

# UJI EFISIENSI TUNGKU TANAH LIAT BERDAYA SEDANG

Arif Budianto<sup>1</sup>, M. Nurhuda<sup>2</sup>, Ahmad Nadhir<sup>2</sup>  
Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>aiinstinct2@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efisiensi tungku tanah liat berdaya sedang dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan metode WBT (*Water Boiling Test*). Sampel bahan bakar biomassa adalah kayu pinus (nilai kalor 4872 kal/ gram) dan kayu campuran (3528 kal/ gram) dalam kondisi *air dried*. Sampel kayu dipotong menjadi potongan kecil menyesuaikan dimensi tungku, kemudian ditimbang, dan diberi label keterangan massanya. Digunakan tiga variasi volume pemasakan air, yakni Volume Kecil (8 liter), Volume Sedang (10 liter), dan Volume Besar (12 liter). Tiap volume air dimasak menggunakan kedua jenis kayu bakar, diukur temperatur lingkungan sekitar, lalu diukur perubahan temperatur air dan penambahan kayu bakar tiap menitnya dari awal pemasakan hingga mencapai temperatur maksimal (mendidih). Pemasakan air menggunakan kayu pinus untuk tiap volume menghasilkan efisiensi masing-masing 27,25; 20,44; dan 23,99%, sedangkan menggunakan kayu campuran masing-masing 25,61; 20,51; dan 23,95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa efisiensinya (rata-rata 23,63%) lebih baik dibandingkan dengan tungku kayu bakar tradisional (5-10%). Efisiensi dipengaruhi oleh nilai kalor kayu, konsumsi kayu, massa air yang dimasak, dan kondisi mula-mula tungku.

**Kata kunci:** Tungku tanah liat berdaya sedang, Efisiensi, Kayu Pinus, Kayu campuran

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan biomassa berupa ranting-ranting kayu atau limbah potongan kayu sudah dilakukan sejak lama. Kayu-kayu tersebut umumnya disebut sebagai kayu bakar bagi tungku tradisional. Bahkan hingga saat ini, masih banyak masyarakat yang memanfaatkan kayu bakar.

Setelah terjadi kenaikan harga BBM (Bahan Bakar Minyak), penggunaan kayu bakar oleh rumah tangga semakin meningkat, sehingga penggunaan kayu bakar lebih bermotifkan alasan ekonomi (lebih murah atau lebih ekonomis) sesuai dengan daya beli masyarakat pedesaan yang umumnya masih mengandalkan mata pencaharian dari pertanian. Di kalangan industri rumah di pedesaan (gula kelapa, tempe, rengginang, dawet), penggunaan kayu bakar dan limbah pertanian (pelepa pohon aren) terutama disebabkan alasan ekonomis karena rendahnya harga jual produk dibandingkan biaya produksinya. Namun bagi industri rumah yang berskala produksi menengah (seperti industri produk makanan dari ketela pohon), penggunaan biomassa (kayu bakar) dicampur minyak tanah dan gas (Dwiprabowo, 2010)[1].

Kemudahan mendapatkan kayu sebagai bahan bakar menjadi alasan bahwa pengguna utama tungku adalah masyarakat pedesaan. Selain itu, harga kayu bakar di pedesaan masih murah. Di sisi lain efisiensi tungku kayu bakar tradisional

sangat rendah, yakni hanya berkisar 5 hingga 10% (Robith, 2004)[2].

Efisiensi tungku kayu bakar tradisional yang rendah menggambarkan jumlah konsumsi kayu bakar yang banyak tidak sebanding dengan energi yang dihasilkan (pemborosan energi). Penggunaan tungku kayu bakar tradisional perlu diimbangi dengan pengembangan teknologi yang efektif dan inovatif. Pengembangan tersebut tidak ditujukan sebagai suatu cara untuk diversifikasi energi dari BBM ke kayu bakar, melainkan sebagai suatu bentuk usaha peningkatan efisiensinya sehingga konsumsi kayu dapat lebih diminimalisir.

Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah tungku tanah liat berdaya sedang. Tungku ini didesain sebagai pengganti tungku kayu bakar tradisional, dengan harapan memiliki nilai efisiensi yang lebih baik. Dalam penelitian ini, tungku tersebut akan diuji kinerjanya, sehingga data yang diperoleh diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan tungku lebih lanjut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Perumahan Taman Permata Kendalsari Kavling 5 Malang 65141, pada bulan Maret sampai Mei 2014. Penelitian menggunakan kayu pinus dan kayu campuran sebagai sampel bahan bakar, yang didapatkan di pasaran dalam kondisi *air dried* (kering alami).

