



## UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI PP-PLUS BERBAHAN BAKAR LIMBAH KAYU OLAHAN

Rio Sunarya, Zulfansyah\*, Sri Helianti

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Universitas, Simpang Baru Panam, Riau, Indonesia

\*E-mail: [zulfansyah@unri.ac.id](mailto:zulfansyah@unri.ac.id)

### ABSTRAK

Sektor rumah tangga merupakan pemakai energi terbesar setelah sektor industri. Konsumsi energi untuk sektor rumah tangga di Indonesia 75% bersumber dari biomassa. Biomassa pada sektor rumah tangga digunakan untuk memasak pada kompor tradisional. Kompor gasifikasi adalah teknologi pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar. Limbah industri kayu olahan berpotensi dijadikan sumber energi alternatif pada kompor gasifikasi untuk memenuhi kebutuhan memasak pada sektor rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kayu dan variasi ukuran terhadap unjuk kerja kompor gasifikasi. Kompor gasifikasi yang digunakan yaitu kompor gasifikasi PP-Plus. Limbah kayu yang dipilih yaitu akasia, balm dan kulim. Metoda pengujian mengikuti prosedur *water boiling test* (WBT), selain itu temperatur nyala api dan waktu operasi kompor menjadi parameter unjuk kerja kompor gasifikasi PP-Plus. Kadar air untuk setiap biomassa antara 11-20% basis basah. Efisiensi termal kompor gasifikasi PP-Plus yang dihasilkan sekitar 10% hingga 31%. Efisiensi termal tertinggi diperoleh menggunakan kayu balm yaitu 31,44% dan efisiensi termal terendah dihasilkan menggunakan kayu kulim yaitu 10,46%. Kompor gasifikasi PP-Plus menghasilkan *fire power* antara 2,42 sampai 7,17 KW<sub>th</sub>. Temperatur nyala api maximum yang dihasilkan kompor yaitu 824<sup>o</sup>C menggunakan kayu balm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kayu olahan memiliki unjuk kerja yang bagus pada kompor gasifikasi PP-Plus.

**Kata Kunci:** biomassa, kompor gasifikasi, water boiling tes, efisinsi termal

### 1. Pendahuluan

Sektor rumah tangga merupakan pemakai energi terbesar setelah sektor industri. Konsumsi energi untuk sektor rumah tangga di Indonesia mencapai 315 juta setara barel minyak (SBM) dan pada tahun 2009 dengan 75% energi yang dikonsumsi bersumber dari biomassa [Sutijastoto. 2010]. Salah satu kegiatan yang membutuhkan energi pada rumah tangga yaitu memasak. Sumber kebutuhan energi untuk memasak masih didominasi oleh *Liquid Petroleum Gas* (LPG) dan minyak tanah yang merupakan sumber energi tidak terbarukan dan distribusinya

masih belum merata khususnya di daerah pedesaan. Sehingga, masyarakat pedesaan cenderung menggunakan kayu bakar untuk kebutuhan memasak secara tradisional. Kompor tradisional boros bahan bakar serta menimbulkan asap yang berbahaya bagi kesehatan. Sehingga, diperlukan teknologi pemanfaatan biomassa untuk keperluan memasak yang hemat bahan bakar dan ramah lingkungan.

Kompor gasifikasi merupakan teknologi pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar. Pada kompor gasifikasi, biomassa terkonversi menjadi gas mudah terbakar yang selanjutnya



menjadi nyala api. Efisiensi termal kompor gasifikasi dua kali lebih besar dibanding efisiensi termal kompor tradisional yang hanya mencapai 5 – 15% [1]. Selain itu, pembakaran biomassa pada kompor gasifikasi menghasilkan lebih sedikit asap sehingga lebih ramah lingkungan. Kayu sebagai bahan bakar kompor tradisional juga dapat digunakan pada kompor gasifikasi. Selain kayu, limbah industri kayu olahan bisa menjadi bahan bakar alternatif pengganti kayu.

Industri kayu olahan menghasilkan 40% limbah kayu berupa ranting kayu, serbuk kayu,

sisa ketaman kayu dan potongan kayu yang sebagian besar belum dimanfaatkan oleh masyarakat. Indonesia memiliki limbah industri kayu olahan yang melimpah terutama di daerah Riau. Pada tahun 2006 limbah industri kayu olahan di Riau mencapai 117 ribu m<sup>3</sup> [2]. Dengan demikian, limbah industri kayu olahan berpotensi dijadikan sumber energi alternatif pada kompor gasifikasi untuk memenuhi kebutuhan memasak pada sektor rumah tangga.

