

Evaluasi Kinerja Kompor UB-03-1 Berbahan Bakar Limbah Industri Kayu Olahan, Tempurung Kelapa, Pelepah Sawit, dan Ranting Kayu Akasia

Eko Karmiza, Sri Helianty, dan Zulfansyah

Laboratorium Pengendalian dan Perancangan Proses
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Email : eckokarmiza@gmail.com

ABSTRAK

The availability of biomass as a source of primary energy in Indonesia is very abundant, reaching 280 million barrels of oil equivalent (BOE) and approximately 84% of the biomass has been used for the household sector. The application of gasification stove especially in cooking purposes can increase the efficiency of fuel usage. This research used UB-03-1 semi-gasification with various of biomass, such as acacia of branches, palm frond, tropical wood and coconut shell. The moisture content measurement of biomass fuels was determined using oven-dry method. The efficiency of the biomass fuels in UB-03-1 stove between 13,18 – 45,91%. Tropical wood had the highest energy efficiency of 45,91% and coconut shell had the lowhest energy efficiency of 13,18%. UB-03-1 stove works in the range of 3,5 to 11,5 kW_{th} of fire power. The research obtained indicate that a variety of biomass fuels in Riau can perform well in UB-03-1 stove, such as acacia branches having 4,2 kW_{th} fire power, palm frond having 4,86 kW_{th} fire power, tropical wood having 11,5 kW_{th} fire power and coconut shell having 3,5 kW_{th} fire power, thus the need for adoption to combat crisis energy household sector problem

Keywords : *biomass, semi-gasification stove, water boiling test, UB-03-1*

1. Pendahuluan

Kompor gasifikasi salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi sektor rumah tangga khususnya di daerah pedesaan. Kompor gasifikasi mengubah bahan bakar padat menjadi gas mudah terbakar seperti karbonmonoksida (CO), hidrogen (H₂), dan metan (CH₄) yang selanjutnya bereaksi dengan oksigen menjadi nyala api.

Kompor gasifikasi telah diteliti oleh beberapa peneliti. Kompor gasifikasi PP-Plus dengan sistem aliran udara *natural draft* diteliti oleh Joel dan Sunarya [2012] yang bahan bakarnya pelepah sawit, pelepah sawit tandan kosong, kayu akasia, kayu balam dan kayu kulim, hasil efisiensi termal kompor tersebut 27 - 34% dengan waktu operasi antara 7-31 menit dan temperatur nyala api mencapai 570°C – 824°C. Damanik [2012] melakukan penelitian menggunakan kompor gasifikasi *turbo stove* dengan aliran *force draft* dengan bahan bakar limbah industri kayu olahan, tempurung kelapa, cangkang sawit dan pelepah sawit. Efisiensi termal mencapai 36% dan temperatur nyala api 574 - 722°C.

Nurhuda[2011] membuat kompor semigasifikasi UB-03-1 jenis *natural draft*. Kompor ini menggabungkan konsep gasifikasi dan pembakaran sempurna, efisiensi termal 40-50% dengan bahan bakar cangkang sawit. Secara umum, penelitian ini ditujukan untuk mempelajari kinerja kompor semigasifikasi yang meliputi fase *start up*, *cold start* dan *hot start*, pengaruh kadar air, dan periode nyala dengan metode WBT, temperatur dan efisiensi thermal. Biomassa yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari limbah industri kayu olahan, pelepah sawit, tempurung kelapa, dan ranting kayu akasia sebagai bahan bakar kompor UB-03-1. Penelitian ini diharapkan melengkapi informasi tentang kompor gasifikasi UB dengan biomassa limbah industri kayu olahan, pelepah sawit, tempurung kelapa, dan ranting kayu akasia yang selama ini belum banyak dimanfaatkan masyarakat untuk memasak. Selain itu, dengan pemanfaatan biomassa limbah industri kayu olahan, pelepah sawit, tempurung kelapa, dan ranting kayu akasia dapat membantu mengurangi

ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil.

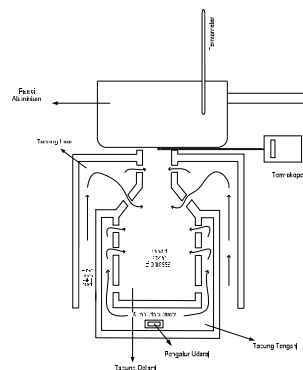
Gasifikasi biomassa merupakan reaksi konversi termal yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas yang mudah terbakar (*gas producer*) seperti CO, H₂, CH₄ [1]. Tahapan reaksi yang berlangsung simultan dan kontinu dalam reaktor gasifikasi sebagai berikut :