Volume air yang dimasak dibedakan menjadi tiga macam, yakni VK (8 liter), VS (10 liter), dan VB (12 liter). Setiap volume air dimasak menggunakan kedua jenis kayu yang berbeda. Digunakan gelas ukur untuk pengukuran volume air.

Temperatur lingkungan dan mula-mula air diukur terlebih dahulu sebagai  $T_1$  dan  $T_{ao}$ . Saat dilakukan proses pemasakan air, setiap menit diukur temperaturnya hingga mencapai temperatur maksimal yang bisa dicapai ( $T_{ad}$ ). Massa air mula-mula ( $m_{ao}$ ) dan massa air ketika temperatur maksimal ( $m_{ad}$ ) ditimbang menggunakan neraca Ohaus. Massa uap air ( $m_{au}$ ) merupakan selisih antara  $m_{ao}$  dengan  $m_{ad}$ .

Massa kayu bakar yang digunakan sebagai umpan (*cold start*) diabaikan. Massa kayu bakar selama kondisi *hot start*, yakni mulai dari api menyala stabil hingga akhir pembakaran (temperatur maksimal/ air mendidih) dijumlahkan. Massa kayu bakar total yang digunakan selama pemasakan air ditulis sebagai  $m_{bb}$ .

Data yang telah diperoleh kemudian diplot menjadi grafik yang menunjukkan hubungan antara temperatur (dalam °C) terhadap waktu pemasakan air (dalam menit). Perlakuan ini diterapkan untuk keseluruhan jenis kayu dan volume air. Hasilnya diperoleh grafik tiap perlakuan.

Efisiensi tungku merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk memasak dan energi yang tersedia di dalam bahan bakar (Supriyatno, 2010)[3]. Efisiensi tungku dapat ditentukan melalui persamaan:

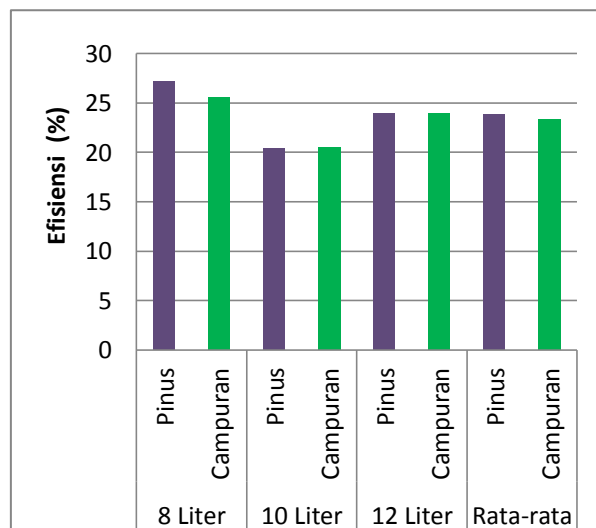
$$\eta = \frac{m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T + m_{uap} \cdot H_{fg}}{m_{bb} \cdot NK} \times 100\%$$

#### Keterangan:

- $m_{air}$  = massa mula-mula air (gram)
- $c_{air}$  = kalor jenis air (1 kal/gram °C)
- $\Delta T$  = selisih antara temperatur maksimal dengan temperatur mula-mula air (°C)
- $m_{uap}$  = massa uap total (gram)
- $H_{fg}$  = kalor laten penguapan air (kal/gram)
- $m_{bb}$  = massa kayu bakar (gram)
- $NK$  = nilai kalor bahan bakar (kal/gram)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi tungku secara rata-rata lebih tinggi saat pemasakan air menggunakan kayu pinus. Perbandingan efisiensi dapat dinyatakan pada tabel 1 dan gambar 1.

