

PERFORMA KOMPOR GASIFIKASI CHAMPION STOVE

Retna Julita, Hari Rionaldo, David Andrio, Zulfansyah

Lab. Pengendalian dan Perancangan Proses Jur. Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau

zulfansyah@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Energy requirements for household cooking needs still depend on LPG (Liquefied Petroleum Gas). However, the lack of LPG supply and poor distribution are still obstacles in the community. Biomass waste is one of the alternative fuels for society so that cooking energy needs can be met. The objective of research is to study the effect of type of biomass and biomass size on the performance of gasification stoves by using a water boiling test (WBT) analysis. The experiments were carried out in batches with two WBT phases, namely cold start and hot start. The first stage was a cold start, where the tester uses a stove at room temperature and a number of fuels to boil 2.5 liters of water in a standard pan. The second stage was called the hot start test, where water is boiled with a hot stove with the aim of identifying the difference in the stove's power when it's cold and when it's hot. In addition, the flame temperature and stove operating time are the performance parameters of the stove champion gasification stove. Water content for each biomass used is between 10-13%. The thermal efficiency of gasification stove was in the range of 19-36%. The result showed that combustion rate was in the range of 12-23 gr/minutes and fire power of 3-7 kWh. The maximum flame temperature produced by the stove is 806 °C using mahogany wood. The longest operating time using acacia wood was 38.22 minutes.

Keywords: biomass gasification, gasification stove, champion stove thermal efficiency, water boiling test (WBT).

PENDAHULUAN

Energi untuk kebutuhan memasak di sektor rumah tangga Indonesia didominasi oleh *liquefied petroleum gas* (LPG). Penggunaan LPG lebih diminati karena lebih praktis terutama LPG 3 kg yang lebih murah dan dapat terjangkau oleh masyarakat miskin. Sayangnya, LPG 3 kg belum terdistribusi keseluruh daerah khususnya di pedesaan. Pembelian LPG 3 kg mengakibatkan masyarakat kesulitan untuk memasak. Selain itu, pembatasan pembelian LPG 3 kg membuat masyarakat menggunakan kembali tungku tradisional berbahan bakar kayu terutama masyarakat yang jauh dari perkotaan.

Kegiatan memasak menggunakan tungku tradisional berbahaya bagi kesehatan ibu rumah tangga. Penggunaan tungku tradisional sangat boros bahan bakar kayu dan mengeluarkan banyak asap [10]. Asap ini dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti penyakit saluran pernapasan, tuberkulosis (TBC), kanker paru-paru, penyakit jantung dan lain-lain terutama pada anak-anak dan wanita [7,12]. Sehingga, diperlukan teknologi untuk keperluan memasak yang hemat bahan bakar dan ramah lingkungan.

Komprior gasifikasi merupakan salah satu solusi pemanfaatan biomassa untuk menggantikan tungku tradisional. Pada kompor gasifikasi, biomassa terkonversi menjadi gas mudah terbakar yaitu karbon monoksida (CO), hidrogen (H₂) dan metana (CH₄) yang selanjutnya menjadi nyala api. Efisiensi termal kompor gasifikasi dua kali lebih besar dibanding efisiensi termal kompor tradisional yang hanya mencapai 5-15% [5]. Selain itu, pembakaran biomassa pada kompor gasifikasi menghasilkan sedikit asap sehingga lebih ramah lingkungan. Kayu sebagai bahan bakar kompor tradisional juga dapat digunakan pada kompor gasifikasi.