**Tabel 1.** Perkembangan produksi hasil kayu daerah Riau

Tahun	Kayu Bulat (m <sup>3</sup> )	Kayu Lapis (m <sup>3</sup> )	Kayu gergajian (m <sup>3</sup> )
2000	905.134,29	651.929,83	397.635,37
2001	1.386.052,52	738.861,32	538.221,72
2002	2.537.244,43	452.586,94	319.468,78
2003	759.102,38	404.465,75	405.058,50
2004	5.471.249,26	491.353,12	285.482,13
2005	8.022.009,30	260.709,33	188.281,82
2006	3.372.000,95	185.701,30	105.7238,71

Sumber : Dinas Kehutanan Provinsi Riau. 2006

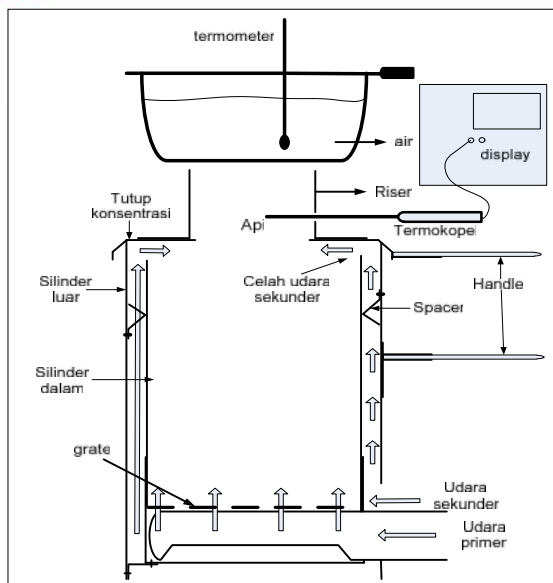
Kompor gasifikasi merupakan proses konversi termal biomassa menjadi gas mudah terbakar dan kemudian gas tersebut bereaksi dengan udara menjadi nyala api. Kompor gasifikasi menggunakan dua jenis pasokan udara yaitu udara primer untuk gasifikasi dan udara sekunder untuk pembakaran gas hasil gasifikasi [5]. Tipe kompor gasifikasi awalnya dikembangkan dengan nama *Inverted Downdraft Gasifier* (IDD), kemudian oleh beberapa peneliti seperti Paal Wendelbo, Paul Anderson dan Andreatta, kompor gasifikasi IDD lebih dikenal dengan nama kompor gasifikasi *Top Lit Updraft* (T-LUD) [3].

Berdasarkan pasokan udara gasifikasi, maka kompor gasifikasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompor dengan aliran udara *natural draft* dan aliran udara *forced draft*. Suplai udara *natural draft* terjadi secara alami karena perbedaan tekanan udara di dalam dengan di luar kompor [4]. Sedangkan untuk *forced draft* aliran udara yang digunakan berasal dari alat pengalir udara seperti kipas dan *blower*, sehingga kompor

dengan tipe *forced draft* akan membutuhkan energi untuk menggerakkan kipas.

## 2. Metodologi

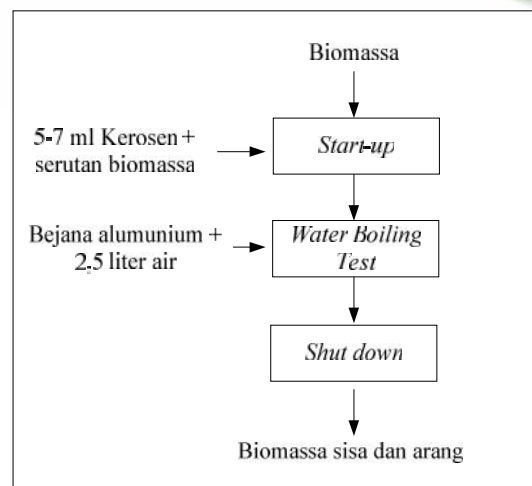
Penelitian unjuk kerja kompor gasifikasi PP-Plus berbahan bakar limbah kayu olahan dilakukan secara *batch*. Gambar 1. Menampilkan rangkaian alat percobaan kompor gasifikasi PP-Plus. Limbah kayu olahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ranting kayu, sisa ketaman kayu dan potongan kayu. Sebelum digunakan, limbah kayu olahan dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam limbah kayu olahan. Limbah kayu yang telah dikeringkan disimpan dalam bungkusan plastik yang ditutup.



