

PEMANFAATAN BIOMASSA KERING (KAYU) SEBAGAI BAHAN BAKAR UNTUK MENGUJI KERJA PROTOTYPE KOMPOR BIOMASSA

C. F. Mamuja dan L. Y. Hunta

Universitas Sam Ratulangi, Manado

Absract

The aims of this study were to evaluate prototype biomass stove by using wood fuel (dry biomass), to account number of wood fuel used to boil water, time for boil, fire of temperature, water temperature, pan temperature, hot energy and water heating efficiency. Descriptive analysis was used to evaluate prototype biomass stove by using wood fuel about 1 kg with three replicates. The evaluation showed that by using wood fuel process water boiled faster than that using fuel. To make water boiled only needed 6 minutes using 93 g of wood fuel while fire temperature was 792°C . To boil water about 2 liter using stove biomass needed 6 minutes using total fuel of 92,87 g. Fire temperature observed was 792°C, where pan wall temperature was 256°C and water temperature was 105°C. Total heat energy used to boil water was: 7336,73 cal; 2507,49 cal and 1578,79 cal. Efficiency of water heat that was calculated from water boil process by using stove biomass was 38,5%. Prototype stove biomass needed smaller hole out of fire to make flame not so high, and adding hole of wind in side of fuel tube to make air aeration better and to control equipment volume fuel.

Key words: prototype biomass stove, wood fuel, water heat efficiency

Pendahuluan

Meningkatnya harga minyak bumi dan kesadaran manusia akan semakin menipisnya cadangan minyak bumi, maka usaha-usaha mencari dan mengembangkan energi alternatif baru terus dilakukan, terutama pemenuhan kebutuhan energi untuk rumah tangga yaitu minyak tanah.

Usaha pemerintah untuk mengganti minyak tanah dengan elpiji mengalami hambatan karena masyarakat belum terbiasa dengan penggunaan elpiji. Selain itu masyarakat merasa takut karena berita di media cetak maupun media elektronik di beberapa daerah, bahkan di daerah Sulawesi Utara sendiri masyarakat merasa takut akibat tangki elpiji sering bocor dan

meledak. Akibatnya sampai saat ini usaha mencari dan mengembangkan penggunaan energi baru terus dilakukan. Salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan dan keamanannya terjamin adalah pemanfaatan energi biomassa.

Energi biomassa bersumber dari pembakaran selulosa kayu bakar tumbuhan atau tanaman yang sudah dikeringkan. Jenis-jenis biomassa yang banyak digunakan masyarakat sampai saat ini antara lain: batang, cabang, ranting pepohonan, sabut kelapa, tempurung kelapa, arang tempurung dan lain-lain.

Krisis energi yang terjadi di seluruh dunia akhir-akhir ini telah membuat

banyak negara sibuk mencari sumber energi alternatif selain sumber energi fosil (gas, minyak bumi dan batubara). Salah satu sumber energi yang sudah dimanfaatkan umat manusia dari jaman prasejarah adalah kayu bakar, sampai sekarang pun energi kayu bakar masih banyak dimanfaatkan, baik oleh masyarakat miskin di negara berkembang maupun masyarakat modern di negara maju (Anonymous, 2011a)

Penggunaan biomassa dalam bentuk kayu bakar sebagai sumber energi sudah lama dilakukan orang tetapi penggunaan bahan bakar ini berdampak pada penambahan emisi karbon dalam atmosfer dan pemanasan global karena hasil pembakaran energi biomassa selain melepaskan energi juga melepaskan karbondioksida dalam bentuk asap. Disamping itu dapat menyebabkan lingkungan pemukiman terganggu.

Untuk meminimalisasi asap hasil pembakaran maka dibutuhkan kompor biomassa yang membakar biomassa dengan hasil pembakaran tidak berasap atau sedikit asap. Kompor yang dibuat berdasarkan prinsip-prinsip kompor minyak tanah yang menggunakan sumbu atau kompor ini merupakan modifikasi dari kompor minyak tanah.