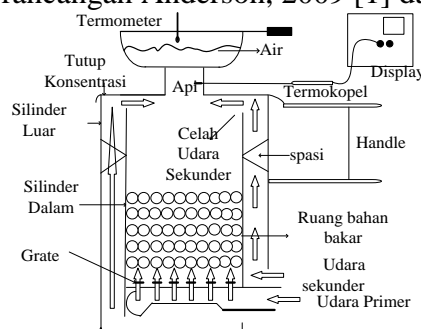
Komprior gasifikasi menggunakan dua jenis pasokan udara yaitu udara primer untuk gasifikasi dan udara sekunder untuk pembakaran hasil gasifikasi [8]. Berdasarkan pasokan udara gasifikasi, maka kompor gasifikasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompor



dengan aliran udara *natural draft* terjadi secara alami karena perbedaan udara di dalam kompor dengan di luar kompor [2]. Sedangkan untuk *forced draft* aliran udara yang digunakan berasal dari alat pengalir udara seperti kipas (*blower*), sehingga dengan tipe *forced draft* akan membutuhkan energi untuk menggerakkan kipas.

METODE PENELITIAN

Penelitian unjuk kerja kompor gasifikasi *champion stove* berbahan bakar limbah kayu pulai, akasia dan mahoni yang dilakukan secara *batch* dengan aliran udara *natural draft*. Sebelum digunakan, limbah kayu dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang ditentukan, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam limbah kayu. Limbah kayu yang telah dikeringkan, disimpan dalam bungkus plastik yang tertutup rapat. Rangkaian alat percobaan kompor gasifikasi *champion stove* mengikuti rancangan Anderson, 2009 [1] dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Percobaan

Variabel tetap yang dipilih pada penelitian performa kompor gasifikasi "*Champion stove*" adalah dimensi kompor. Adapun variabel berubah yang akan dipelajari pada penelitian ini adalah jenis dan ukuran bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan yaitu limbah kayu pulai, akasia dan mahoni. Sedangkan, ukuran dari bahan bakar akan bervariasi menjadi tiga ukuran yaitu 1, 2 dan 3 cm.

Pengujian kinerja kompor gasifikasi *champion stove* dilakukan menggunakan metode *water boiling test* (WBT) yang dikembangkan oleh bailis dkk. 2007 [4]. Penelitian unjuk kerja kompor biomassa berbahan bakar limbah biomassa dilakukan secara *batch* dengan dua fase WBT, yaitu *cold start* dan *hot start*. Tahap pertama *cold start*, dimana digunakan kompor pada suhu ruang dan sejumlah bahan bakar untuk mendidihkan 2,5 liter air dalam sebuah panci standar. Tahap kedua disebut uji *hot start*, dimana air dididihkan dengan kompor yang telah panas dengan tujuan untuk mengidentifikasi perbedaan daya kompor ketika dingin dan ketika panas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

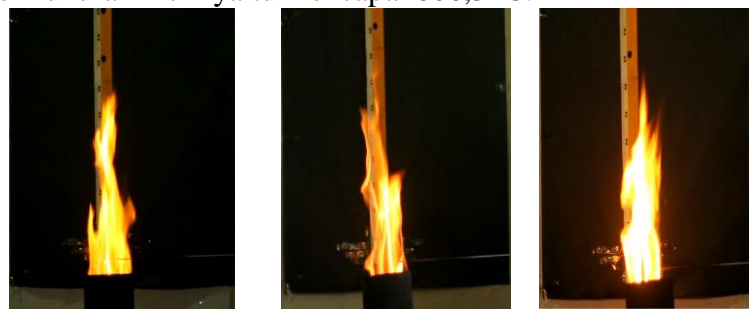
Biomassa yang digunakan memiliki kadar air antara 10%-13%. Kayu pulai mempunyai kadar air paling rendah yaitu 10,4% dan tertinggi akasia yaitu 12,5%. Kadar air biomassa pada penelitian ini sesuai dengan kadar air biomassa yang bisa digunakan untuk gasifikasi biomassa yaitu 10%-30% [11]. Karakteristik biomassa yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Biomassa yang digunakan

