

## **Evaluasi Kinerja Kompor Gasifikasi *Forced Draft* Berbahan Bakar Cangkang Sawit Nini Reflinda R, Sri Helianty\***

Laboratorium Pengendalian dan Perancangan Proses  
Program Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293  
Email : [srihelianty@yahoo.co.id](mailto:srihelianty@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

Produksi sawit di Riau sampai pada tahun 2011 telah mencapai 35 juta ton dan dari produksi ini dihasilkan cangkang sawit sebesar 2,8 juta ton. Penerapan kompor gasifikasi terutama dalam keperluan memasak dapat meningkatkan efisiensi penggunaan cangkang sawit. Penelitian ini menggunakan tiga unit kompor gasifikasi dengan dimensi kompor 1 ( $H_1 = 16$  cm,  $D_1 = 10$  cm), kompor 2 ( $H_2 = 16$  cm,  $D_2 = 12$  cm), dan kompor 3 ( $H_3 = 20$  cm,  $D_3 = 12$  cm). Bahan bakar yang digunakan adalah cangkang sawit dengan kadar air 8%, 9% dan 8%. Metoda *water boiling test* (WBT) digunakan untuk mengevaluasi kinerja kompor. Parameter tambahan seperti waktu operasi dan temperatur nyala dari kompor termasuk dalam evaluasi kinerja kompor. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata waktu *start up* 4,48 menit dan waktu operasi dari kompor gasifikasi *forced draft* mencapai 13,83 menit. Efisiensi termal dari kompor gasifikasi *forced draft* adalah sekitar 41,49% sampai 60,34%, dengan efisiensi tertinggi adalah kompor dengan diameter 12 cm dan tinggi 16 cm. Meskipun api yang dihasilkan masih berwarna kuning kemerahan, tetapi kompor gasifikasi *forced draft* mampu memproduksi energi panas hingga 4,42 kWth dengan suhu api tertinggi mencapai 900°C. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi operasi kompor gasifikasi *forced draft* sangat mempengaruhi kinerja dari kompor.

**Kata kunci :** Cangkang sawit, kompor gasifikasi, Efisiensi Termal

### **ABSTRACT**

Oil production in Riau until the year 2011 has reached 35 million tons and production is produced from palm shell of 2.8 million tonnes . Especially in the application of gasification stove for cooking can improve the efficiency of the use of palm shells . This study uses three units of gasification stove with stove dimension 1 (  $H_1 = 16$  cm ,  $D_1 = 10$  cm ) , stove 2 (  $H_2 = 16$  cm ,  $D_2 = 12$  cm ) , and the stove 3 (  $H_3 = 20$  cm ,  $D_3 = 12$  cm ) . The fuel used is oil shell with moisture content of 8% , 9 % and 8 % . Method of boiling water test ( WBT ) is used to evaluate the performance of the stove . Additional parameters such as the operating time and temperature flame of the stove as well as evaluate the performance of the stove . The results were obtained an average start-up time of 4.48 minutes and the operation time of the forced draft gasification stoves reached 13.83 minutes . The thermal efficiency of the gasification burner forced draft is approximately 41.49 % to 60.34 % , with the highest efficiency is a stove with a diameter of 12 cm and height 16 cm . Although the resulting fire is still reddish yellow , but the forced draft gasification stoves capable of producing up to 4.42 kWth heat energy with the highest flame temperature reaches 900°C . These results indicate that the operating conditions of forced draft gasification stoves greatly affect the performance of the stove .

**Keywords :** Shell oil, gasification stove, Thermal Efficiency

## 1. Pendahuluan

Masyarakat Indonesia memanfaatkan energi yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil yaitu minyak tanah, batubara, dan *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Penggunaan bahan bakar fosil ini memiliki kerugian yaitu dapat merusak lingkungan dan ketersediannya semakin menipis karena tidak dapat diperbaharui. Selain itu harga LPG dan minyak tanah terus mengalami kenaikan karena harga minyak dunia melonjak tinggi sehingga energi ini tidak lagi menjadi murah. Oleh karena itu perlu diciptakan sumber energi lain yang dapat digunakan untuk mengganti peran BBM dengan memanfaatkan bahan bakar alternatif salah satunya biomassa.

