**UJI COBA PENGGUNAAN GAS PANAS DARI TUNGKU GASIFIKASI
KAYU KARET UNTUK PENGERINGAN BIJI COKLAT**
(*Trial of the use hot gas produced by rubber wood burning in the gasifier-combustor
for cacao seed drying*)

Oleh/By :

Tjutju Nurhayati

Summary

Hot gas of rubber wood burning on wood gasifier-combustor with capacity 3mBTU used for cacao seed drying at temperature ranged from 68 to 74° C. The moisture content of cacao seed prior to drying was varied from 141.93 to 7.14 %.

The trial results revealed that the average of hot gas flow rate was 118.47 m³/hour, rubber wood consumed was 0.33 kg per kg dry cacao seed or 1.03 kg per wet cacao seed, with the moisture content of rubber wood ranged from 11.64 to 14.34 %. The flow rate of drying was 134.63 dry cacao seed per hour and the efficiency of hot gas conversion was 54 %. The energy of hot gas consumption was 2.79 MJ per kg cacao seed and the productivity was 94.67 KJ per kg cacao seed per hour.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi kayu terdiri dari 2 sistem yaitu gas bakar dan gas panas. Gas bakar terdiri dari komponen karbonmonoksida (CO), hidrogen (H₂), metan (CH₄) dan lain-lain diperoleh dari hasil pembakaran kayu pada perangkat gasifikasi kayu sedang gas panas dari hasil pembakaran kayu pada tungku atau tungku gasifikasi kayu. Gas panas digunakan antara lain pada ketel uap (steam boiler), pengeringan, industri kecil dan rumah tangga.

Pada umumnya, untuk memproduksi gas panas lebih mudah dari pada gas bakar. Pada gas bakar diperlukan persyaratan gas yang bebas dari tar, cairan destilat dan abu, sedang pada gas panas tidak mutlak diperlukan. Perbedaan teknis ini yang menyebabkan pengembangan tungku gasifikasi kayu mempunyai prospek lebih baik daripada gasifikasi kayu. Menurut Anonim (1990) tungku gasifikasi kayu mempunyai peluang pasar yang baik di Indonesia.

Dalam rangka pengenalan perangkat tungku gasifikasi kayu dan penggunaan gas panasnya untuk pengeringan dilakukan penelitian aspek teknis perangkat gasifikasi kayu kapasitas 3mBTU/jam dengan gas panasnya yaitu hasil dari pembakaran kayu karet digunakan untuk pengeringan biji coklat. Penelitian antara lain meliputi teknik penggunaan tungku gasifikasi kayu dengan spesifikasinya, suhu dan efisiensi gas panas yang dihasilkan, konsumsi kayu bakar, lama pengeringan, dan laju pengeringan.

II. BAHAN DAN METODE

Gas panas dari tungku gasifikasi yang digunakan untuk pengeringan berasal dari hasil pembakaran kayu karet (*Hevea brasiliensis*). Jumlah kayu yang diperlukan untuk 3 kali uji coba sekitar 27 m³ diambil dari perkebunan kayu karet peremajaan. Kayu diameter berkisar antara 5-30 cm dipotong panjang 50 cm dibiarkan sampai kering udara. Pengambilan contoh kayu karet dilakukan untuk pengukuran kadar air, konversi berat ke meter kubik dan nilai kalor (ASTM, 1959).

Bahan yang dikeringkan adalah biji coklat hasil fermentasi dengan jumlah yang diperlukan sekitar 35 ton. Pengambilan contoh untuk analisis kadar air cara oven dilakukan sebelum dan sesudah pengeringan.

Perangkat tungku gasifikasi kayu yang digunakan kapasitas 3 mBTU/jam, tipe * fixed bed down draft * dan buatan Guthrie Industrial Machinery Malaysia. Bagian perangkat tungku gasifikasi kayu untuk pengeringan biji coklat tercantum pada Gambar 1 terdiri dari :

1. Reaktor atau ruang pembakaran (A), dibuat dari lempengan baja berukuran 2,5 x 1 x 0,75 m dengan bagian dalamnya dilapisi dengan campuran semen tahan api dan bagian atasnya dilengkapi dengan pintu untuk memasukkan kayu bakar. Pada bagian bawah mulut kayu ini terdapat ruang pendingin berisi air dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Untuk mulut api terdapat di bagian bawah reaktor berbentuk segi empat dengan ukuran 22 x 57 cm.

2. Ruang hasil pembakaran (B), berfungsi sebagai penampung gas panas berbentuk bulat dengan diameter 100 cm. Di bagian tengah dilengkapi dengan lubang udara berukuran diameter 11,5 cm.
3. Silikon (C), berfungsi sebagai pemisah gas panas dari abu, bentuk pipa silinder terdiri dari 2 unit dengan ukuran masing-masing panjang 70 dan 100 cm, diameter 10 dan 20 cm. Di bagian bawah siklon terdapat penampung abu (D).
4. Lubang udara I (E), gas panas dari siklon dicampur dengan udara suhu kamar masuk melalui lubang udara yang dapat ditutup dan dibuka. Terdapat 8 buah lubang udara masing-masing berukuran 18 x 8 cm.
5. Ruang campuran (F) udara dan gas panas, berfungsi untuk menurunkan suhu gas panas. Ruang ini dilengkapi dengan saringan abu yang dipasang berdekatan dengan lubang udara, ukurannya panjang 120 cm dan diameter 100 cm.
6. Lubang udara II (G), terdapat 12 lubang udara masing-masing berukuran 17 x 30 cm dapat dibuka dan ditutup serta dilengkapi dengan saringan abu.
7. Peniup (H), untuk mengalirkan gas panas ke pipa pengeringan digerakkan oleh motor kekuatan 20 Hp. 15 kW dan 1450 rpm.
8. Pipa cerobong asap (K).
9. Pipa gas panas ke ruang pengering (k), dilengkapi dengan termometer sebanyak 2 unit.

Potongan kayu karet yang telah diketahui beratnya dimasukkan ke dalam reaktor kemudian dibakar dengan menambahkan sedikit minyak tanah sebagai umpan. Pada awal pembakaran semua lubang udara dibuka penuh dan dibiarkan menyala selama 30 menit. Suhu pada ruang hasil pembakaran dan suhu pada ruang pencampuran udara dicatat. Setelah pembakaran sempurna yaitu ditandai dengan keluar asap tipis, gas panas dialirkan ke pipa pengering pada suhu sekitar 60 - 70° C. Suhu pengeringan diatur dengan cara membuka dan menutup lubang udara pada ruang pencampuran.

Pengeringan biji coklat dilakukan dengan cara menggoreng kering dalam suatu wadah/penggorengan kapasitas 5 ton/wadah. Gas panas dialirkan melalui lubang ukuran 0,5 - 2 cm terletak di bagian bawah dengan jarak antara lubang 2-3 cm.

Akhir pengeringan ditandai dengan warna coklat kehitam-hitaman pada biji coklat, diperiksa kadar airnya dengan alat pengukur kadar air. Pada keadaan ini aliran gas panas dihentikan, motor listrik dimatikan, lubang udara dan mulut api ditutup rapat. Selama pengeringan berlangsung diamati laju alir gas panas, waktu pengeringan dan pengambilan contoh gas untuk keperluan analisis nilai kalor gas (Dewilde dan Vanhile), 1986).

Efisiensi konversi kayu menjadi gas panas yang dipakai untuk pengeringan biji coklat dihitung dengan

menggunakan rumus :

$$Ef (\%) = \frac{H \text{ gas (kJ)} \cdot 100 \%}{F \text{ (kg)} \cdot H_v \text{ (kJ/kg)} + E_t \text{ (kJ)}}$$

Keterangan :

Ef = Efisiensi gas panas (%)

H = Energi gas (kJ)

F = Berat kayu (kg)

Hv = Nilai kalor kayu (kJ/kg)

Energi gas dihitung dengan menggunakan rumus :

$$H (j) = G (J/m^3) \cdot C \text{ gas } (J/m^3 \cdot ^\circ C) \cdot dT (^\circ C) \cdot t \text{ (jam)}$$