Karakteristik	Kayu akasia ^[9]	Kayu Pulai ^[9]	Kayu mahoni ^[6]
Kadar air (%)	12,5	10,4	11,6
Densitas unggun (gr/cm ³)	0,24	0,15	0,22
HHV (kj/kg)	20.475	19.200	20.700
HHV (kj/kg)	19.155	17.780	19.380



Secara umum warna nyala api yang dihasilkan kompor *champion stove* berwarna kuning kemerah-merahan. Warna nyala api pada kompor gasifikasi *champion stove* ditampilkan pada Gambar 2. Temperatur nyala api yang dihasilkan pada kompor gasifikasi berkisar antara 750-810°C. Temperatur tertinggi dihasilkan dari kompor dengan bahan bakar kayu mahoni ukuran 1 cm yaitu mencapai 806,3 °C.



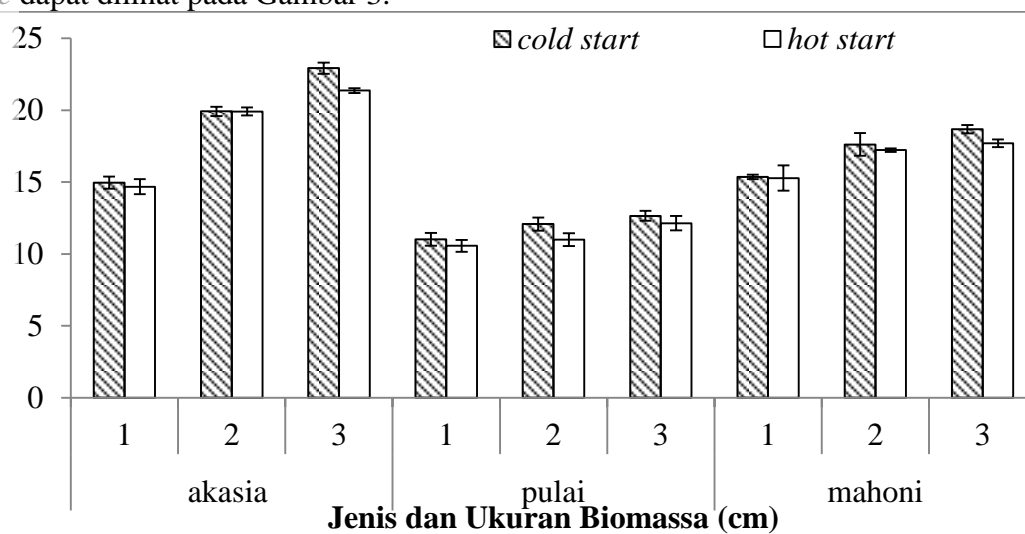
Akasia

Pulai

Mahoni

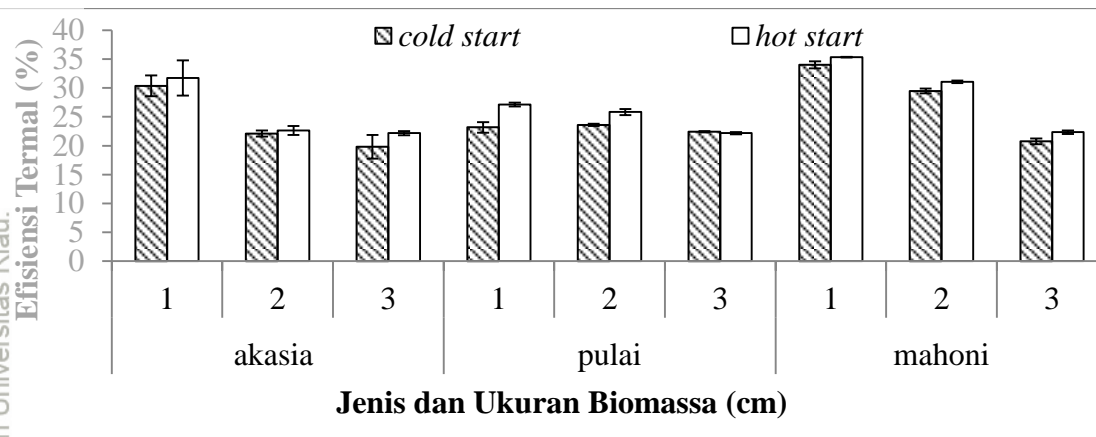
Gambar 2. Warna Nyala Api

Jenis biomassa mempengaruhi waktu *boiling time* pada kompor gasifikasi. *Boiling time* tercepat diperoleh biomassa pulai dengan kadar air terkecil dibandingkan biomassa lainnya. *Boiling time* tercepat menggunakan kayu pulai ukuran 1 cm yaitu 10,56 menit pada *fase hot start*. Sedangkan *boiling time* terlama menggunakan kayu akasia 3 cm yaitu 22,9 menit pada *fase cold start*. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap waktu *boiling time* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap waktu *boiling time*