Kompur gasifikasi adalah proses konversi biomassa secara termo-kimia menjadi gas mudah terbakar yang terdiri dari karbonmonoksida (CO), Hidrogen (H<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>) [Rajvanshi, 1986]. Konversi biomassa menjadi energi termal menggunakan kompor gasifikasi dapat meningkatkan efisiensi termal hingga dua kali lipat dari pembakaran biomassa secara konvensional [Panwar 2009]. Efisiensi termal kompor gasifikasi mencapai 40%, sedangkan kompor konvensional hanya 15% [Reed dkk, 2000; Bhattacharya dan Leon, 2010]. Teknologi gasifikasi biomassa ramah lingkungan karena dapat mereduksi emisi CO<sub>2</sub>. Kemampuan kompor gasifikasi untuk menghasilkan efisiensi termal yang tinggi bergantung pada

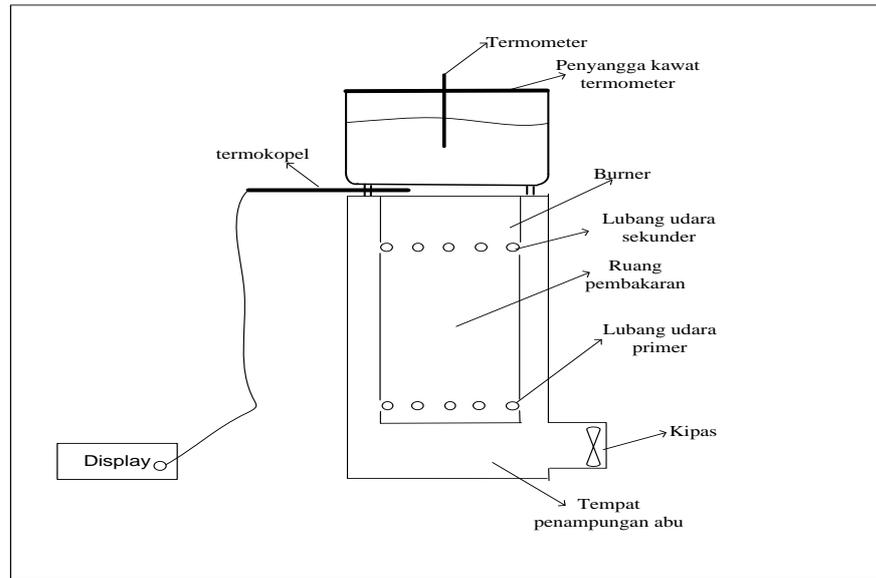
disain kompor gasifikasi, seperti tipe kompor, dimensi kompor, laju alir udara gasifikasi dan laju alir udara pembakaran [Mukunda *et al.*, 2010].

Pasokan udara gasifikasi dan pembakaran pada kompor gasifikasi merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja kompor gasifikasi. Sistem pasokan udara kompor gasifikasi dibedakan menjadi dua tipe, yaitu *natural draft* dan *forced draft* [Mukunda *et al.*, 2010]. Kompur gasifikasi tipe *forced draft* menggunakan kipas untuk meningkatkan laju alir udara gasifikasi sehingga membutuhkan daya untuk mengoperasikannya, sedangkan *natural draft* tidak membutuhkan daya tambahan untuk mengoperasikannya.

## 2. Metodologi

Biomassa sebagai bahan bakar yang digunakan untuk evaluasi kinerja kompor gasifikasi *forced draft* adalah cangkang sawit yang telah dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya hingga mencapai kadar air yang diinginkan dan disimpan di dalam kantong plastik untuk menghindari perubahan kadar air

Alat-alat yang digunakan pada penelitian evaluasi kinerja kompor gasifikasi *forced draft*, yaitu kompor gasifikasi dengan aliran udara bersumber dari *fan* berarus 0.12 Ampere dan tegangan 12 Volt, termokopel serta termometer. Rangkaian alat yang digunakan pada percobaan evaluasi kinerja kompor gasifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian alat percobaan

Evaluasi kinerja kompor gasifikasi mengikuti prosedur *water boiling test* (WBT) yang dilakukan oleh Bailis *et al.*, [2007]. Selain prosedur WBT, pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran suhu nyala api dan lama operasi kompor gasifikasi. Lama operasi kompor dicatat mulai dari nyala api stabil hingga nyala api berhenti. Suhu nyala api diukur menggunakan termokopel dan dicatat selama proses gasifikasi berlangsung setiap 1 menit untuk mengetahui profil suhu nyala api

selama proses gasifikasi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Densitas Unggun Bahan Bakar

Densitas ungun bahan bakar dipengaruhi oleh volume kompor dimana massa bahan bakarnya tetap. Semakin besar volume kompor maka akan semakin kecil pula densitas ungun bahan bakar. Densitas ungun untuk cangkang sawit dengan kadar air berbeda pada beberapa kompor gasifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.1

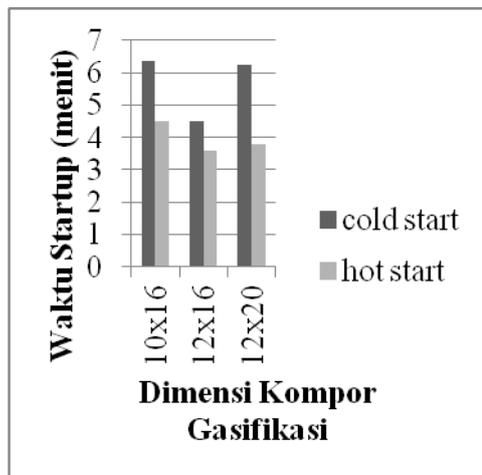
**Tabel 3.1** Densitas ungun bahan bakar kompor gasifikasi

No.	Kompor	Kadar Air	Densitas Unggun (gram/cm <sup>3</sup> )
1	Kompor 1 (H = 16 cm; D = 10 cm)	8%	0.454
2	Kompor 2 (H = 16 cm; D = 12 cm)	9%	0.379
3	Kompor 3 (H = 20 cm; D = 12 cm)	8%	0.289

Densitas ungun rata-rata pada variasi dimensi kompor yaitu 0,383 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 3.2 Waktu Startup

Nyala api disertai sedikit asap saat kompor gasifikasi di *startup* karena pembakaran langsung biomassa. Ketika nyala api kompor mulai konstan dan tidak menghasilkan asap maka gasifikasi dapat dikatakan telah berlangsung pada kompor. Pengaruh dimensi kompor terhadap waktu *startup* dapat dilihat pada Gambar 2.

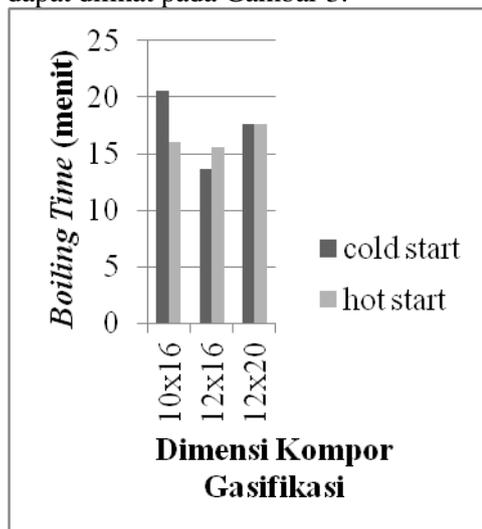


**Gambar 2.** Pengaruh Dimensi Kompor Terhadap Waktu *Startup*

Kompor gasifikasi dengan diameter 10 cm membutuhkan waktu *startup* lebih lama yaitu mencapai 6.38 menit jika dibandingkan dengan kompor berdiameter 12 cm yang hanya 4.48 menit, sedangkan tinggi ruang bakar kompor tidak terlalu berpengaruh terhadap waktu startup kompor.

### 3.3 Boiling Time

Rata-rata *boiling time* pada penelitian ini adalah 17.28 menit dengan rentang *boiling time* dari 13.69 menit sampai dengan 20.52 menit. Pengaruh dimensi kompor terhadap *boiling time* dapat dilihat pada Gambar 3.