Kompor biomassa dapat menghemat devisa negara karena subsidi bahan bakar minyak tanah diambil dari devisa negara. BPPT tahun 2004 melaporkan subsidi bahan bakar minyak tanah sebesar Rp 2.260/L. Selanjutnya (Anonymous, 2008) melaporkan bahwa penggunaan minyak tanah yang disubstitusi dengan biomassa menghemat subsidi bahan bakar sebesar Rp 2.474.700/tahun/rumah tangga. Sumber bahan baku energi biomassa tersedia banyak di sekitar pemukiman terlebih di pedesaan. Biomassa ini dapat diambil di sekitar rumah tinggal atau kebun, dikeringkan kemudian dipotong-potong. Sumber energi biomassa

merupakan sumber energi terbarukan karena berasal dari tanaman atau pepohonan yang tumbuh liar di kebun.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) menguji kinerja dari kompor biomassa yang dimodifikasi dengan menggunakan bahan bakar kayu (biomassa kering), (2) menghitung banyaknya bahan bakar yang digunakan untuk mendidihkan air, lama waktu mendidihkan air, suhu api, suhu air dan suhu panci saat pendidihan air, (3) menghitung laju pindah panas dan (4) menghitung efisiensi pemanasan air menggunakan kompor biomassa dengan bahan bakar kayu kering.

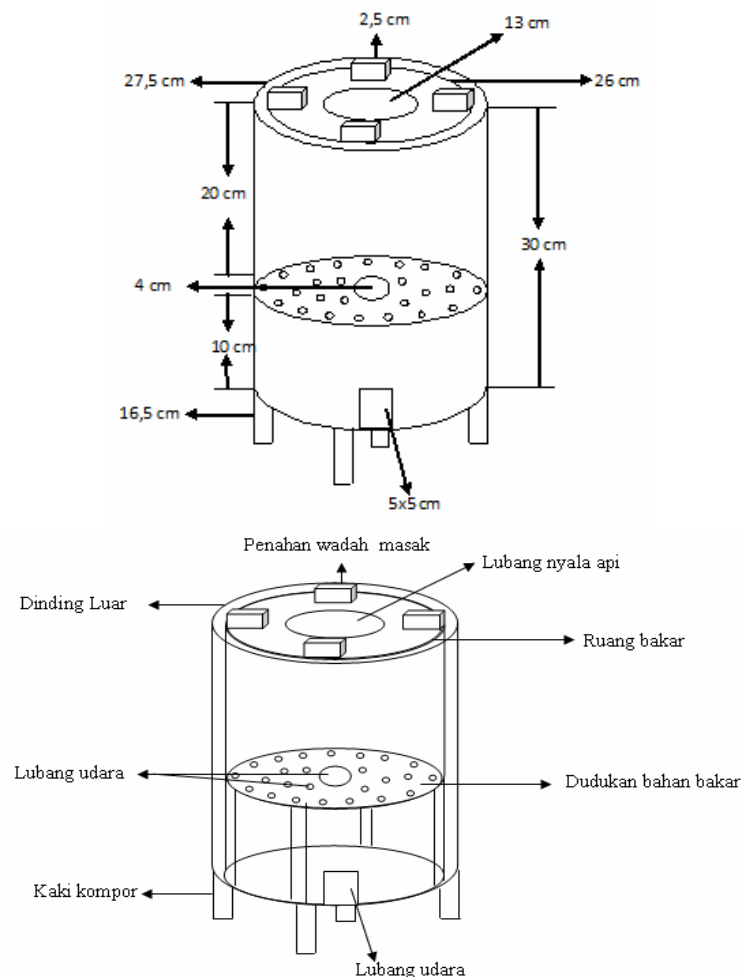
Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan dan dilakukan di Laboratorium Keteknikan Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado. Alat yang digunakan meliputi kompor biomassa, panci, stop watch, jam tangan, korek api, termokopel, gelas ukur, penutup botol aqua dan alat tulis menulis. Bahan penelitian adalah kayu bakar, minyak tanah dan air.

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dengan menguji kerja kompor biomassa yang menggunakan bahan bakar biomassa kering. Pembuatan kompor biomassa dilakukan di salah satu bengkel di Tikala Kumaraka Kecamatan Wenang (Gambar 1 dan 2). Prosedur penelitian adalah:

1. Persiapan alat-alat
2. Penyiapan biomassa (kayu) yang diambil dari Tinoor
3. Pengukuran kadar air dilakukan di Laboratorim Teknologi Pangan
4. Bahan bakar dipotong-potong dengan menggunakan gergaji
5. Timbang bahan bakar (kayu) sebanyak 1 kg
6. Masukkan bahan bakar yang sudah ditimbang ke dalam kompor biomassa

7. Ukur air dengan gelas ukur sebanyak 2 L kemudian ditimbang
 8. Masukkan ke dalam panci
 9. Siram bahan bakar kayu dengan minyak tanah sebanyak 3 tutup penuh botol aqua
 10. Nyalakan bahan bakar kayu dengan korek api
 11. Biarkan bahan bakar menyala sampai konstan
 12. Setelah nyala api dianggap konstan, ukur suhu nyala api dengan menggunakan termokopel
 13. Panci yang berisi air 2 L diangkat kemudian diletakkan di atas kompor
 14. Bersamaan dengan itu stop watch ditekan
 15. Pengambilan data dilakukan dengan meletakkan ujung sensor termokopel di api, di dinding panci dan di air
- Variabel yang di amati dan dihitung adalah:
1. Waktu pemanasan yaitu berapa waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air 2 L
 2. Peningkatan suhu api
 3. Peningkatan suhu dinding panci
 4. Peningkatan suhu air
 5. Penggunaan bahan bakar
 6. Penggunaan energi panas
 7. Efisiensi pemanasan air



Gambar 1 dan 2. Kompor biomassa yang dimodifikasi

Hasil dan Pembahasan

Spesifikasi kompor biomassa

Bahan bakar yang digunakan adalah biomassa kering (kayu). Tempat bahan bakar selain berfungsi sebagai tempat menaruh biomassa kering, juga sebagai tempat nyala api *proses pindah panas*.

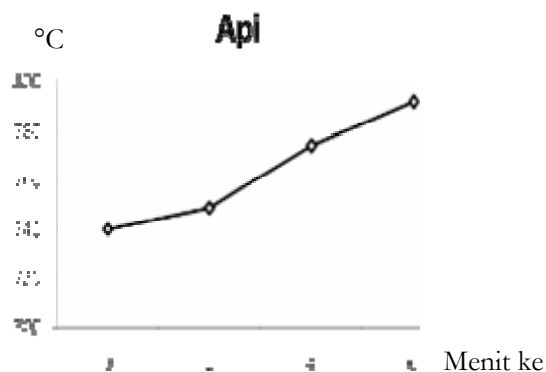
Proses pindah panas terdiri atas nyala api yang sudah konstan yang teradiasi ke panci alumunium. Sentuhan nyala api dengan panci di bagian dasar dan samping merupakan pindah panas radiasi. Dikatakan pindah panas radiasi karena nyala api melewati ruang kosong kemudian menyentuh dinding bagian luar dari panci alumunium. Setelah itu menyebabkan terjadinya proses pindah panas radiasi dimana panas dari nyala api kompor di terima oleh dinding bagian luar dari panci alumunium. Hasil pengamatan khusus untuk nyala api di awal proses pindah panas khususnya menit-menit awal nyala api sebagian membungkus/menyentuh dinding bagian luar panci tetapi di menit ke-4 nyala api dari bahan bakar kayu bakar kering hanya menyentuh bagian dasar/bawah dari panci yang berdiameter 22 cm atau berjari-jari 11 cm. Pindah panas kemudian berlanjut pada pindah panas konduksi dimana dinding bagian luar panci dengan ketebalan 2 mm terkonduksi panas ke arah permukaan bagian dalam panci. Dikatakan konduksi karena panas dari bagian luar panci merambat ke dalam tumbukan atau molekul dari panci dimana tumbukan tersebut bergerak terbatas tetapi cukup untuk menimbulkan panas dari permukaan bagian luar panci ke permukaan bagian dalam panci. Di asumsikan bahwa laju pindah panas konduksi pada panci alumunium di tentukan oleh jenis logam alumunium, luas permukaan sentuhan (A) perbedaan temperatur (ΔT) dan lama pemanasan (t). Selanjutnya panas dari permukaan pada bagian dalam panci terkonveksi ke fluida