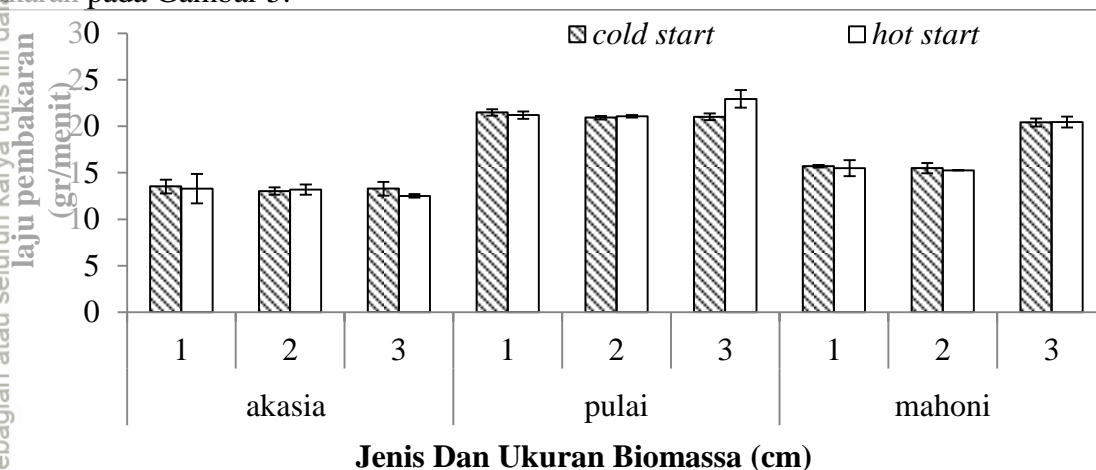
Semakin besar nilai kalor dari biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar maka semakin besar efisiensi termal yang dihasilkan [10]. Efisiensi termal tertinggi menggunakan kayu mahoni ukuran 1 cm yaitu 35,3% pada *fase hot start*. Hal ini akan memberikan efek dari ukuran partikel, secara umum semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan dan pembakaran yang dihasilkan semakin sempurna. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap waktu efisiensi termal dapat dilihat pada Gambar 4.





Gambar 4. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap efisiensi termal

Semakin besar ukuran dari biomassa maka akan semakin besar laju pembakaran yang dihasilkan karena porositas unggun pada kompor semakin besar, sehingga udara primer yang masuk akan semakin banyak dan menghasilkan gas bakar yang berlebih. Udara sekunder pada kompor biomassa berfungsi untuk membakar gas, sedangkan udara primer memproduksi gas [8,13]. Laju pembakaran terbesar menggunakan kayu pulai ukuran 3 cm yaitu 23,23 gr/menit. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap laju pembakaran pada Gambar 5.