Gambar 1. Rangkaian Alat Percobaan

Variabel tetap yang dipilih pada penelitian unjuk kerja kompor gasifikasi PP-Plus adalah dimensi kompor. Adapun variabel berubah yang akan dipelajari pada penelitian ini adalah jenis bahan bakar dan ukuran bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan yaitu ranting kayu akasia, kayu balam dan kayu kulim. Sedangkan, ukuran dari bahan bakar akan divariasikan tiga ukuran

*Start-up* dimulai dengan memasukan bahan bakar ke dalam kompor kemudian potongan tipis biomassa dan kerosen 5-7ml untuk mempermudah waktu penyalaan kompor. Setelah nyala api stabil berarti gas sudah mulai terbentuk, dilakukan *water boiling test*. Temperatur air pada *water boiling test* diukur setiap dua menit dan temperatur air diukur sampai bahan bakar di dalam kompor habis. *Shut down* dilakukan setelah air mendidih merata, kemudian arang dan biomassa sisa ditimbang. Skema percobaan unjuk kerja kompor gasifikasi PP-Plus ditampilkan pada Gambar 2.

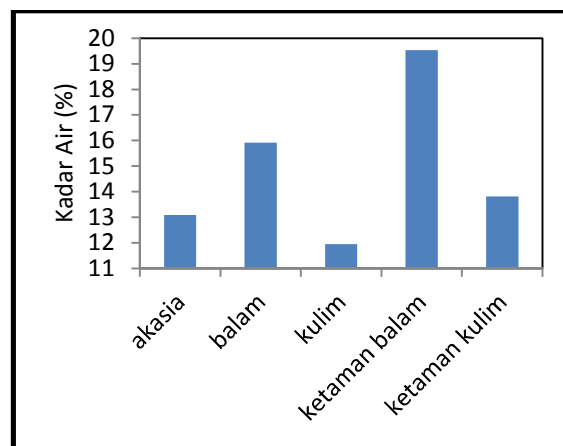


Gambar 2. Skema Percobaan Unjuk Kerja Kompor

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Kadar Air Bahan Bakar

Kadar air untuk semua biomassa antara 11%-20% basis basah. Kayu kulim mempunyai kadar air paling rendah yaitu 11,95% dan ketaman balam memiliki kadar air paling tinggi yaitu 19,53%. Kadar air untuk bahan bakar ditampilkan pada Gambar 3. Kadar air yang dipakai pada penelitian ini sesuai dengan kadar air yang bisa digunakan pada gasifikasi biomassa yaitu 10-30% [6].



Gambar 3. Kadar Air Bahan Bakar

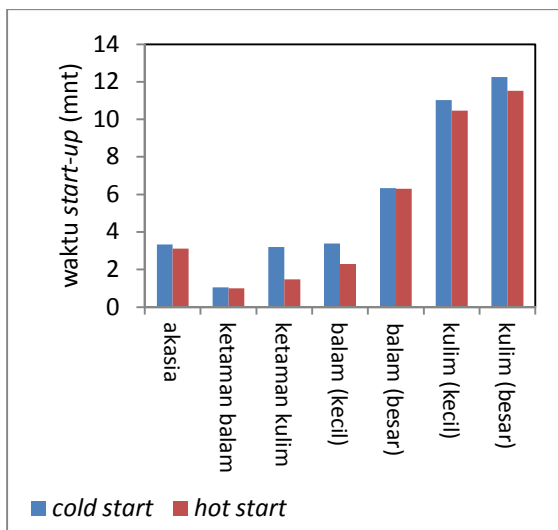
#### 2. *Start-up* kompor gasifikasi

Proses *start-up* pada kompor gasifikasi PP-plus pada penelitian dibantu dengan pemantik api berupa 5-7 ml kerosen dan serutan biomassa dengan ketebalan kurang lebih 2 mm. Proses *start-up* ditandai dengan nyala api yang dihasilkan kompor stabil. *Start-*



up pada penelitian kompor gasifikasi PP-Plus berbahan bakar limbah kayu olahan antara 1 sampai 13 menit.

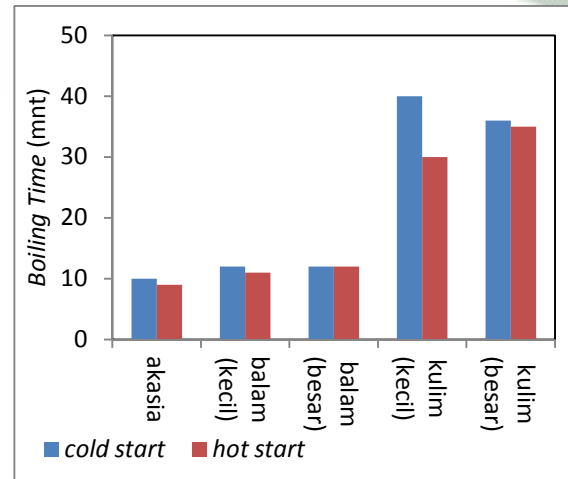
*Start-up* paling cepat di capai menggunakan ketaman balam yaitu 1 menit dan *start-up* paling lama 12,25 menit menggunakan potongan kayu balam ukuran besar. *Start-up* kompor gasifikasi PP-Plus ditampilkan pada Gambar 4. Proses *start-up* fase *hot start* lebih cepat dibandingkan fase *cold start* karena pada fase *hot start* kompor sudah dalam keadaan panas sehingga tidak membutuhkan energi yang besar untuk penyalaan api.