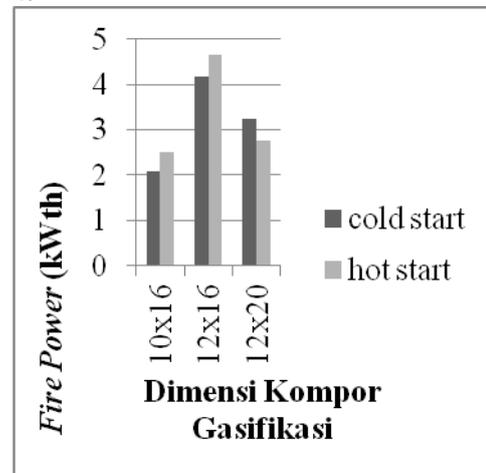
**Gambar 3.** Pengaruh Dimensi Kompor Terhadap *Boiling Time*

Kompor dengan diameter 10 cm membutuhkan waktu 17.63 menit untuk

mendidihkan air 2.5 liter air. Sedangkan kompor dengan diameter lebih besar yaitu 12 cm mampu mendidihkan air dalam waktu 13.69 menit. Pengaruh tinggi kompor terhadap *boiling time* dapat dilihat dari kompor dengan tinggi 20 cm yang hanya mampu mendidihkan air dalam waktu 17.61 menit dan lebih lama jika dibandingkan kompor dengan tinggi 16 cm.

### 3.4 Fire Power

*Fire power* rata-rata kompor *forced draft* yaitu 3.24 kWth dengan rentang 2.30 – 4.42 kWth. Nilai *fire power* rata-rata yang dihasilkan kompor pada penelitian lebih besar dibandingkan penelitian Reed *et al.* [2000] dengan kompor *turbo stove* yang berdiameter 10 cm dan tinggi 10 cm yaitu mencapai 2.5 kWth. Pengaruh dimensi kompor gasifikasi terhadap *fire power* kompor dapat dilihat pada Gambar 4.



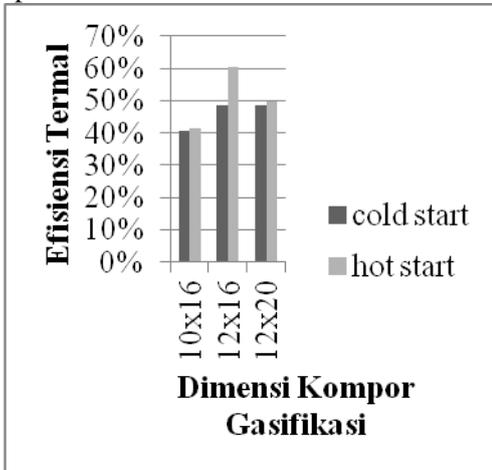
**Gambar 4.** Pengaruh Dimensi kompor Terhadap *Fire power*

*Fire power* terbesar dihasilkan dari kompor 2 yang berdiameter 12 cm, yaitu mencapai 4.42 kWth. Sedangkan *fire power* terkecil dihasilkan dari kompor 1 yang berdiameter 10 cm yaitu hanya mencapai 2.30 kWth.

### 3.5 Efisiensi Termal

Efisiensi termal dapat dipengaruhi oleh dimensi kompor. Grafik pengaruh dimensi kompor terhadap efisiensi

termal kompor gasifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.

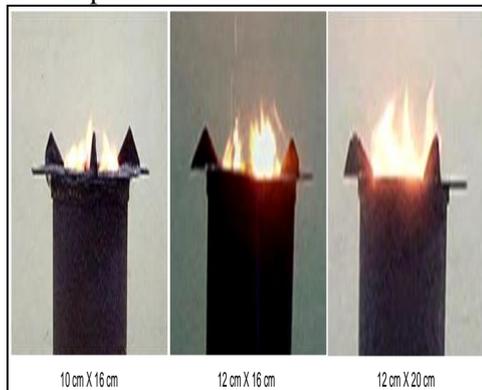


**Gambar 5.** Pengaruh Dimensi Kompor Terhadap Efisiensi Termal

Efisiensi termal tertinggi dihasilkan pada kompor berdiameter 12 cm dan tinggi 16 cm yaitu mencapai 60.34%. Sedangkan efisiensi terendah dihasilkan dari kompor berdiameter 10 cm dan tinggi 16 cm yang hanya mencapai 41.49%. Efisiensi termal kompor berdiameter 12 cm lebih besar jika dibandingkan kompor dengan diameter 10 cm yang hanya mencapai 49.88%.

### 3.6 Nyala Api

Warna nyala dan tinggi nyala api dapat dipantau secara visual. Semakin biru nyala api menunjukkan semakin baik proses gasifikasi yang terjadi. Sedangkan temperatur nyala api diukur menggunakan termokopel tipe K. Foto nyala api untuk variasi dimensi kompor *forced draft* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.

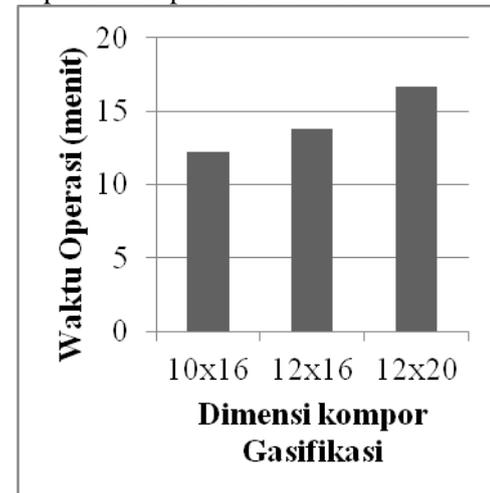


**Gambar 6.** Nyala api kompor gasifikasi *forced draft*

Warna nyala api yang dihasilkan dari kompor gasifikasi berwarna kuning kemerahan. Tinggi nyala api pada percobaan menunjukkan semakin besar dimensi kompor maka nyala api yang dihasilkan juga akan semakin besar. Nyala api terbesar dihasilkan dari kompor dengan diameter 12 cm dan tinggi 20 cm, sedangkan nyala api terkecil dihasilkan dari kompor dengan berdiameter 10 cm dan tinggi 16 cm. Temperatur nyala api pada penelitian evaluasi kinerja kompor gasifikasi *forced draft* berkisar antara 894°C sampai dengan 933°C. Temperatur tertinggi dihasilkan dari kompor 2, sedangkan temperatur terendah dihasilkan dari kompor 1.

### 3.7 Waktu Operasi

Faktor dimensi kompor dapat mempengaruhi lama waktu operasi kompor gasifikasi. Semakin besar dimensi kompor maka akan semakin lama waktu operasi kompor. Pengaruh dimensi kompor terhadap waktu operasi dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengaruh Dimensi Kompor Terhadap Waktu Operasi

Pengaruh tinggi kompor gasifikasi terhadap waktu operasi tampak dari waktu operasi kompor dengan tinggi 16 cm dan diameter 12 cm yang hanya mencapai 13.83 menit. Sedangkan pada kompor dengan tinggi ruang bakar 20

cm dan diameter 12 cm, kompor dapat menghasilkan nyala api yang lebih lama yaitu mencapai 16.69 menit. Namun pengaruh tinggi ruang bakar kompor gasifikasi hanya berlaku untuk kompor dengan sistem bahan bakar *batch* [Andreatta 2007].

#### **4. Kesimpulan**

1. Waktu operasi terlama dengan *fire power* terbesar dihasilkan dari kompor yang berdiameter 12 cm dan tinggi 16 cm yaitu sebesar 4.42 kWth.
2. Efisiensi termal kompor ini dengan bahan bakar cangkang sawit adalah 41.49%-60.34%. Efisiensi termal tertinggi dihasilkan pada kompor berdiameter 12 cm dan tinggi 16 cm yaitu mencapai 60.34%. Sedangkan efisiensi terendah dihasilkan dari kompor berdiameter 10 cm dan tinggi 16 cm yang hanya mencapai 41.49%.

#### **Daftar Pustaka**

- Andreatta, D., 2007, 'A Report on Some Experiments with the Top-Lit Up Draft (TLUD) Stove', prosiding *ETHOS 2007 Conference*, Kirkland, Washington, 27 Januari 2013.
- Bailis, R., D. Ogle, N. MacCarty, K.R. Smith, & R. Edwards, 2007, 'The Water Boiling Test', <http://ehs.sph.berkeley.edu>, 2 Maret 2013.
- 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>, 5 Maret 2013.
- 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.
- 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.
- Rajvanshi, A.K., 1986, Biomass Gasification, in DY Guswani (ed), *Alternative Energy in Agriculture*, CRC Press, Maharashtra, vol. 2, pp. 83-102.
- Reed, T.B., & L. Ronal, 1996, A wood-Gas Stove for Developing Countries, prosiding *Developments in Thermochemical Biomass Conversion*, Banff, Kanada, 20-24 Mei.
- Reed, T.B., E. Anselmo, & K. Kircher, 2000, Testing & Modeling the Wood-Gas Turbo Stove, prosiding *Progress in Thermochemical Biomass Conversion Conference*, Tyrol, Austria, 17-22 September.