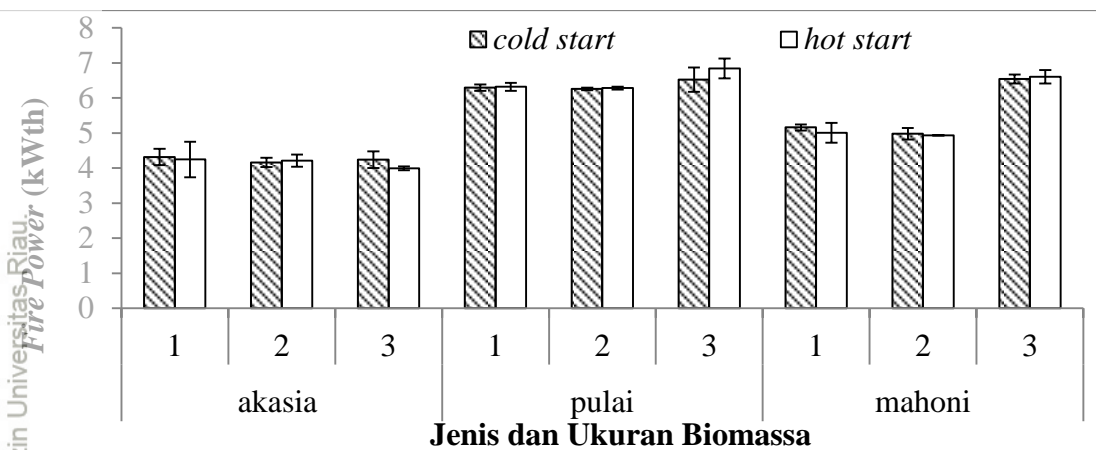


Gambar 5. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap laju pembakaran

Fire Power (kWth)

Pembakaran biomassa dipengaruhi oleh ukuran dan kadar air dari biomassa. Hal ini karena semakin besar ukuran maka akan semakin banyak udara primer yang masuk ke dalam kompor. Semakin kecil kadar air maka akan mempermudah proses pembakaran. Fire power berbanding lurus dengan laju pembakaran. Fire power terbesar menggunakan kayu pulai ukuran 3 cm yaitu 6,83 kWth. Pengaruh jenis dan ukuran biomassa terhadap fire power terlihat pada Gambar 6.