Gambar 4. Start-up Kompor Gasifikasi

### 3. Boiling time

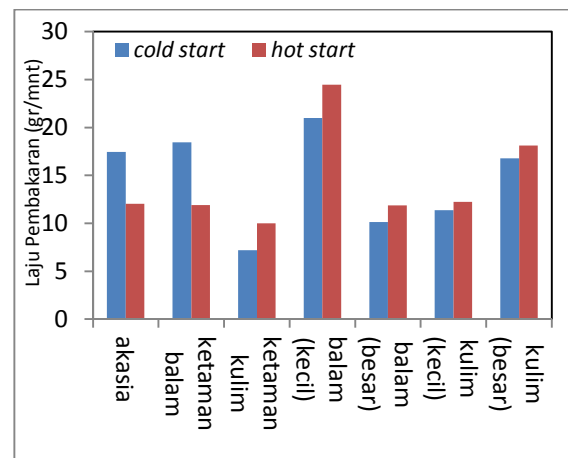
Ketaman balam dan kulim tidak dapat mendidihkan 2,5 L air, ketaman balam hanya dapat memanaskan air sampai 84°C dalam waktu 10 menit dan ketaman kulim sampai suhu 87°C dalam waktu 16 menit. *Boiling time* paling singkat diperoleh menggunakan akasia yaitu 9,55 menit sedangkan *boiling time* paling lama diperoleh menggunakan kulim ukuran kecil yaitu 44,33 menit. *Boiling time* untuk setiap bahan bakar ditampilkan pada Gambar 5. *Boiling time* fase *hot start* cenderung lebih cepat dibandingkan fase *cold start*.



Gambar 5. Boiling time

### 4. Laju Pembakaran

Laju pembakaran paling besar dicapai menggunakan bahan bakar kayu balam ukuran kecil pada fase *hot start* yaitu 22,68 gr/mnt sedangkan laju pembakaran paling kecil didapat menggunakan ketaman kulim pada fase *cold start* yaitu 7,91 gr/mnt. Laju pembakaran untuk setiap bahan bakar ditampilkan pada Gambar 6.



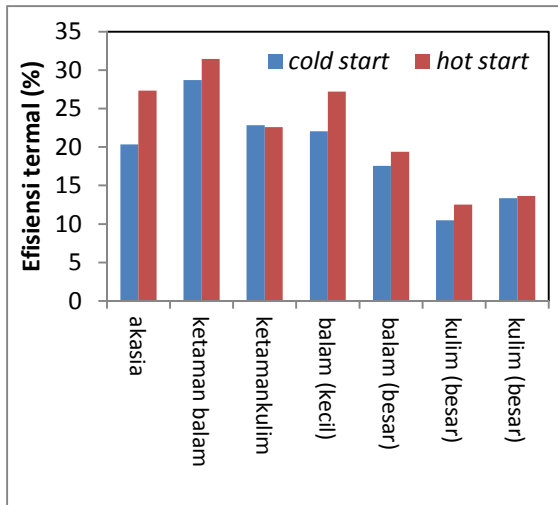
Gambar 6. Laju Pembakaran

### 5. Efisiensi termal

Efisiensi pada penelitian ini diperoleh antara 12%-31%. Efisiensi termal paling tinggi diperoleh menggunakan bahan bakar ketaman balam yaitu 31,44% sedangkan efisiensi termal terendah diperoleh menggunakan bahan bakar kayu kulim ukuran kecil yaitu 12,52%. Efisiensi untuk setiap bahan bakar ditampilkan pada Gambar 7. Efisiensi termal pada fase *hot start*



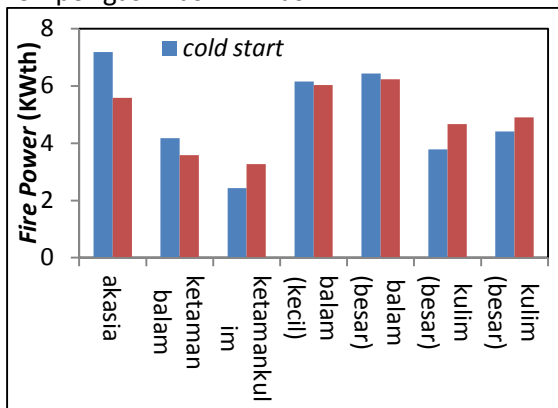
cenderung lebih tinggi dibandingkan fase *cold start*.



