kompor bertekanan [*burner*] tipe kupu-kupu, juga berfungsi untuk memisahkan aliran asap hasil proses pembakaran dari bahan yang disangrai dan mengeluarkannya melalui cerobong keluaran asap yang dipasang dibagian atas sungkup silinder sangrai. Pada cerobong keluaran asap dipasang indikator suhu yang berfungsi untuk mengetahui suhu asap hasil pembakaran sehingga memudahkan pengendalian panas selama proses penyangraian berlangsung.

Silinder sangrai berputar dengan adanya putaran dari tenaga penggerak berupa sebuah motor listrik dengan spesifikasi daya 1 HP, 220 V, single phase, dan 1400 rpm. Penerusan daya dari sumber daya penggerak ke silinder sangrai menggunakan sistem pulley dan sabuk karet V tunggal, reduksi putaran menggunakan gear box dengan rasio putaran 1 : 50 dan size 60, roda gigi ke roda gigi dan terakhir sistem friksi antara empat buah silinder baja yang terletak di poros putar dengan dua buah sabuk baja dari silinder sangrai. Perbandingan roda gigi dari gear box ke bantalan poros putar adalah 1 : 1.

Rangka mesin sangrai dibuat dari besi baja profil persegi 40 mm x 60 mm dan memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 900 mm, 670 mm, dan 700 mm. Rangka berfungsi untuk menopang silinder sangrai dan sungkup silinder sangrai serta penempatan tenaga penggerak. Selain itu, dibagian dalam rangka ditempatkan ruang bakar sebagai pembangkitan sumber panas penyangraian. Sumber panas penyangraian diperoleh dengan adanya pembangkitan panas dari kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati [minyak kelapa sawit kasar] [Prastowo, 2007]. Minyak sawit dimasukkan ke dalam tabung yang dilengkapi indikator tekanan, dan injeksi minyak ke *sprayer* kompor bertekanan dijaga tetap pada tekanan 2-3 bar.

1234567891011121314152100 mm1350 mm

[a] [b]

Keterangan :

1. Corong pengumpan 10. Rangka
2. Indikator suhu 11. Sumber panas [kompor]
3. Cerobong asap 12. Corong keluaran
4. Rumah silinder sangrai 13. Lubang pengambilan contoh
5. Puli 14. Silinder sangrai
6. Poros silinder sangrai 15. Pemberat
7. Penurun putaran [*speed reducer*] 16. Pengaduk
8. Sabuk karet V 17. Tungku
9. Motor penggerak

Gambar 3. Sketsa mesin sangrai biji kakao tipe silinder horisontal berputar (a) tampak samping, dan (b) tampak depan

Sebelum dilanjutkan pada tahapan pengolahan berikutnya, biji kakao pasca sangrai didinginkan terlebih dahulu di dalam unit tempering. Unit tempering berbentuk silinder tegak dan memiliki ukuran diameter, dan tinggi masing-masing 1 m, dan 0,3 m. Unit tempering disangga oleh empat buah kaki dengan tinggi 0,2 m dari permukaan tanah, dan dibuat dari besi siku ukuran 40 x 40 mm. Selain berfungsi untuk menurunkan dan menyeragamkan suhu biji kakao pasca sangrai, unit tempering berfungsi untuk memisahkan biji kakao pasca sangrai dari serpihan-serpihan serat dan lapisan kulit yang muncul pada saat proses penyangraian. Unit tempering dibuat dari plat aluminium tebal 2 mm, dan pada bagian alasnya dibuat berlubang [*perforated plate*] dengan ukuran lubang 10 mm dan jarak antar lubang 10 mm.

D. KOMPOR BERTEKANAN BERBAHAN BAKAR MINYAK NABATI

Teknologi penggunaan langsung minyak nabati tanpa proses transesterifikasi sebagai alternatif pengganti minyak tanah sangat diperlukan agar tidak memerlukan waktu dan biaya tambahan. Minyak murni yang salah satunya dapat berasal dari minyak sawit masih mengandung gum yang berdampak pada terbentuknya kerak sisa pembakaran yang dapat menyumbat *sprayer* atau *nozzle*. Karena sifat kimiawi dan fisis dari BBN [bahan bakar nabati] cair yang sangat berlainan dengan minyak tanah, maka kompor BBN harus dirancang secara khusus agar diperoleh efisiensi pembakaran yang optimal. Minyak sawit harus berbentuk kabut atau uap agar dapat terbakar dengan baik, sehingga perlu tekanan sebelum pembakaran kemudian disemprotkan bersamaan dengan proses pemanasan awalnya [Prastowo, 2007].

Bahan bakar minyak nabati [BBN] tidak dapat berfungsi secara optimal pada kompor tipe sumbu [*wick stove*] karena mempunyai sifat yang kental. Selain itu, titik bakar BBN yang relatif tinggi, yaitu sekitar 300^o C (Muhlbauer, 1998), mengakibatkan BBN juga tidak dapat dibakar secara sempurna pada kompor tipe tekan [*pressurized stove*] konvensional sebagaimana kompor dengan bahan bakar minyak tanah. Proses pembakaran minyak pada kompor tekan terjadi melalui 3 tahapan, yaitu tahap pertama adalah konversi minyak yang semula cair menjadi bentuk uap melalui proses pemanasan awal [*pre heating*] yang cukup; tahap kedua adalah pengkabutan uap minyak lewat nosel dengan bantuan tekanan yang cukup lewat nosel menjadi partikel yang halus agar mudah bersintesa dengan oksigen di udara, dan tahap ketiga adalah pernyalaan campuran uap

minyak dan oksigen. Reksowardojo *et al.* [2006] melaporkan bahwa modifikasi kompor tekan yang awalnya untuk bahan bakar minyak tanah perlu waktu penyalaan yang lebih lama jika digunakan bahan bakar minyak jarak. Prastowo [2007] melaporkan bahwa titik bakar [*fuel ignition point*] dari minyak sawit yang lebih tinggi dibandingkan minyak tanah menyebabkan perlunya pemanasan awal pada penggunaan kompor tekan tersebut. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember bekerjasama dengan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan di Bogor telah melakukan kerjasama pengembangan dan pemanfaatan kompor bertekanan dengan bahan bakar minyak nabati hasil rekayasa Universitas Hohenheim untuk proses pengolahan kakao [**Gambar 4**]. Perbedaan mendasar dari kompor tekan ini dengan kompor tekan konvensional terletak pada desain tabung evaporator minyaknya. Tabung evaporator pada kompor konvensional terbuat dari pipa besi tuang dengan posisi vertikal, sedangkan pada kompor BBN dibuat dari pipa multi lapis [*multi-layers*] dengan posisi mendatar.

Gambar 4. Kompor bertekanan dengan bahan bakar minyak nabati

Mekanisme pemanasan awal [*pre heating*] kedua kompor minyak tersebut sama, yaitu menggunakan cawan yang terletak di pangkal tabung evaporatornya, hanya saja volume cawan dari kompor BBN lebih besar. Hal tersebut disebabkan karena titik bakar dari BBN yang lebih tinggi dibandingkan minyak tanah, maka diperlukan waktu pemanasan awal yang lebih lama untuk menghasilkan uap minyak BBN dalam jumlah yang cukup. Sebaliknya, Muhlbauer (1998) melaporkan bahwa waktu pemanasan awal untuk minyak tanah berlangsung lebih cepat karena titik bakar minyak tanah hanya 50 °C. Dari kegiatan ini diharapkan dapat dikaji dengan lebih mendalam kelayakannya sebagai salah satu alternatif pengganti kompor minyak tanah. Penggunaan bahan bakar nabati asal tanaman perkebunan dapat menggantikan penggunaan minyak tanah, sedangkan fabrikasinya di daerah-daerah dapat membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat.

E. KARAKTERISTIK PEMBAKARAN

Sifat kimiawi beberapa minyak nabati yang digunakan dalam percobaan disajikan pada **Tabel 1**. Sifat fisik BBN yang diduga berpengaruh terhadap rancangan kompor tekan adalah kekentalan minyak dan suhu bakarnya. Minyak tanah merupakan

senyawa hidrokarbon yang terdiri atas molekul karbon rantai panjang sampai C_{10} , sedangkan BBN berasal dari senyawa trigliserida yang didominasi oleh asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Perbedaan penyusun senyawa kimia tersebut yang mengakibatkan sifat kimia dan thermal minyak tanah berbeda sangat signifikan dengan minyak BBN. Jika dibandingkan dengan kekentalan [viskositas] minyak tanah yang hanya $2,2 \text{ mm}^2/\text{s}$, maka kekentalan minyak sawit antara $38,0\text{-}38,6 \text{ mm}^2/\text{s}$ masih relatif tinggi. Semakin tinggi kekentalan minyak bakar, maka semakin rendah daya alir dan daya bakarnya di dalam komponen pembakar.

Muhlbauer [1998] melaporkan bahwa BBN ini memiliki titik bakar yang tinggi, yaitu sekitar $270\text{-}340^\circ\text{C}$. Pada penelitian ini diketahui titik bakar minyak sawit sekitar 314°C , hal yang sama juga dilaporkan oleh Lide dan Frederikse [1995]. Nilai ini jauh lebih tinggi dari titik bakar minyak tanah yang hanya sekitar 50°C . Untuk itu, kompor BBN dilengkapi dengan komponen pemanasan awal untuk menurunkan kekentalan minyak dan sekaligus memanaskan sampai mencapai suhu 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 yang diduga akan muncul 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 kompor 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 kalsium [K] diperkirakan akan berpengaruh terhadap jumlah residu tersebut. **Tabel 1** menampilkan hasil analisis kandungan senyawa logam seperti pospor [P], magnesium [Mg], dan kalsium [K] dari minyak sawit.

Menurut Muller [2006] 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 dengan menggunakan minyak sawit antara $0,32\text{-}0,52 \text{ gr/kg}$. Hal itu berkorelasi dengan kandungan senyawa logam seperti disajikan pada **Tabel 1**. Kandungan

magnesium dan kalium dalam minyak sawit terukur masing-masing <1,0 mg/kg, dan kalsium 1,0–1,9 mg/kg. Sedangkan, kandungan residu karbon [dinyatakan dalam residu carbon Conradson] minyak sawit kasar antara 0,25-0,31%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kompor tekan BBN memerlukan pembersihan lebih sering dan harus dilakukan secara teratur agar fungsi kompor tetap optimal. Kompor BBN memerlukan perhatian khusus dalam hal pembersihan dan perawatan dibandingkan dengan kompor minyak tanah khususnya pada pembersihan evaporator yang akan sangat berpengaruh terhadap kinerja dan umur kompor selanjutnya.

Tabel 1. Sifat kimiawi minyak sawit

Kode	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
A	935	2,26	0,25	57	0,270	38,60	1,0	< 1,0	0,001	114
B	1923	6,76	0,31	57	4,004	38,00	1,9	< 1,0	0,006	194