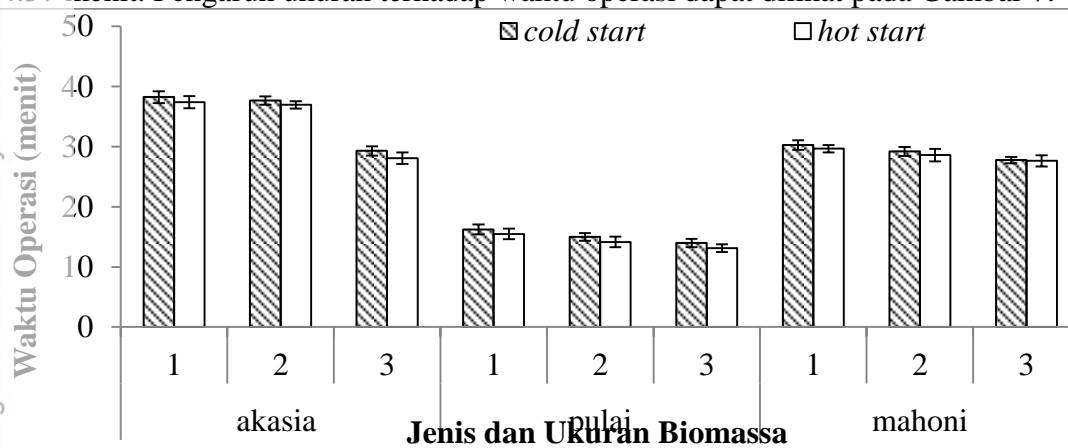




Gambar 6. Pengaruh ukuran biomassa terhadap fire power

Waktu Operasi

Semakin kecil densitas unggun dan kadar air pada biomassa maka akan semakin cepat waktu operasi pada kompor. Waktu operasi tercepat menggunakan kayu pulai dengan densitas dan kadar air yang kecil dibandingkan biomassa lainnya. Ukuran biomassa juga mempengaruhi waktu operasi yang digunakan. Waktu operasi terlama menggunakan akasia ukuran 1 cm yaitu 39,32 menit dan paling sebentar menggunakan kayu pulai ukuran 3 cm yaitu 14,57 menit. Pengaruh ukuran terhadap waktu operasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Ukuran biomassa Terhadap Waktu Operasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis biomassa yaitu kayu mahoni menghasilkan kinerja kompor *champion stove* dibandingkan kayu akasia dan pulai karena memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Ukuran biomassa mempengaruhi kinerja kompor gasifikasi *champion stove*. Kinerja terbaik dihasilkan kayu mahoni ukuran 1 cm. Mahoni ukuran 1 cm menghasilkan efisiensi termal terbesar yaitu 35,3%.

Bahan bakar yang digunakan untuk kompor gasifikasi *champion stove* sebaiknya bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi. Nilai kalor yang tinggi pada bahan bakar akan menghasilkan efisiensi termal yang besar dan penggunaan bahan bakar dapat lebih hemat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, P. S. 2009. Construction Plans for the Champion-2008 TLUD Gasifier Cookstove. Edisi 1.1.
- Andreatta, D. 2007. A Report On Some Experiments With The Top-Lit Up Draft (TLUD) Stove. Presented at the ETHOS 2007 Conference. Washington. 27 January.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan karya ilmiah, atau untuk keperluan lain, tanpa merugikan hak-hak penulisan atau penerbit.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



- Pritho, D., Tumutegyeize, P., dan Batchel, K. 2011. Evaluation of Energy Efficiencies of Commonly Available Biomass Fuels in Uganda in a "Champion-2008" Top Lit Up Draft Gasifier stove.
- Saalis, R., Ogle, D., MacCarty, N., Smith, K.R., dan Edwards, R. 2007. The Water Boiling Test. <http://ehs.sph.berkeley.edu>. 7 Agustus 2017.
- Schattacharya, S. C., Albina, D. O., dan Salam, P. A. 2002. Emission factors of wood and charcoal-fired cookstoves. *Biomass and Bioenergy*. 23: 453-469.
- UNAO. 1993. Energy and Environment Basics. Bangkok, Regional Wood Energy Development Program (RWEDP): 85.
- Tuller, D.G., Bruce, N., dan Gordon, S.B. 2008. Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world. *Transactions Of the Royal Society of Tropical Medicine And Hygiene*. 102: 843-851.
- Mukunda, H. S., Dasappa, S., Paul, P. J., Rajan, N. K. S., Yagnaraman, M., Kumar, D. R., dan Deogaonkar, M. 2010. Gasifier Stove-Science, technology and field Outreach *Current Science*. 98(5): 627-638.
- IAS. 1980. Firewood Crops. Washington DC, National Academy of Sciences.
- Panwar, N. L. 2009. Design and Performance Evaluation of Energy Efficient Biomass Gasifier Based Cookstove on Multi Fuels. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*. 14: 623-62.
- Rajvansi, A.K., 1986, 'Biomass Gasfication', in DY Guswani (ed), *Alternatif Energy in Agriculture*, vol. 2, no. 4, pp. 83-102.
- Samad, P., Murali, J., Sakthivadivel, D., dan Vigneswaran, V.S. 2013. Performance evaluation of three types of forced draft cook stoves using fuel wood and coconut shell. *Biomass and Bioenergy*. 49: 333-340.
- Roth, C. 2011. Micro-Gasification: Cooking With Gas from Biomass. *Gasification*. 1: 8–35.
- Sunarya, R., Zulfansyah., dan Helianti, S. 2012. Unjuk kerja kompor gasifikasi PP-plus berbahan bakar limbah kayu olahan. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO*.