Gambar 7. Efisiensi Termal

#### 6. Fire power

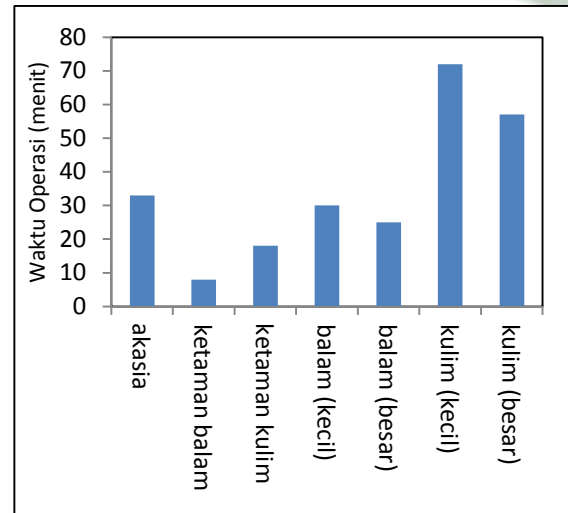
*Fire power* paling tinggi diperoleh menggunakan bahan bakar kayu balam ukuran kecil yaitu 7,18 KW<sub>th</sub> sedangkan *fire power* paling rendah diperoleh menggunakan bahan bakar ketaman kulim yaitu 2,43 KW<sub>th</sub>. Gambar 8 menampilkan *fire power* yang dihasilkan kompor gasifikasi PP-Plus.



Gambar 8. Fire power

#### 7. Waktu Operasi

Waktu operasi pada kompor gasifikasi paling lama didapat menggunakan bahan bakar kayu kulim ukuran kecil yaitu 72 menit ini disebabkan bulk densiti kayu kulim ukuran kecil besar dibandingkan biomassa lainnya. Ketaman balam hanya dapat menyalakan kompor 8 menit karena bulk densiti ketaman balam sangat kecil. Gambar 9 menampilkan Waktu operasi untuk setiap biomassa.



Gambar 9. Waktu Operasi Kompor

#### 4. Kesimpulan

1. Variasi bahan bakar mempengaruhi efisiensi termal dari kompor gasifikasi PP-Plus. Penelitian kompor gasifikasi PP-Plus berbahan bakar limbah kayu olahan menghasilkan efisiensi termal antara 9-31%.
2. Ukuran biomassa berpengaruh pada waktu *start-up* dan waktu operasi kompor. Semakin kecil ukuran biomassa maka semakin cepat waktu *start-up* kompor dan semakin lama waktu operasi kompor.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai Universitas Riau melalui Pusat Kegiatan Mahasiswa tahun anggaran 2012.

#### Daftar Pustaka

- [1] Bhattacharya, S.C., S.S. Hla, M.A. Leon, dan K. Weeratunga, 2000, An improved gasifier stove for institutional cooking, <http://www.retsasia.ait.ac.th>, 10 Januari 2011.
- [2] Sutijastoto, 2010, 'Handbook of Energy and Economic statistics of Indonesia', Indonesia
- [3] Anderson, P.S., 2011, Construction Plans for the "Champion-2008" TLUD Gasifier CookStove, <http://www.bioenergylist.org>, 14 Mei 2011.
- [4] Andreatta, D., 2007, 'A Report on Some Experiments with Top-Lit Up Draft (TLUD)



**Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012**  
*The Challenge of Chemical Engineering Institutions in Product Innovation for a Sustainable Future*

- Stove', presented at the ETHOS 2007 Conference, Washington, 27 January
- [5] Mukunda, H.S., S. Dasappa, P.J. Paul, N.K.S. Rajan, M. Yagnaraman, D.R. Kumar, M. Deogaonkar, 2010, 'Gasifier stove-science, technology and field outreach', *Current Science*, vol. 98, no. 5, pp. 627-638
- [6] Rajvansi, A.K., 1986, 'Biomass Gasfication', in DY Guswani (ed), *Alternatif Energy in Agriculture*, vol. 2, no. 4, pp. 83-102.

Diselenggarakan oleh:



Departemen Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Didukung oleh:

