

# Analisis Modifikasi Lubang Kompor Roket Biomassa Terhadap Efisiensi Burning

Asnawi<sup>1</sup>, Edy Yusuf<sup>2</sup>, Yasir Amani<sup>3</sup>, Ari Putra Wardany<sup>4</sup>  
Mechanical Engineering Universitas Malikussaleh Lhokseumawe  
Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Indonesia.  
Email : asnawi@unimal.ac.id

## Abstrak

Pemakaian bahan bakar fosil di Indonesia semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia dan laju industrialisasi. Apabila konsumsi bahan bakar ini tidak dibatasi maka krisis bahan bakar minyak (BBM) akan terjadi dalam kurun waktu dekat. Saat ini pemerintah mengimpor BBM dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan BBM. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi utama dan tidak dapat diperbaharui (*nonrenewable*) serta berdampak negatif terhadap lingkungan seperti pemanasan global. Energi terbarukan merupakan solusi krisis energi dan biomassa merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan karena tersedia di seluruh wilayah Indonesia dalam jumlah yang melimpah. Biomassa merupakan bahan bakar yang telah menjadi andalan masyarakat di pedesaan terutama untuk keperluan memasak atau memanaskan secara tradisional. Biomassa yang sering digunakan antara lain kayu, serbuk gergaji, ampas tebu, dan sekam padi. Cangkang sawit salah satu biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar pembakaran ialah, karena cangkang sawit termasuk limbah biomassa yang ketersediaannya cukup besar di wilayah Indonesia khususnya area perkebunan kelapa sawit. Melalui penelitian ini perancangan kompor roket dengan variasi lubang saluran udara dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja kompor biomassa. Hasil pengujian menunjukkan efisiensi tertinggi 15% pada pengujian 2 dengan bahan bakar kayu jati dengan 175 lubang dan pengujian 3 dengan bahan bakar kayu jati dengan 199 lubang, sedangkan efisiensi terendah 6% pada pengujian 3 dengan bahan bakar cangkang sawit dengan 162 lubang dan 37 pipa kapiler.

**Kata Kunci :** Kompor roket, cangkang sawit, kayu jati dan tempurung kelapa.

## Abstract

The use of fossil fuels in Indonesia is increasing along with the increasing human population and the rate of industrialization. If the consumption of this fuel is not limited, then a fuel crisis will occur in the near future. Currently, the government imports fuel from other countries to meet fuel needs. Fossil fuels are the main source of energy and are non-renewable and have a negative impact on the environment such as global warming. Renewable energy is a solution to the energy crisis and biomass is one of the renewable energy that has the potential to be developed because it is available in all parts of Indonesia in abundance. Biomass is a fuel that has become the mainstay of people in rural areas, especially for traditional cooking or heating purposes. Biomass that is often used includes wood, sawdust, bagasse, and rice husks. Oil palm shells are one of the biomass that can be used as fuel for combustion, because palm shells are a biomass waste whose availability is quite large in Indonesia, especially oil palm plantation areas. Through this research, the design of a rocket stove with a variety of air duct holes is carried out to optimize the performance of the biomass stove. The test results show the highest efficiency of 15% in test 2 with teak wood fuel with 175 holes and test 3 with teak fuel with 199 holes, while the lowest efficiency is 6% in test 3 with palm shell fuel with 162 holes and 37 capillary pipes. .

**Keywords:** Rocket stove, palm shell, teak wood and coconut shell.

## 1. Pendahuluan

Tingkat pemakaian bahan bakar fosil di Indonesia semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia dan laju industrialisasi. Apabila konsumsi bahan bakar ini tidak dibatasi maka krisis bahan bakar minyak (BBM) akan terjadi dalam kurun waktu tertentu. Saat ini pemerintah mengimpor bahan bakar minyak dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan itu. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi utama dan tidak dapat di perbaharui (*nonrenewable*) serta berdampak negatif terhadap lingkungan seperti pemanasan global (B.Sutar, Kohli, Ravi, & Ray, 2015).