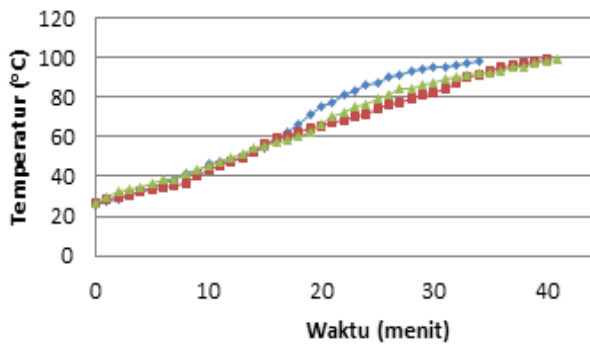


**Gambar 1** Perbandingan efisiensi tungku tanah liat berdaya sedang

**Tabel 1** Data hasil pemasakan air

Besaran	Kayu Pinus		
	VK	VS	VB
Massa air (gram)	8000	10000	12000
Massa uap air (gram)	1280	790	1120
Massa kayu (gram)	998,5	1187,7	1300,6
Kalori kayu (kal/gram)	4872	4872	4872
Efisiensi (%)	27,25	20,44	23,99
Besaran	Kayu Campuran		
	VK	VK	VK
Massa air (gram)	8000	10000	12000
Massa uap air (gram)	1020	620	980
Massa kayu (gram)	1298,8	1496,6	1701,6
Kalori kayu (kal/gram)	3528	3528	3528
Efisiensi (%)	25,61	20,51	23,95

Perbandingan hasil pemasakan air menggunakan kayu pinus ditunjukkan pada gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pemasakan 12 liter air membutuhkan waktu yang lebih lama (41 menit) dibandingkan pemasakan 8 liter (34 menit) dan pemasakan 10 liter (40 menit) untuk mencapai temperatur maksimal. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak massa air yang dimasak maka semakin lama waktu yang diperlukan. Ini juga selaras dengan kalor yang diperlukan. Semakin banyak massa air yang dimasak, jumlah kayu bakar yang digunakan semakin banyak pula.

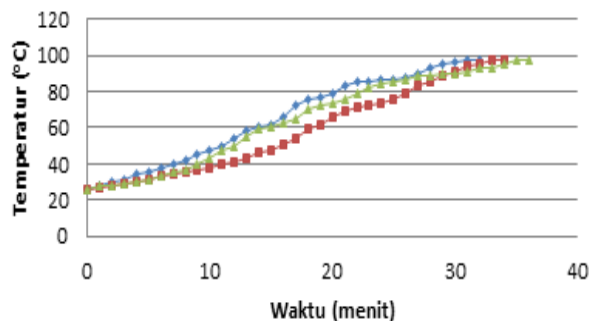


**Gambar 2** Hasil pemasakan air terhadap variasi volume menggunakan kayu pinus

Ket.:

—●— Volume Kecil —■— Volume Sedang —▲— Volume Besar

Perbandingan hasil pemasakan air menggunakan kayu campuran ditunjukkan pada gambar 3. Gambar tersebut menjelaskan bahwa pemasakan 12 liter air membutuhkan waktu yang lebih lama (36 menit) dibandingkan pemasakan 8 liter (32 menit) dan pemasakan 10 liter (34 menit) untuk mencapai temperatur maksimal. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak massa air yang dimasak maka semakin lama waktu yang diperlukan. Ini juga selaras dengan kalor yang diperlukan. Selaras dengan kayu pinus, pemasakan air menggunakan kayu campuran membutuhkan kayu yang lebih banyak untuk massa air yang lebih banyak.



**Gambar 3** Hasil pemasakan air terhadap variasi volume menggunakan kayu campuran

Ket.:

—●— Volume Kecil —■— Volume Sedang —▲— Volume Besar

Nilai kalor berpengaruh pada laju pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka semakin lambat laju pembakaran pada proses pembakaran (Tirono & Sabit, 2011)[4]. Nilai kalor kayu pinus yang lebih tinggi membuat pembakaran menjadi lebih efisien dan dapat menghemat kebutuhan bahan bakar yang digunakan, karena densitasnya lebih tinggi sehingga laju pembakarannya menjadi lebih lambat atau susah untuk terbakar namun sekali terbakar menghasilkan nyala api yang stabil (konstan). Semakin lama api menyala konstan

maka efisiensinya semakin tinggi. Hal tersebut di atas mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Jamilatun (2008)[5] tentang sifat-sifat penyalan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara, dan arang kayu, bahwasannya nilai kalor mempengaruhi efisiensi dan kebutuhan bahan bakar yang digunakan.

Nilai kalor kayu dipengaruhi oleh kadar air. Nilai kalor kayu tertinggi dicapai jika kayu dalam kondisi kering tanur dan semakin menurun dengan semakin tingginya kadar air di dalam kayu. Di dalam penelitian ini digunakan kayu kondisi *air dried* (dikeringkan secara alami) dengan standar kadar air (*moisture content*) 12-20%. Ini artinya kadar air dalam kayu masih tergolong tinggi, sehingga kalor yang dilepaskan kayu juga digunakan untuk kondensasi kandungan air dalam kayu itu sendiri. Dengan kata lain, apabila kadar airnya tinggi maka jumlah air yang terkondensasi setelah proses pembakaran akan semakin banyak sehingga akan diperoleh nilai kalor bawah yang cenderung semakin rendah karena nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran sebagian digunakan untuk menguapkan air yang masih terkandung dalam kayu bakar dari fase cair ke fase gas.

Kondisi mula-mula tungku tanah liat berdaya sedang juga mempengaruhi efisiensinya. Tungku yang lembab menyebabkan ada sebagian besar kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan tungku terlebih dahulu. Kalor tersebut digunakan untuk menguapkan air yang mungkin terkandung di dalam tungku.

Analisis FCR (*Fuel Consumption Rate*) membuktikan bahwa semakin banyak massa air yang dididihkan maka semakin tinggi jumlah konsumsi kayu bakarnya. Ini membuktikan bahwa jumlah kalor yang dibutuhkan akan meningkat seiring bertambahnya massa air yang dimasak. Pemasakan menggunakan kayu pinus lebih efisien daripada menggunakan kayu campuran, tampak pada lebih hematnya konsumsi kayu bakar (parameter FCR).

**Tabel 2** Analisis FCR

No.	Perlakuan	$\eta$ (%)	FCR (kg/jam)
1	Pinus VK	27,25	1,75
2	Pinus VS	20,44	1,77
3	Pinus VB	23,99	1,91
4	Campuran VK	25,61	2,50
5	Campuran VS	20,51	2,63
6	Campuran VB	23,95	2,84

Jika dibandingkan dengan tungku kayu bakar tradisional, maka terjadi peningkatan lebih dari 10%. Ini artinya kinerja tungku tanah liat berdaya

sedang terbukti lebih baik dibandingkan tungku tradisional dilihat dari segi efisiensinya. Hal ini disebabkan pula karena adanya manipulasi aliran udara dalam tungku (prinsip semi gasifikasi). Prinsip semi gasifikasi dilakukan dengan cara mengoptimalkan asap yang digabungkan dengan udara sekunder di dalam tungku. Kunci pengolahan asap adalah gerakan turbulen (mengaduk) yang menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Akibatnya api yang dilewatkan cerobong terfokus dan memiliki tekanan (*draft*) ke atas, tidak hanya menjulurkan lidah api seperti pada tungku kayu bakar tradisional.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Nilai efisiensi tungku tanah liat berdaya sedang berkisar antara 20,44% hingga 27,25%, dengan rata-rata 23,63%.
2. Tungku tanah liat berdaya sedang terbukti lebih efisien dibandingkan dengan tungku kayu bakar tradisional.
3. Nilai efisiensi tungku dipengaruhi oleh nilai kalor kayu, konsumsi kayu, massa air yang dimasak, dan kondisi mula-mula tungku.

## Daftar Pustaka

- [1] Dwiprabowo, Hariyatno. 2010. "Kajian Kebijakan Kayu Bakar Sebagai Sumber Energi di Pedesaan Pulau Jawa." *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 7(1).
- [2] Robith. 2004. *Tantangan dan Peluang Pengembangan Tungku di Indonesia*. [http://www.tungku.or.id/ina/?pilih=lihat\\_berita&beri\\_ta\\_id=57&kategori=9](http://www.tungku.or.id/ina/?pilih=lihat_berita&beri_ta_id=57&kategori=9) (diakses 27 Juni 2014 02:30).
- [3] Supriyatno. 2010. "Uji Coba Karakterisasi Contoh Produk Inovasi Briket Batubara Biomasa di Pusat Penelitian Fisika – LIPI Bandung" *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* J03.
- [4] Tirono, M. dan Sabit, Ali. 2011. "Efek Suhu pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*)" *Jurnal Neutrino* 3(2).
- [5] Jamilatun, Siti. 2008. "Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara, dan Arang Kayu." *Jurnal Rekayasa Proses* 2(2).