1. Pengeringan (25°C – 150°C), ditujukan untuk menguapkan air biomassa yang sebagiannya digunakan untuk reaksi selanjutnya.
2. Pirolisa (150°C - 800°C), merupakan reaksi endotermis dalam kondisi tanpa oksigen untuk mendekomposisi biomassa menjadi arang (C), tar, minyak, gas dan produk pirolisa lain secara endotermis.
3. Oksidasi (800°C – 1400°C), merupakan reaksi sangat eksotermis yang ditandai dengan temperatur yang tinggi yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tahap pengeringan dan pirolisa.
4. Reduksi (600°C - 900°C), berlangsung pada zona reduksi

gasifier sehingga gas producer terkonversi menjadi *syngas* (H₂, CO dan CH₄). Selanjutnya gas tersebut dengan oksigen dalam udara menghasilkan nyala api.

2. Metodologi

Penelitian evaluasi kinerja kompor UB-03-1 berbahan bakar ranting akasia, pelepah sawit, tempurung kelapa, limbah industri kayu olahan dilakukan secara batch. Gambar 1. Menampilkan rangkaian alat percobaan kompor UB-03-1. Sebelum digunakan, bahan bakar dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang tedapat dalam bahan bakar. Bahan bakar yang telah dikeringkan disimpan dalam bungkus plastik yang ditutup.



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan UB-03-1

Variabel tetap yang dipilih pada penelitian evaluasi kinerja kompor UB-03-1 adalah dimensi kompor. Adapun variabel berubah yang akan dipelajari pada penelitian ini adalah jenis bahan bakar.

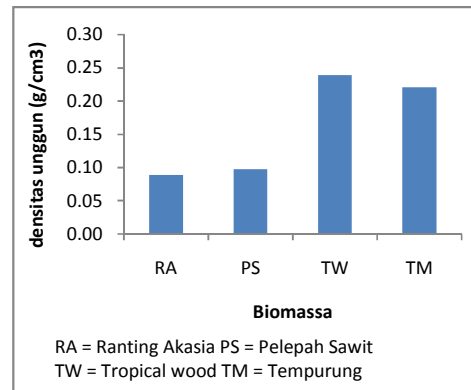
Start-up dimulai dengan memasukkan bahan bakar ke dalam kompor, lalu masukkan kayu sisa ketaman tipis dan kerosene 5-7 ml untuk mempermudah waktu penyalaan kompor. Setelah nyala api stabil berarti gas sudah mulai terbentuk, dilakukan *water boiling test*. Temperatur air pada WBT diukur setiap satu menit sampai air mendidih. *Shut down* dilakukan setelah air mendidih merata, kemudian arang dan biomassa sisa ditimbang.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Densitas Unggun Bahan Bakar

Densitas unggun yang diperoleh bervariasi berdasarkan massa bahan bakar yang digunakan. Semakin besar massa bahan bakar maka semakin besar densitas yang diperoleh sedangkan semakin kecil massa bahan bakar semakin kecil densitas unggun yang diperoleh.

Pengaruh jenis biomassa terhadap densitas unggun ditampilkan pada gambar 2.



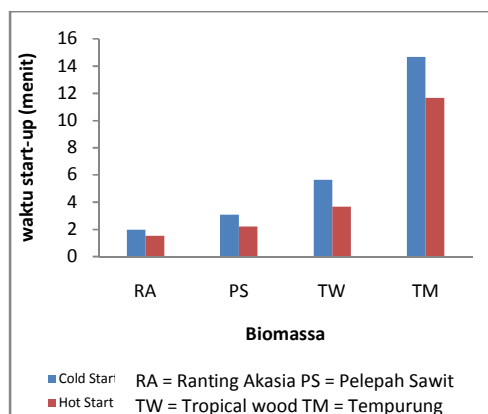
Gambar 2. Pengaruh jenis biomassa terhadap densitas unggun.

2. *Start-up* Kompor UB-03-1

Akhir proses *start-up* ditandai dengan nyala api yang dihasilkan kompor telah stabil. *Start-up* pada penelitian kompor UB-03-1 berbahan bakar limbah kayu olahan (limbah industri kayu olahan) yaitu antara 3 sampai 6 menit. Proses *start-up* pada tahap *hot start* lebih cepat dibandingkan tahap *cold start* karena pada tahap *hot start* kompor sudah dalam keadaan panas sehingga tidak membutuhkan energi yang besar untuk memanaskan kompor.

Jenis biomassa yang dijadikan bahan bakar mempengaruhi waktu *start-up*. Waktu *start-up* paling singkat diperoleh dari kompor

berbahan ranting kayu akasia pada tahap *hot start* yaitu 1,5 menit dan waktu *start up* paling lama diperoleh dari kompor dengan bahan bakar tempurung pada tahap *cold start* yaitu 15 menit. Pengaruh variasi biomassa terhadap waktu *start-up* ditampilkan pada gambar 3.

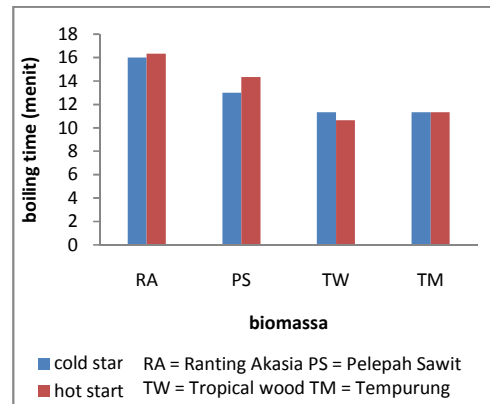


Gambar 3. Pengaruh jenis biomassa terhadap waktu *start-up*

3. Boiling time

Jenis biomassa yang dijadikan bahan bakar mempengaruhi *boiling time*. Pengaruh jenis biomassa terhadap *boiling time* ditampilkan pada gambar 4. *Boiling time* tercepat diperoleh menggunakan kompor dengan bahan bakar limbah industri kayu olahan yaitu 10,7 menit pada tahap *hot start* dan *boiling time* terlama diperoleh menggunakan kompor dengan bahan bakar ranting

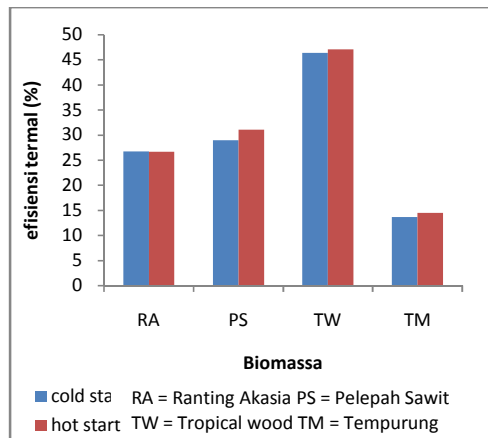
akasia yaitu 16 menit pada tahap *hot start*. Lamanya *boiling time* disebabkan jenis biomassa dan densitas unggun biomassa yang digunakan.



Gambar 4. Pengaruh jenis biomassa terhadap *boiling time*.

4. Efisiensi Termal

Pada percobaan ini digunakan 2.5 liter air sebagai media transfer panas untuk menghitung besarnya energi yang dihasilkan oleh kompor. Efisiensi termal dapat dipengaruhi oleh jenis biomassa. Grafik pengaruh jenis biomassa terhadap efisiensi termal dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh jenis biomassa terhadap efisiensi termal

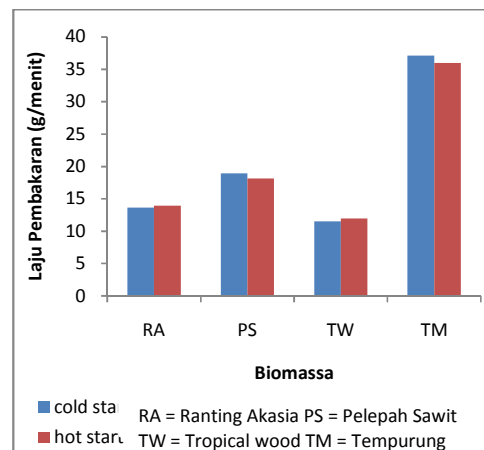
Efisiensi termal tertinggi dicapai dengan bahan bakar limbah industri kayu olahan yaitu mencapai 45,91%, sedangkan efisiensi terendah dihasilkan menggunakan bahan bakar tempurung yaitu 13,18%. Efisiensi termal pada tahap *hot start* cenderung lebih tinggi dibandingkan tahap *cold start*, hal ini disebabkan pada tahap *cold start* sebagian panas yang dihasilkan pada proses pembakaran terpakai untuk memanaskan kompor terlebih dahulu, sehingga mengurangi energi yang dapat ditransfer.

Efisiensi termal pada penelitian kinerja kompor UB-03-1 dengan berbagai jenis bahan bakar relatif lebih tinggi dibandingkan dari penelitian kompor gasifikasi PP-Plus

oleh Sunarya(2012) yang berkisar 10,46%-27,32%.

5. Laju Pembakaran.

Laju pembakaran merupakan banyaknya massa bahan bakar yang terpakai selama beroperasi. Pengaruh jenis biomassa terhadap laju pembakaran ditampilkan pada gambar 6. Laju pembakaran paling besar yaitu 37,13 gram/menit dihasilkan menggunakan tempurung pada tahap *cold start* sedangkan laju pembakaran paling kecil yaitu 11,51 gram/menit dengan menggunakan limbah industri kayu olahan pada tahap *cold start*.

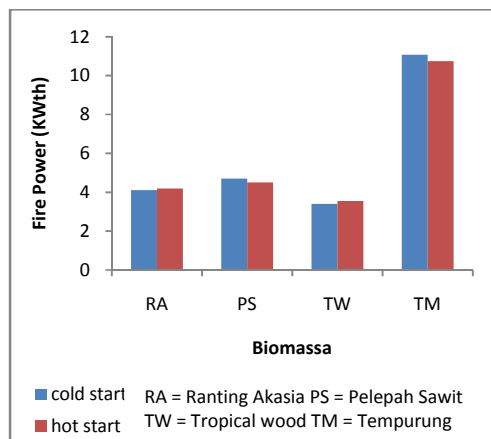


Gambar 6. Pengaruh jenis biomassa terhadap laju pembakaran

6. Fire Power

Fire power yang dihasilkan kompor dipengaruhi oleh jenis biomassa. Pengaruh jenis biomassa

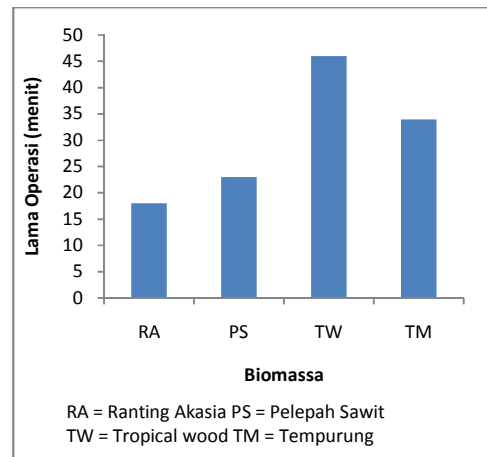
terhadap *fire power* ditampilkan pada gambar 7. *Fire power* paling besar dihasilkan menggunakan bahan bakar tempurung yaitu 11,49 kW_{th} dan paling kecil diperoleh menggunakan limbah industri kayu olahan yaitu 3,5 kW_{th}.



Gambar 7. Pengaruh jenis biomassa terhadap *fire power*.

7. Waktu Operasi Kompor UB-03-1

Jenis biomassa juga dapat menentukan waktu operasi kompor. Pengaruh jenis biomassa terhadap waktu operasi kompor dapat dilihat dari gambar 8. Waktu operasi paling lama dihasilkan dengan menggunakan biomassa limbah industri kayu olahan yaitu mencapai 46 menit dan waktu operasi paling sebentar dihasilkan dengan menggunakan biomassa ranting akasia yaitu 18 menit.



Gambar 8. Pengaruh jenis biomassa terhadap waktu operasi

4. Kesimpulan

Kompor gasifikasi UB-03-1 dengan variasi jenis bahan bakar, yaitu ranting akasia, pelapah sawit, limbah industri kayu olahan, tempurung kelapa membutuhkan waktu *start-up* antara 1,5 - 15 menit dengan waktu pendidihan 2,5 liter antara 10 - 17 menit. *Fire power* yang dihasilkan adalah 3,5 - 11,5 kW_{th} dengan efisiensi termal 13,18 - 45,91%. Kompor gasifikasi UB-03-1 dengan variasi jenis biomassa menghasilkan nyala api berkisar antara 516 – 769 °C.

Daftar Pustaka

- [1] Rajvanshi, A.K., 1986, Biomass Gasification, in DY Guswani (ed), *Alternative Energy in Agriculture*, CRC Press, Maharashtra, vol. 2, pp. 83-102.
- [2] ESDM, 2012. *Statistik Minyak Bumi 2012*. <http://www.esdm.go.id>. 13 februari 2013
- [3] Belonio, A.T., 2005, *Rice Husk Gas Stove Handbook*, Appropriate Technology Center, Department of Agriculture Engineering and Environmental Management, Collage of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City, Philippines.
- [4] Panwar, N.L., 2009, 'Design and Performance Evaluation of Energy Efficient Biomass Gasifier Based Cookstove on Multi Fuels', *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, vol. 14, pp. 627-633.
- [5] Sunarya, Rio, 2012. *Unjuk Kerja Kompor Gasifikasi PP-plus Berbahan Bakar Limbah Kayu Olahan*. Pekanbaru, Oktober 2012
- [6] Mukunda, H.S., S. Dassapa, 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.
- [7] Andreatta, D., 2007, 'A Report on Some Experiments with the Top-Lit Up Draft (TLUD) Stove', prosiding *ETHOS 2007 Conference*, Kirkland, Washington, 27 Januari.