yang ada di dalam panci yaitu air sebanyak 2 L. Dikatakan terkonveksi karena di dalam panci terdapat 2 L air dimana air ini bersentuhan dari dinding bagian dalam panci kemudian air bergerak meninggalkan permukaan panci bercampur/bergabung dengan fluida lain yang ada di dalam panci membawa panas ke molekul-molekul fluida yang belum panas tetapi ketika fluida yang panas dalam hal ini air meninggalkan dinding panci bagian dalam diganti oleh molekul fluida yang lain lebih dingin dan setelah panas fluida tersebut meninggalkan dinding bagian dalam panci, diganti dengan molekul fluida lain. Proses ini berlangsung terus menerus sampai air mendidih atau sekitar 100°C (titik didih air). Ketiga proses pindah panas yang terjadi pada pemanasan air ini boleh terjadi karena perbedaan temperatur. Makin tinggi perbedaan temperatur (ΔT) makin cepat proses pindah panas atau proses air mendidih. Hasil pengamatan perbedaan suhu dapat di lihat pada Gambar 3, peningkatan suhu api. Karena keterbatasan alat ukur maka sebagian data suhu pindah panas tidak terdeteksi tetapi mengacu pada teori dan definisi pindah panas maka diasumsikan bahwa pindah panas konduksi terjadi karena suhu permukaan bagian luar panci lebih besar dari pada suhu permukaan bagian dalam panci, demikain juga dengan pindah panas konveksi.

Peningkatan suhu api

Suhu api di ukur dengan menggunakan/menempatkan sensor termokopel pada nyala api kemudian sensor termokopel mendeteksi suhu api lalu dibaca pada rekaman (*record*) dalam bentuk angka dengan satuan derajat celcius. Hasil pengukuran radiasi nyala api dilakukan dengan 3 ulangan. Setelah di ambil rata-rata maka diperoleh angka pengukuran pertama dimana waktu t sesaat yaitu t mendekati 0 menit. Suhu nyala api 740°C , kemudian di menit ke-2 749°C ,

menit ke-44 774°C dan di menit ke-6 792°C (Gambar 3 dan 4).



Gambar 3. Perubahan suhu nyala api selama proses pendidihan air

Dari Gambar 3 terlihat bahwa makin lama nyala api makin membesar dan jumlah energi panas dalam nyala api tersebut juga meningkat. Peningkatan nyala api tersebut disebabkan oleh meningkatnya jumlah bahan bakar kayu kering (biomassa) yang terbakar. Akibatnya hasil pembakaran melepaskan energi yang semakin banyak. Jumlah energi yang dilepaskan oleh kayu bakar yang terbakar terdeteksi oleh sensor termokopel kemudian terbaca pada rekaman (*record*) dalam selang waktu 2 menit sesuai dengan waktu pengamatan. Bila angka-angka tersebut dihitung rata-rata/menit maka diperoleh hasil peningkatan suhu nyala api $8,67^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.



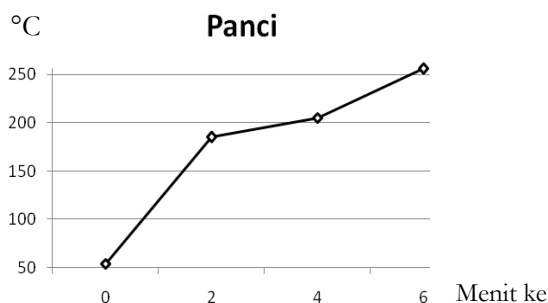
Gambar 4. Pengukuran suhu api dengan termokopel

Peningkatan suhu dinding panci

Dalam peningkatan ini panci yang digunakan untuk mendidihkan air 2 L yaitu panci aluminium dengan diameter 22 cm atau jari-jari 11 cm. Panci berisi air 2 L dinaikkan ke kompor biomassa setelah nyala api membesar atau nyala api sudah melewati lubang bagian atas dari kompor dengan waktu rata-rata 2 menit (Gambar 5), segera setelah panci dinaikkan ke atas kompor dilakukan pengukuran suhu dinding panci dalam waktu sesaat dimana t mendekati 0 menit, kemudian pengukuran selanjutnya dilakukan dengan selang waktu 2 menit. Suhu panci meningkat dari 0 menit ke 2 menit dan terus meningkat sampai menit ke-6 atau sampai air mencapai titik didihnya (Gambar 6).



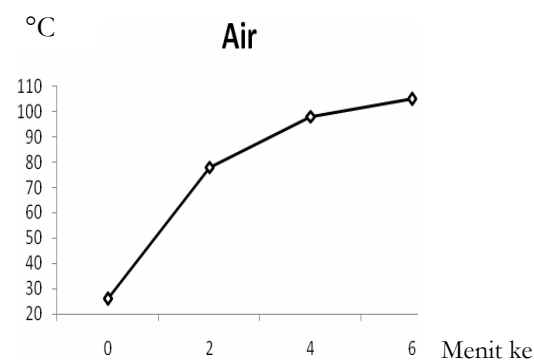
Gambar 5. Pengukuran suhu dinding panci dengan termokopel



Gambar 6. Perubahan suhu dinding panci pada proses pendidihan air menggunakan kompor biomassa berbahan bakar kayu

Peningkatan suhu air

Berdasarkan pengamatan pada proses pendidihan air sebanyak 2 L menggunakan kompor biomassa berbahan bakar kayu, suhu air yang diukur pada saat api menyala konstan adalah 26°C, kemudian terjadi kenaikan suhu pada menit ke-2 menjadi 78°C. Pada menit ke-4 meningkat menjadi 98°C dan pada saat air mendidih diukur suhunya adalah 105°C. Peningkatan suhu air terjadi dalam selang 2 menit dan diperoleh rata-rata kenaikan suhu yaitu 13,167°C/menit (Gambar 7).



Gambar 7. Perubahan suhu air dalam proses pendidihan air pada kompor biomassa dengan bahan bakar kayu

Lama waktu air mendidih

Untuk mendidihkan air sebanyak 2 L pada kompor biomassa yang menggunakan bahan bakar kayu memerlukan waktu selama 6 menit. Luas permukaan dari panci yang menerima kalor juga mempengaruhi lama pendidihan. Karena semakin besar kalor yang diterima panci akan mempercepat pendidihan. Luas permukaan tersebut dipengaruhi oleh jarak sumber nyala api dengan panci karena saat sumber nyala api dekat dengan panci maka nyala api akan menyebar ke seluruh permukaan panci, sedangkan saat jarak sumber nyala api jauh dengan panci maka nyala api tidak akan menyebar ke seluruh permukaan panci.

Jumlah penggunaan bahan bakar

Untuk bahan bakar sebanyak 1 kg pada kompor biomassa yang dimodifikasi dapat digunakan untuk memasak selama 64,6 menit. Penggunaan bahan bakar kayu (Gambar 8) pada kompor biomassa yang dimodifikasi sebanyak 92,87 g untuk mendidihkan air sebanyak 2 L.



Gambar 8. Bahan bakar (kayu)

Panas yang digunakan selama pendidihan air

Dengan menggunakan rumus $Q = m \cdot C \cdot \Delta t$, dimana:

- Q = panas yang dihasilkan (joule)
- m = jumlah bahan bakar (kg)
- C = panas jenis air (joule/kg/°C)
- Δt = suhu (°C)

maka dapat diketahui jumlah panas yang digunakan untuk mendidihkan air sebanyak 2 L.