Keterangan :

H = Energi gas (J)

G = Laju alir gas (m³/jam)

Cp = Tetapan gas (J/m³·°C)

dT = Selisih suhu gas dan suhu udara (°C)

t = Lama pengeringan (jam)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 tercantum parameter pembakaran kayu karet pada tungku gasifikasi dimana gas panas hasil pembakaran digunakan untuk mengeringkan biji coklat. Gas panas dari ruang pembakaran ditampung pada ruang hasil pembakaran dan suhunya berkisar antara 600 - 1100 °C. Setelah melalui pencampuran dengan udara I dan II suhu gas panas turun menjadi 400 - 700°C kemudian menjadi 200 - 400°C. Gas panas yang masuk ke dalam pipa pengering didinginkan lebih dahulu dengan sistem kipas (blower) dan suhunya turun menjadi 68 - 75 °C (Gambar 2). Gas panas pada kisaran suhu ini yang digunakan untuk mengeringkan biji coklat dan mengalir pada laju alir gas berkisar antara 103,6 - 127,8 m³/jam.

Kayu karet yang digunakan sebagai bahan bakar pada tungku gasifikasi (Tabel 1) pada tiap percobaan menunjukkan jumlah yang berbeda. Perbedaan ini cenderung dipengaruhi oleh kadar air kayu karet dan jumlah biji coklat yang dikeringkan. Jumlah kayu karet yang paling banyak digunakan pada percobaan III yaitu 4762,7 kg pada kadar air 14,34 % dengan jumlah biji coklat yang dikeringkan sebanyak 12 613 kg. Pada percobaan I jumlah kayu yang digunakan lebih sedikit dari percobaan III yaitu 2953,6 kg pada kadar air kayu 11,64 % dan jumlah biji coklat 10 882 kg. Demikian pula waktu pengeringan pada percobaan III lebih lama yaitu 32 jam sedang pada percobaan I 26,5 jam.

Perbedaan kadar air kayu karet terhadap berat kayu/m³ tercantum pada Tabel 3. Untuk kayu karet baru ditebang kadar airnya 42,54 % dengan berat/m³ adalah 880 kg dan untuk kayu karet yang sudah di-

Gambar 1. Perangkat tungku gasifikasi kayu
Figure 1. Wood gasifier combustor shaft

- Keterangan (Remarks) :
- A. Ruang pembakaran (Reactor)
 - B. Ruang hasil pembakaran (Burning product chamber)
 - C. Siklon (Cyclone)
 - D. Penampung abu (Ash tray)
 - E. Lubang udara I (Air hole I)
 - F. Ruang campuran udara (Air mixed chamber)
 - G. Lubang udara II (Air hole II)
 - H. Peniup (Blower)
 - L. Motor (Motor)
 - J. Cerobong asap (Chimney)
 - K. Pipa gas panas (Hot gas duct)

Gambar 2 : Diagram penggunaan gas panas dari tungku gasifikasi kayu untuk pengeringan
Figure 2 : Flow chart of the hot gas used for drying of wood gasifier combustor.

Tabel 1. Parameter pembakaran kayu karet dan pengeringan biji coklat
Table 1. Parameter of rubber wood burning and cacao seed drying

Parameter	Nilai (Value)		
	I	II	III
A. Kayu karet (Rubber wood)			
1. Berat (Weight), kg	2953,6	4244	4762,7
2. Kadar air (Moisture content), %	11,64	13,82	14,34
3. Berat kering (Dry weight), kg	2644,8	3728	4165,4
4. Nilai kalor (Calorific value), kcal/kg	4108	4212	4269
B. Suhu (Temperature), °C			
5. Ruang hasil pembakaran (Combustion chamber)	700-1100	600-1050	700-990
6. Ruang campuran I (Dillution chamber I)	500-650	500-600	500-600
7. Ruang campuran II (Dillution chamber II)	200-300	150-300	200-300
8. Pengeringan (Drying)	70-75	70-74	68-74
C. Biji coklat (Cacao seed)			
9. Berat Basah (Wet weight), kg	10881	12194	12613
10. Kadar air (Moisture content), %	136,6	142,7	146,5
11. Berat kering (Dry weight), kg	4129	4144	3519
12. Kadar air kering (Moisture content), %	7,21	7,35	6,85
13. Lama Pengeringan (Dry period), jam (hour)	26,5	30	32