Energi terbarukan merupakan solusi krisis energi dan biomassa merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat potensial untuk di kembangkan karena tersedia di seluruh wilayah Indonesia dalam jumlah yang melimpah. Biomassa merupakan bahan bakar yang telah menjadi andalan masyarakat di pedesaan terutama untuk keperluan memasak atau memanaskan secara tradisional. Biomassa yang sering digunakan antara lain kayu, serbuk gergaji, ampas tebu, dan sekam padi. Cangkang sawit salah satu biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar pembakaran ialah, karena cangkang sawit termasuk limbah biomassa yang ketersediaanya cukup besar di wilayah Indonesia khususnya area perkebunan kelapa sawit (Febriansyah, Setiawan, Suryopratomo, & Setiawan, 2014).

Kompot adalah alat yang digunakan untuk mengkonversi bahan bakar padat ,cair, gas menjadi energi panas melalui proses pembakaran langsung dengan cara memasak atau memanaskan. Khususnya pada pembakaran langsung yang terjadi pada bahan bakar padat kompot yang di desain oleh masyarakat masih sangat kurang efisien karena banyaknya energi panas yang terbuang dari kompot dan asap hasil pembakaran sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia.

Kompot roket biomassa merupakan salah satu inovasi kompot *modern* yang menggunakan energi biomassa sebagai sumber energi utama. Kompot roket dirancang untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan efisiensi termal, kombinasi dari efisiensi pembakaran yang ditingkatkan dan transfer panas yang terkait dengan pembakaran bahan bakar biomassa. kompot ini akan menghasilkan pembakaran yang lebih efisien karena seluruh kayu akan terbakar sempurna dan akan menghasilkan asap yang lebih sedikit dibandingkan kompot tungku konvensional (Khan, Sabrina., et al, 2016).

Dengan bertujuan untuk memperoleh efisiensi kompot roket dengan parameter yang digunakan adalah kecepatan waktu dalam mendidihkan air (*Water Boiling Test*) dan massa bahan bakar akhir dari penggunaan seringan mungkin yang menandakan biomassa tersebut habis terbakar menjadi abu.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Water Boiling Test

*Water boiling test* adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui kinerja suatu tungku dalam skala laboratorium, dimana kondisi iklim, bahan bakar (kelembaban, spesies, bentuk), jenis alat masak, pemasak termasuk cara mengoperasikan tungku dipertahankan selama proses pengujian berlangsung. Kandungan uap air dalam bahan bakar (m) adalah persen uap air yang terkandung dalam bahan bakar berdasarkan berat basah.

$$m = \frac{(mbb \text{ dalam keadaan basah}) - (mbb \text{ dalam keadaan kering})}{(mbb \text{ dalam keadaan kering})} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

## 2.2 Parameter Unjuk Kerja Kompor Biomassa

Pembakaran yang baik harus memiliki nilai efisiensi yang tinggi agar panas yang dihasilkan merata. Kalor yang diberikan dari cangkang kelapa sawit akan mempengaruhi perubahan temperatur air hingga mencapai titik didih. Mula-mula air yang telah diketahui massanya dipanaskan sampai mencapai titik didih yang digunakan untuk menghitung efisiensi.

### a. Fuel consumption rate (fcr)

Fuel consumption rate adalah perbandingan antara jumlah bahan bakar yang terpakai dengan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air. FCR dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.5 berikut: (Borman, G.L, Ragland, & K.W, 1998).

$$FCR = \frac{m_{bt}}{t} \dots\dots\dots(2)$$

$$m_{bt} = m_a - m_{ak} \dots\dots\dots(3)$$

### b. Daya Bersih (P<sub>out</sub>)

Daya bersih adalah perbandingan antara energi yang digunakan untuk memanaskan air dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih. Daya bersih dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.7 berikut: (Borman, G.L, Ragland, & K.W, 1998)

$$P_{out} = \frac{M_w c_p (T_f - T_i)}{t} \dots\dots\dots(4)$$

Daya pembakaran adalah energi panas yang terkandung didalam bahan bakar dibagi dengan waktu yang digunakan pada proses pembakaran. Daya pembakaran dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.8 berikut: (Borman, G.L, Ragland, & K.W, 1998)

$$P_{in} = \frac{m_{bt} LHV}{t} \dots\dots\dots(5)$$

### d. Daya yang hilang (P<sub>losses</sub>)

Daya yang hilang adalah kehilangan daya dari tungku pembakaran biomassa. Daya yang hilang dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.9 berikut: (Borman, G.L, Ragland, & K.W, 1998)

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out} \dots\dots\dots(6)$$

### e. Efisiensi kompor (η)

Efisiensi adalah perbandingan antara daya bersih yang digunakan untuk memanaskan air dengan daya pembakaran bahan bakar. Efisiensi dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.10 berikut: (Borman, G.L, Ragland, & K.W, 1998)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

### 3. Metodologi Penelitian

#### A. Bahan dan Peralatan

Pada penelitian ini bahan dan peralatan yang digunakan sangat berperan dalam penelitian. Baik dalam segi bahan baku dan alat yang dipakai untuk melakukan pengambilan data maupun pengujian.

