

ANALISIS PEMBAKARAN DAN PEMANASAN PADA KOMPOR BIJI JARAK DENGAN BERBAGAI DIAMETER DAN JUMLAH LUBANG SARANGAN

The Burning and Heating Analysis on The Jatropha Kernels Stove Having Various Diameters and Flame Holder Hole Numbers

M. Julian Ginting, R. Mursidi dan Edward Saleh

Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Inderalaya OI 30662

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze burning and heating on the stove of jatropha-seeds with various of diameters and sarangan holes, in order to achieve the higher efficiency of the stove of jatropha-seeds. This research has been conducted in the machinery and workshop laboratory of The Agricultural Engineering Program, The Agricultural Technology Department, Agriculture Faculty, Sriwijaya University, Indralaya from April 2011 to October 2011. The method which is used in this research is block randomized design factorial method which consist of two treatment factors and each treatment factor consist of two stages and each treatment combination is repeated three times. The first treatment with two stages is the diameter of the sarangan holes (3 mm and 4 mm), the second treatment with two stages is the amount of the sarangan holes per cm^2 (2 pieces/ cm^2 and 4 pieces/ cm^2). The parameter observed include the main parameters and the supporting parameter. The main parameter is the fuel combustion rate, flame height, efficiency of water heating, the rate of water heating, and the supporting parameter including flame temperature, fuel efficiency, burning time of the jatropha fuels, water heating time, the difference temperature on the components of the stove. The research result showed the best that sarangan contained on D_1X_1 with a combination of diameter (3 mm) and the amount of sarangan holes per- cm^2 (2 pieces/ cm^2) with 0,69 kg/jam of combustion rate, 30 cm of flame height, the rate of water heating 0,1245 kkal/s, and the efficiency of water heating 8,86 %.

Keywords :*The jatropha-seeds stove, Jatropha-seed fuels, and Sarangan of the jatropha-seeds stove*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dari kehidupan manusia modern, bahkan akan terus meningkat akibat semakin banyaknya populasi penduduk dunia, munculnya industri baru, dan meningkatnya teknologi transportasi. Salah satu sumber energi yang selama ini sangat populer digunakan adalah minyak bumi, yang lebih dikenal dengan bahan bakar minyak (BBM), yaitu sumber energi yang berasal dari fosil. Cadangan BBM tersebut dari waktu ke waktu menurun jumlahnya, dan tidak dapat ditambah atau diperbaharui meskipun eksplorasi terus ditingkatkan, bahkan yang terjadi justru sebaliknya semakin hari adangannya semakin menipis (Yunizurwan, 2007).

Dengan semakin terbatasnya pasokan minyak bumi mengakibatkan harga bahan

bakar minyak (BBM) dunia akhir-akhir ini meningkat cukup tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat untuk memasak sehari-hari ketersediaan minyak tanah menjadi semakin sulit. Untuk mengatasi kelangkaan minyak tanah, diperlukan sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk keperluan rumah tangga (Departemen Teknologi Pertanian, 2005).

Jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan tanaman yang sejak 50 tahun lalu sudah dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti minyak bumi, dikarenakan minyak bumi semakin menipis serta harganya yang semakin meningkat, penggunaan jarak pagar sebagai sumber bahan alternatif pengganti minyak bumi akan sangat membantu mengatasi masalah ini (Julianti, 2006).

Biji jarak berpotensi sebagai pengganti minyak tanah (kerosin) untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor biji jarak yang

digunakan di dapur. Namun, desain kompor minyak tanah harus diubah karena biji jarak langsung digunakan sebagai bahan bakar masih dalam bentuk butiran (Syair, 2009).

Kompor yang baik adalah kompor yang mampu melakukan proses pembakaran bahan bakar dengan sempurna. Pembakaran sempurna dapat tercapai apabila ada campuran homogen antara udara dengan bahan bakar, waktu kontak yang mencukupi, temperatur udara tinggi dan tersedia udara yang cukup (Kurniawan, 2010).

Diameter dan jumlah lubang-lubang dinding sarangan berpengaruh terhadap unjuk kerja kompor biji jarak. Di mana lubang-lubang dinding sarangan ini berfungsi mengatur ketersediaan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran dan dengan adanya lubang-lubang dinding sarangan, diharapkan adanya arus turbulensi sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna.

Dengan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengkajian terhadap diameter dan jumlah lubang sarangan agar tercapainya efisiensi yang lebih tinggi pada kompor berbahan bakar biji jarak.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pembakaran dan pemanasan pada kompor biji jarak dengan berbagai diameter dan jumlah lubang sarangan kompor untuk tercapai efisiensi yang lebih tinggi pada kompor berbahan bakar biji jarak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perbengkelan dan Alat Mesin Pertanian Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya Indralaya pada Bulan April 2011 sampai Oktober 2011.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Biji jarak, 2) Plat besi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Gunting besi, 2) Jangka, 3) Palu, 4) Paku, 5) Meteran. Alat yang digunakan untuk analisis/pengukuran fisik adalah 1) Termometer, 2) Termokopel, 3) *Stop Watch*, 4) *Digital Balanced*.