Dengan menggunakan rumus Q di atas dapat dilihat penggunaan energi panas pada menit awal sampai menit ke-6 atau sampai air mendidih. Penggunaan energi panas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan energi panas dalam proses pendidihan air

Menit	Penggunaan energi panas
0	7336,73 kal
2	2507,49 kal
4	1578,79 kal

Dari Tabel 1 di atas, dilakukan pengukuran energi panas pada menit awal (0) proses pendidihan air adalah 7336,73 kal kemudian pada menit ke-2 penggunaan energi panas menurun menjadi 2507,49 kal dan terjadi penurunan di menit ke-4 yaitu 1578,79 kal. Untuk menit ke-6 atau pada saat air mendidih tidak ada penggunaan energi panas

Efisiensi pemanasan air

Dengan menggunakan rumus penentuan efisiensi (Albert *dalam* Anonymous, 2011b).

$$\eta = \frac{q_a}{q_m} \times 100\%$$

$$q_a = m_{\text{air}} \times c_p (T_2 - T_1) + (m_{\text{air}} \times LV_{\text{air}})$$

$$q_m = m_{\text{kayu}} \times q_{\text{bahan bakar}}$$

dimana :

$$\eta = \text{efisiensi kompor (\%)}$$

$$q_a = \text{kalor total air (kal)}$$

$$q_m = \text{kalor yang dihasilkan oleh kayu kering pada kompor (kal)}$$

$$m_{\text{air}} = \text{massa air (g)}$$

$$m_{\text{kayu}} = \text{massa kayu}$$

$$c_p = \text{panas jenis air (1 kal/g}^\circ\text{C)}$$

$$T_1 = \text{suhu awal}$$

$$T_2 = \text{suhu akhir}$$

$$LV_{\text{air}} = \text{panas laten penguapan air (539 kal/g)}$$

$$q_{\text{bahan bakar}} = \text{kalor yang dikandung kayu kering (4491,2 kal/g)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi kompor menggunakan rumus di atas, dalam proses pendidihan air menggunakan kompor biomassa maka diperoleh nilai efisiensi 28,89 %.

Efisiensi panas dari kompor dengan bahan bakar minyak dan gas antara 24% sampai 64% (Irwanto *dalam* Anonymous, 2011c). Efisiensi kompor dipengaruhi oleh

penggunaan bahan bakar selama proses pendidihan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Uji unjuk kerja kompor biomassa yang dimodifikasi dengan menggunakan bahan bakar biomassa kering (kayu) menunjukkan bahwa proses pendidihan air berlangsung cukup cepat dan bahan bakar yang cukup hemat.
2. Mendidihkan air sebanyak 2 L menggunakan kompor biomassa dengan bahan bakar kayu membutuhkan waktu 6 menit dan jumlah bahan bakar 92,87 g, sedangkan suhu api yang diukur pada saat air mendidih adalah 792°C, suhu dinding panci diperoleh 256°C.

Saran

Pada kompor biomassa yang dimodifikasi lubang nyala api perlu diperkecil agar nyala api tidak terlalu besar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium Keteknikan Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado beserta staf yang telah banyak membantu dalam penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

Anonymous. 2008. Bioetanol.
<http://www.kebunarenblogspot.com>.

diakses tanggal 10 Agustus, 2008

Anonymous. 2011a. Potensi alternatif energi
pengganti bahan bakar.

<http://www.alpented.com>. diakses 10

Agustus 2011

Anonymous. 2011b. Sampah gantikan minyak.

[www.kompasbasis.multiply.com/jurnal/ite](http://www.kompasbasis.multiply.com/jurnal/item)

m. diakses 20 agustus 2011

Anonymous. 2011c. Ulas energi, biomassa
sebagai sumber energi alternatif, ulas
singkat.

<http://www.blogspot.com/ulasenergiom>

asa sebagai sumber.htm. diakses 30

september 2011.