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan kompor pada penelitian ini dapat terlihat pada Tabel 2.1 Bahan kompor.

Tabel 1. Bahan kompor

NO	Nama Bahan	Keterangan
1	Plat Seng	Terbuat dari paduan logam dengan perpindahan panas yang baik berfungsi sebagai alat dan bahan utama dalam pembuatan kompor. Yang akan di bentuk menjadi ruang bakar dengan ketebalan 0.40 mm.
2	Plat Besi	Sebagai <i>cassing</i> kompor roket biomassa
3	Besi Beton	Sebagai penyangga kompor roket dengan Ø 10mm
4	Cangkang ( <i>shell</i> )	Sebagai bahan bakar kompor roket biomassa
5	Tempurung kelapa	Sebagai bahan bakar kompor roket biomassa
6	Kayu	Sebagai bahan bakar kompor roket biomassa
7	Air	Sebagai media alat pengujian yang dipakai dalam pengujian kompor

#### B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian dan pengambilan data pada kompor pada penelitian ini dapat terlihat pada Tabel 2.2 Peralatan kompor.

Tabel 2. Peralatan kompor

NO	Nama Peralatan	Keterangan
1	Kompor roket biomassa	Digunakan sebagai alat pengambilan data dalam penelitian
2	Bahan bakar	Digunakan sebagai bahan bakar kompor
3	Air	Digunakan sebagai komponen dalam pengambilan data
4	Timbangan	Sebagai alat ukur berat ( <i>massa</i> )
5	<i>Stopwacth</i>	Sebagai alat ukur waktu pembakaran, pendidihan air dan lain-lain.
6	Termometer	Sebagai ala tukur Temperatur

### C. Desain Ruang Bakar Kompor

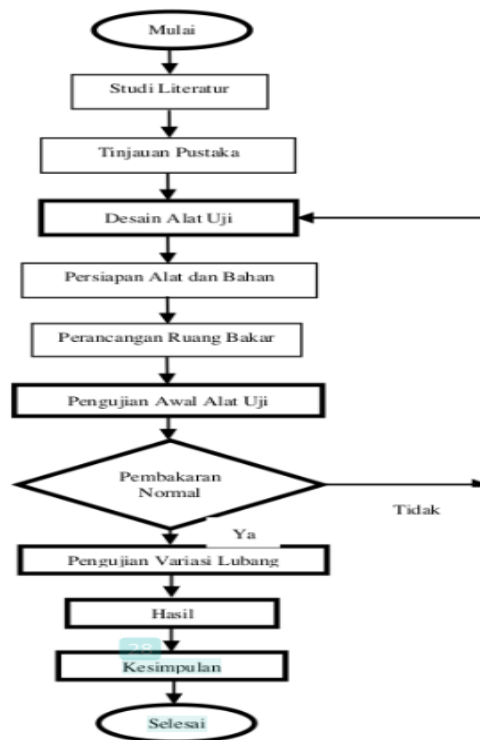
Penelitian ini dirancang menggunakan 6 jenis ruang bakar yang berdeda, ruang bakar ini berfungsi sebagai tempat meletakkan bahan bakar dan membakar bahan bakar yang akan digunakan untuk memasak. Ruang bakar dibuat dari plat seng dengan ketebalan 0,40 mm yang dibentuk melingkar berdiameter 170 mm, tinggi 220 mm, dan lubang udara berdiameter 5 mm.

### D. Prosedur Pengujian

Pengujian kompor berbahan bakar biomassa ini dilakukan dengan cara memanaskan air dengan beberapa perlakuan.

### E. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam beberapa tahapan seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

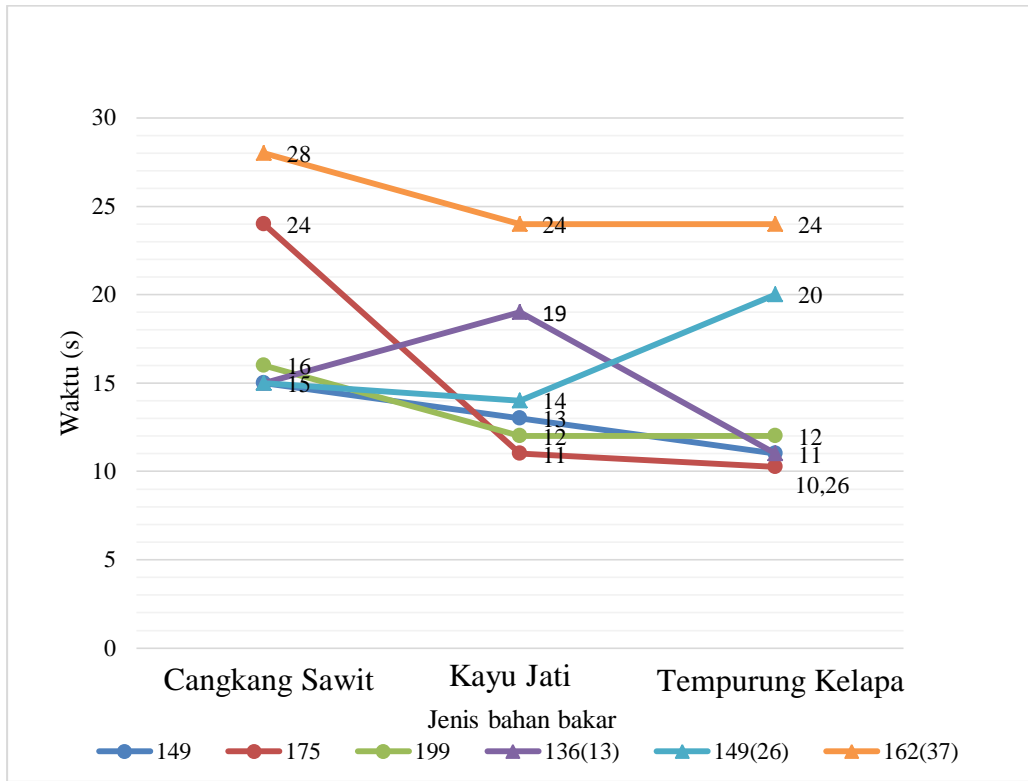
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisa Data Dan Pembahasan

Kinerja kompor roket biomassa dapat diketahui berdasarkan temperatur terhadap waktu, waktu pendidihan, laju konsumsi bahan bakar, dan efisiensi yang didapat dari data pengujian dan analisa data.

### B. Waktu Pendidihan

Waktu pendidihan terhadap konfigurasi jumlah lubang pada kompor roket biomassa dengan bahan bakar cangkang sawit, kayu jati dan tempurung kelapa dapat dilihat pada Gambar 2. Selain data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik.



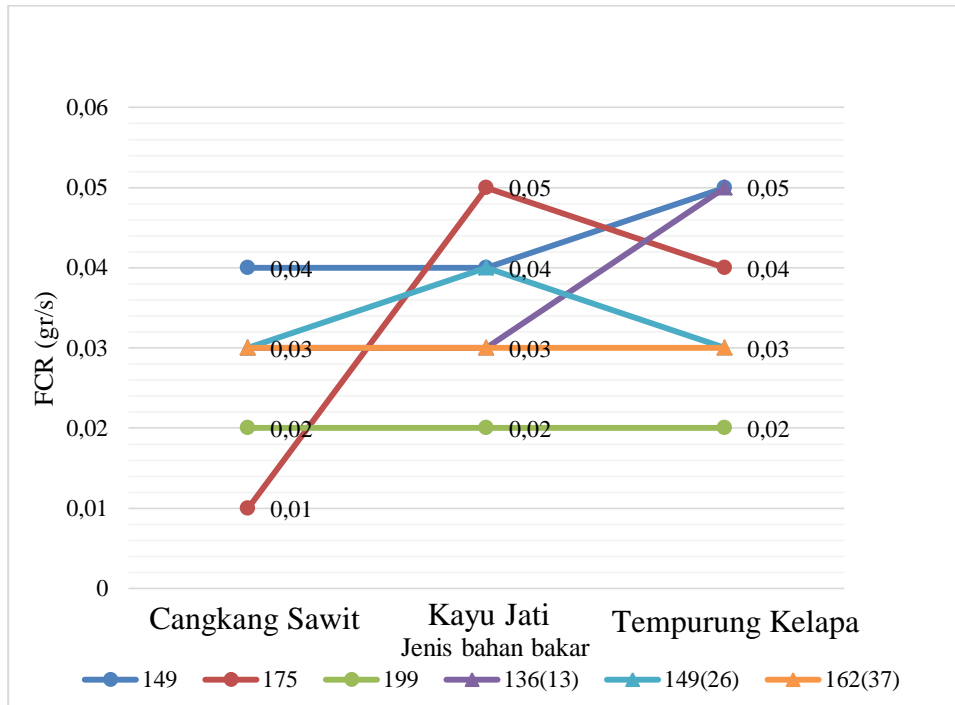
Gambar 2. Waktu Pendidihan Terhadap Konfigurasi Jumlah Lubang Tanpa Pipa Kapiler dan Dengan Pipa Kapiler.