Tabel 2. Efisiensi gas panas, konsumsi kayu dan laju pengeringan
Table 2. Hot gas efficiencies, wood consumption and drying rate

No.	Parameter	Nilai (Value)		
		I	II	III
1.	Laju air gas (Gas flow), m ³ /jam (hour)	103,6	124,0	127,8
2.	Energi gas panas (Hot gas energy), MJ	25925	35125	38579
3.	Berat air menguap (Weight of vapoured water), kg	6572	8050	9094
4.	Efisiensi gas panas (Hot gas efficiency), %	56,9	53,4	51,8
5.	Konsumsi kayu (Wood consumed),			
	- kg kering (dry) / kg coklat basah (wet cacao)	0,24	0,31	0,33
	- kg basah (wet) / kg coklat basah (wet cacao)	0,27	0,35	0,38
	- kg basah (wet) / kg coklat kering (dry cacao)	0,71	1,02	1,35
6.	Laju produksi coklat kering (Production rate of dry cacao), kg kering (dry) / jam (hour)			

Tabel 3. Berat kayu karet / m³ pada kadar air yang berbeda
Table 3. Weight of rubber wood per m³ on difference moisture content

Kadar air (Moisture content), %	Berat basah / m ³ (Green weight / m ³), kg	Berat air / m ³ (Water weight / m ³), kg
42,54	880	262,6
13,97	486	138,2
11,80	410,5	43,3

biarkan selama 2 bulan kadar air kayu karet 13,97 % dengan berat/m³ adalah 486 kg. Selisih kadar air ini akan setara dengan berat air 124,4 kg. Pada proses pembakaran kayu peranan selisih kadar air ini akan berpengaruh pada tingkat kenaikan suhu bakar dan waktu pembakaran yang secara langsung mempengaruhi pula terhadap lamanya pengeringan. Penggunaan kayu karet dari 3 kali uji coba yaitu pada kadar air sekitar 11,64 -

14,34 % memberi pengertian bahwa dari perbedaan kadar air ini setara dengan berat air sekitar 96 kg dan bila jumlah ini dihubungkan dengan lama pengeringan maka akan terdapat selisih waktu pengeringan antara 3 sampai 5,5 jam. Perbedaan kadar air ini berkaitan dengan jumlah konsumsi kayu yang diperlukan untuk pengeringan.

Pada Tabel 2 tercantum bahwa laju alir gas panas pada percobaan I dan konsumsi kayu karet kering

masing-masing yaitu 103,60 m³/jam dan 24 kg per biji coklat basah atau 0,64 kg per biji coklat kering sedang pada percobaan II angka laju alir gas panas dan konsumsi kayu lebih tinggi yaitu 124 m³/jam dan 0,31 kg kayu kering per kg biji coklat basah. Dari 3 kali percobaan pengeringan rata-rata laju alir gas panas adalah 118,47 m³/jam dan konsumsi kayu karet kering rata-rata adalah 0,29 kg per kg biji coklat basah atau 1,03 kg kayu karet basah per kg coklat kering. Pada konsumsi kayu karet ini laju produksi pengeringan per jam adalah 134,63 kg biji coklat kering.

Efisiensi konversi kayu karet menjadi gas panas pada percobaan I adalah yang paling tinggi yaitu 56,9 %, pada percobaan II 53,4 % dan pada percobaan III adalah yang paling rendah yaitu 51,8 %. Diperkirakan perbedaan efisiensi ini disebabkan oleh kadar air kayu dan kualitas biji coklat. Makin tinggi kadar air kayu diasumsikan makin rendah tingkat efisiensi. Efisiensi rata-rata dari 3 kali percobaan adalah 54,0 %.