Gambar 2. memperlihatkan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dengan memvariasikan konfigurasi jumlah lubang 149 tanpa pipa kapiler (cangkang sawit). Dimana urutan jenis bahan bakar berdasarkan urutan penggunaan bahan bakar pada penelitian. Tanda bulat pada grafik menyatakan ruang bakar tanpa pipa kapiler dan tanda segitiga pada grafik menyatakan ruang bakar dengan pipa kapiler. Dengan menggunakan media 1 kg bahan bakar dan 3 kg air pada gambar tersebut membentuk grafik. Dengan waktu tercepat pendidihan pada konfigurasi jumlah lubang 175 tanpa pipa kapiler (tempurung kelapa) 10,26 menit dan pendidihan terlama ada pada konfigurasi jumlah lubang 162 dengan 37 pipa kapiler (cangkang sawit) yaitu selama 28 menit.

Pada penelitian banyak aspek yang mempengaruhi cepat atau lama waktu pendidihan yang terjadi pada kompor diantaranya adalah proses pembakaran yang kurang sempurna dan faktor lingkungan sehingga nyala api kurang baik untuk memanaskan air, dan perpindahan panas yang terjadi antara lidah api dengan dinding panci untuk memanaskan air masih kurang baik.

### C. Laju Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Jumlah Lubang Tanpa Pipa Kapiler Dan Dengan Pipa Kapiler

Laju Konsumsi bahan bakar dengan memvariasikan konfigurasi jumlah pada kompor roket biomassa dengan bahan bakar cangkang sawit, kayu jati dan tempurung kelapa. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik, maka dapat dilihat pada Gambar 3.



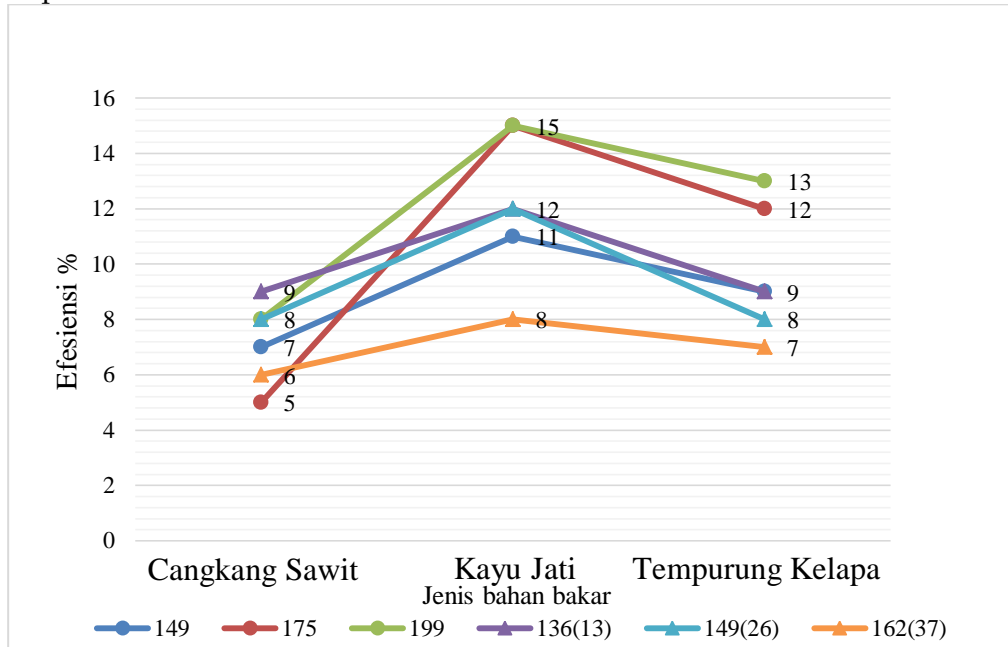
Gambar 3. Laju Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Jumlah Lubang Tanpa Pipa Kapiler dan Dengan Pipa Kapiler

Gambar 3. di atas memperlihatkan laju konsumsi bahan bakar berdasarkan perbandingan jumlah bahan bakar. Dimana urutan jenis bahan bakar berdasarkan urutan penggunaan bahan bakar pada penelitian. Tanda bulat pada grafik menyatakan ruang bakar tanpa pipa kapiler dan tanda segitiga pada grafik menyatakan ruang bakar dengan pipa kapiler. Pada grafik menunjukkan terjadi peningkatan pada variasi konfigurasi jumlah lubang. Dengan nilai konsumsi terbesar ada pada konfigurasi jumlah lubang 175 (kayu jati) sebesar 0,05 (gr/s), dan yang terkecil ada pada konfigurasi jumlah lubang 175 (cangkang sawit) 0,01 (gr/menit).

Dalam hal ini waktu pendidihan dengan laju konsumsi bahan bakar saling terikat, karena semakin besar konsumsi bahan bakar yang digunakan maka waktu pendidihan akan semakin cepat. Karena pada saat terjadi peningkatan laju aliran udara karena jumlah lubang udara dianggap sudah memenuhi kebutuhan proses pembakaran tersebut, maka akan terjadi proses pembakaran yang baik dan konsumsi bahan bakar juga akan meningkat, dan saat ketika terjadi penurunan pada konsumsi bahan bakar kebutuhan udara dianggap belum mencukupi untuk memenuhi proses pembakaran.

#### D. Efisiensi Kompor Roket Biomassa

Efisiensi kompor roket biomassa dengan memvariasikan konfigurasi jumlah lubang pada kompor roket biomassa dengan bahan bakar cangkang sawit, kayu jati dan tempurung kelapa. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik, maka dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi Terhadap Jumlah Lubang Tanpa Pipa Kapiler dan Dengan Pipa Kapiler

Gambar 4. memperlihatkan efisiensi rata - rata kompor roket biomassa hasil rancangan berdasarkan konfigurasi jumlah lubang tanpa pipa kapiler dan dengan menggunakan pipa kapiler. Dimana urutan jenis bahan bakar berdasarkan urutan penggunaan bahan bakar pada penelitian. Tanda bulat pada grafik menyatakan ruang bakar tanpa pipa kapiler dan tanda segitiga pada grafik menyatakan ruang bakar dengan pipa kapiler. Pada efisiensi tertinggi terjadi pada pengujian konfigurasi jumlah lubang 175 dan 199 (kayu jati) dengan efisiensi sebesar 15 %. Selanjutnya pada pengujian pada jumlah lubang 175 (cangkang sawit) mengalami penurunan efisiensi menjadi 5 %.

Terjadi penurunan tersebut disebabkan karena laju aliran udara yang dianggap berlebih sehingga panas yang dihasilkan terhisap keluar ke lingkungan dan tidak dapat di manfaatkan dengan baik untuk memanaskan panci. Setelah proses penelitian dilakukan terhadap kompor biomassa hasil rancangan dengan menggunakan metode *Water Boilling Test* (WBT) diperoleh nilai efisiensi baik pada kompor roket dengan memvariasikan konfigurasi jumlah 175 dan 199 (kayu jati) adalah 15 %.



## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Penelitian pengaruh jumlah lubang udara terhadap kinerja kompor roket biomassa telah dilakukan dengan baik dan kecepatan angin tidak termasuk dalam perhitungan. Kompor dapat berfungsi dan kompor dapat digunakan dengan baik dan aman, kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Variasi konfigurasi jumlah lubang udara memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu pendidihan. Dimana hasil yang didapat waktu pendidihan tercepat berlangsung selama 10,26 menit pada pengujian 2 (tempurung kelapa) dengan jumlah lubang 175.
2. Laju konsumsi bahan bakar dipengaruhi juga oleh jumlah lubang udara dimana konsumsi bahan bakar terendah sebesar 0,02 gr/menit. Pada pengujian 3 (kayu jati) dengan jumlah lubang 199, pengujian 3 (kayu jati) dengan lubang 199, pengujian 3 (tempurung kelapa) dengan lubang 199 dan pada pengujian 1 (kayu jati) dengan lubang 136 dan 13 pipa kapiler.
3. Konfigurasi jumlah lubang udara memberikan dampak terhadap efisiensi dengan variasi jumlah lubang udara. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi yang paling besar 15% pada pengujian 2 (kayu jati) dengan jumlah lubang 175 dan pada pengujian 3 (kayu jati) dengan jumlah lubang 199, sedangkan efisiensi paling rendah diperoleh dari pengujian 3 (cangkang sawit) dengan jumlah 162 dan 37 pipa kapiler yaitu 6 %. Dan variasi konfigurasi jumlah lubang menggunakan pipa kapiler dianggap berpengaruh terhadap efisiensi kompor roket biomassa berbahan bakar cangkang sawit, kayu jati dan tempurung kelapa.

### B. Saran

Penelitian pengaruh jumlah lubang udara terhadap unjuk kerja kompor roket biomassa berbahan bakar cangkang sawit, kayu jati, tempurung kelapa dan saran yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan sistem isolasi agar temperatur yang terjadi antara ruang bakar dengan dinding kompor tidak keluar ke lingkungan dan tidak terjadi *looses*.
2. Dari segi design kompor perlu ditambahkan pengaturan nyala api supaya api yang dihasilkan merata dan mudah dalam memadamkan api.

Analisis modifikasi lubang kompor roket biomassa terhadap efisiensi burning

3. Dan perlu dikaji ulang tentang model jumlah lubang udara terhadap kinerja

#### **Daftar Pustaka**

- Arhamsyah. (2010). Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan, 42-48.
- B.Sutar, K., Kohli, S., Ravi, M., & Ray, A. (2015). Biomass Cookstoves A review of technical aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41, 1128-1166.
- Borman, G.L, Ragland, & K.W. (1998). *Combustion Engineering*. New York: Mv Graw Hill.
- E. Widawati, S. O. (2019). Kompor Rocket Berbahan Bakar Briket Indonesia. Seminar Nasional AVoER XI 2019.
- Febriansyah, H., Setiawan, A. A., Suryoprato, K., & Setiawan, A. (2014). *Energy Procedia*. Biomassa Stove For Palm Kernel Shells In Indonesia, 123-132.
- Haryanti, A., & Norsamsi. (2014). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. Konversi.
- Hayat, E. S., & Andayani, S. (2015). Pengelolaan limbah tandan kosong kelapa sawit dan aplikasi biomassa chromolaena odorata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi serta sifat tanah sulfaquent. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*.
- Irawan, B. (2018). Analisa Pengaruh Jumlah Lubang Terhadap Kompor Biomassa. Lhokseumawe: Universitas Malikussaleh Bukit Indah.
- Kaltima Phicai, P. P. (2013). Prediction Heating Value of Lignocellulosics from Biomass Craharacteristics. *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Material and Metallurgical Engineering Vol:7, No.7, 533*.
- Khan, Sabrina., et al. (2016). *Journal Of Enginnering And Techonolgy*, 36-44.
- Nur Aini Uwar, I. &. (2012). Karakteristik Pemabakaran CH<sub>4</sub> Dengan Penambahan Co<sub>2</sub> Pada Model Hellen-Shaw Cell Pada Penyalaan Bawah. *Rekayasa Mesin*.
- Uwar, N. A., ING.Wardana, & Widhiyanuriyawan, D. (2012). Karakteristik Pembakaran CH<sub>4</sub> Dengan Penambahan Co<sub>2</sub> Pada Model Helle-Shaw Cell Pada Penyalaan Bawah. *Rekayasa Mesin*.
- Yokoyama, S. (2008). *Panduan Untuk Produksi Pemanfaatan Biomassa*. japan: The Japan Institute Of Energy.