Penggunaan gas panas hasil pembakaran kayu untuk pengeringan adalah menguntungkan baik ditinjau dari segi teknis dan ekonomis bila dibandingkan dengan penggunaan sistem pembakaran solar (Siagian dan Knoef, 1988).

Pada tingkat efisiensi dan laju pengeringan tersebut energi kayu karet dalam bentuk gas panas dipakai untuk menurunkan kadar air biji coklat dari 141,9 % menjadi 6 - 7,35 % atau menguapkan air sebanyak 7965,3 kg. Energi gas panas yang diperlukan untuk menguapkan 1 kg air pada biji coklat adalah 4,18 MJ. Produktivitas energi panas pada pengeringan adalah 141,81 KJ per kg air biji coklat per jam atau 94,63 KJ per kg biji coklat basah per jam.

Tungku gasifikasi kayu untuk pengeringan dapat dijalankan dengan mudah dan oleh tenaga biasa yang relatif tidak memerlukan keahlian khusus. Uap yang dihasilkan tidak bersifat racun dan juga tidak mengotori lingkungan. Setiap pengeringan 1 kg biji coklat dibutuhkan biaya pengadaan kayu karet berkisar antara Rp. 15 - Rp. 45,- dengan perkiraan harga kayu karet Rp. 16.000/m³.

Energi gas panas dari tungku gasifikasi selain dari kayu karet, dapat pula menggunakan jenis kayu bakar lainnya seperti kayu akor (*Acacia auriculiformis*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), limbah kayu penebangan dan industri. Untuk gas panas, selain digunakan untuk pengeringan biji coklat dapat pula digunakan untuk keperluan lainnya seperti pengeringan kayu atau serpih kayu, pemanasan bahan kimia pada proses pengawetan yang memerlukan suhu 60 - 75 °C, pemanasan pada

proses fermentasi anaerob termofil yaitu pada suhu 45 - 55 °C dan lain-lain.

IV. KESIMPULAN

1. Hasil uji coba yang paling baik penggunaan gas panas dari tungku gasifikasi kayu karet untuk pengeringan biji coklat yaitu pada kadar air kayu 11,64 %. Efisiensi konversi gas panas mencapai 56,9 %, laju alir gas panas 103,6 m³/jam, konsumsi kayu karet 0,27 kg per kg coklat bash atau 0,71 kg per kg coklat kering dengan laju pengeringan biji coklat kering 155,8 kg per jam.
2. Efisiensi konversi gas panas rata-rata adalah 54 %, laju alir gas panas 118,47 m³/jam, konsumsi kayu karet pada kadar air antara 11,64 - 14,34 % adalah 1,03 kg per kg coklat kering atau 0,33 kg kayu per kg coklat basah dan laju pengeringan 134,63 kg biji coklat kering per jam.
3. Energi gas panas yang diperlukan untuk mengeringkan biji coklat dari kadar air 141,9 % menjadi kadar air 7,14 % yaitu 2,79 MJ per kg biji coklat basah dan produktivitasnya 94,63 kJ per kg biji coklat basah per jam. Biaya untuk eneri gas panas dari kayu karet berkisar antara Rp. 15 - Rp. 45,- dari harga kayu karet Rp. 16.000,-/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- , 1990 Indonesia bioamas gasifier pre-investment study. Vol. I - Finding. The World Bank Energy Sector Management Asistance Programe. Washington.
- Anonim. 1959. American Standard on wood, and wood preservatives. related materials. American Society for Testing Materials, Philadelphia.
- De Wilde, B and S. Vanhille. 1986. Bio gas production from Water Hyacinth. First Interim Report. Project ATA-251. (Tidak diterbitkan)
- Nurhayati, T dan Hartoyo. 1992. Pengaruh laju alir umpan dan udara pada gasifikasi fluidized bed limbah kayu kamper. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 10(1): 24 - 28.
- Siagian, U.W.R. dan H.A.M Knoef. 1988. Two stages wood gasifier-combustor in Rajamandala. Center for Research and Energy. ITB, Bandung, (Tidak diterbitkan)