Metode

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) yang terdiri dari dua perlakuan, yaitu diameter lubang sarangan ($D_1 = 3 \text{ mm}$, $D_2 = 4 \text{ mm}$) dan jumlah lubang sarangan ($X_1 = 2 \text{ buah/ cm}^2$, $X_2 = 4 \text{ buah/ cm}^2$). Masing-masing kondisi perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

Persiapan pembuatan sarangan kompor

Pemotongan plat sesuai ukuran (gambar pada lampiran). Pembuatan lubang sarangan sesuai perlakuan. Penyambungan plat sarangan berbentuk silinder.

Persiapan Bahan Bakar

Biji jarak dikeringkan dengan sinar matahari selama dua hari pada cuaca cerah hingga kadar air yang terkandung hanya 8-10%.

Pengujian

Pembakaran biji jarak sebanyak 200 gram setiap perlakuan. Air sebanyak 1 liter air dalam panci dipanaskan diatas kompor berbahan bakar biji jarak, kemudian dilakukan pengukuran suhu, waktu pembakaran, waktu pemanasan air dan tinggi lidah api.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi parameter utama dan parameter penunjang. Parameter utama adalah laju pembakaran bahan bakar, tinggi lidah api, laju pemanasan air, efisiensi pemanasan air, dan parameter penunjang meliputi suhu lidah api, efisiensi bahan bakar, waktu pembakaran, waktu pemanasan air, perbedaan suhu pada komponen kompor, suhu tempat bahan bakar, energi bahan bakar pada pengujian.

Analisis Teknis

a. Laju pembakaran bahan bakar

Menurut Situmorang (2011), laju pembakaran bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang habis digunakan dalam satuan waktu. Dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$M_{bb} = \frac{m_{bb}}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

M_{bb} = laju pembakaran bahan bakar (kg/jam).
 m_{bb} = massa bahan bakar untuk tiap pengujian (kg).
 t = lama waktu terbakarnya semua bahan bakar (jam).

b. Nilai energi pemanasan air

Menurut Napitupulu (2006), nilai energi pemanasan adalah nilai kalor yang diserap air untuk menaikkan temperatur. Dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = m c \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Q = Energi pemanasan air (kkal).

m = massa air
 $\rho_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3$
 c = kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $\Delta T = T_{akhir} - T_{awal}$

c. Nilai energi bahan bakar pada pengujian (W)

Menurut Situmorang (2011), nilai energi bahan bakar yang dipakai pada pengujian adalah nilai total energi dari massa bahan bakar yang terpakai untuk menaikkan suhu 1 liter air. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_{tot} = \frac{\text{massa terpakai}}{\text{massa total}} \times \text{nilai kalor} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Qtot = Nilai energi bahan bakar yang digunakan pada pengujian (kkal).

d. Efisiensi pemanasan air (η_{air})

Menurut Situmorang (2011), efisiensi pemanasan air adalah besarnya nilai energi yang digunakan untuk menaikkan suhu 1 liter air dibanding dengan energi bahan bakar yang digunakan pada pengujian. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_{air} = \frac{Q_{air}}{Q_{tot}} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

Qair = Nilai energi total yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 liter air (kkal).

Qtot = Nilai energi bahan bakar yang digunakan pada pengujian (kkal).

e. Efisiensi Bahan Bakar (η_{bb})

Menurut Kurniawan (2010), efisiensi bahan bakar adalah perbandingan massa bahan bakar yang terbakar dengan massa awal bahan bakar. Dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\eta_{bb} = \frac{m_{awal} - m_{abu}}{m_{awal}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

m_{awal} = massa awal bahan bakar (kg).

m_{abu} = massa abu sisa pembakaran (kg).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Laju Pembakaran Bahan Bakar Biji Jarak

Laju pembakaran bahan bakar merupakan jumlah bahan bakar yang terbakar

selama waktu pembakaran. Percobaan dilaksanakan dengan melakukan pembakaran 200 gram biomassa biji jarak yang kadar airnya berkisar pada 8 - 10 % pada setiap kombinasi perlakuan sarangan kompor.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² berpengaruh nyata terhadap laju pembakaran bahan bakar biji jarak. Pengaruh perbedaan diameter lubang sarangan terhadap rata-rata laju pembakaran bahan bakar dan uji BNT dilihat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji BNT pengaruh diameter lubang sarangan terhadap rata-rata laju pembakaran bahan bakar biji jarak

Diameter	Rerata (kg/jam)	BNT	
		0,05	0,01
D ₁	0,694	a	A
D ₂	0,757	b	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 1 menunjukkan bahwa diameter lubang sarangan D₁ dengan D₂ berbeda nyata terhadap laju pembakaran bahan bakar biji jarak rata-rata. Perbedaan ini diduga karena waktu pembakaran D₁ yaitu 1041,67 detik lebih lama dibanding dengan D₂ yaitu 954,17 detik, diduga juga karena adanya perbedaan luas total permukaan lubang setiap sarangan dalam dan luar pada D₁ yaitu 103,13 cm² dan pada D₂ yaitu 182,20 cm². Luas total permukaan lubang sarangan mempengaruhi ketersediaan udara pembakaran sehingga dengan luas permukaan lubang sarangan yang berbeda, ketersediaan udara pembakaran juga akan berbeda.

Tabel 2. Uji BNT pengaruh jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata laju pembakaran bahan bakar biji jarak

Jumlah lubang	Rerata (kg/jam)	BNT	
		0,05	0,01
X ₁	0,716	a	A
X ₂	0,735	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan X₁ (2 buah lubang/ cm²) tidak berbeda nyata dibanding dengan perlakuan X₂ (4 buah lubang/ cm²) terhadap laju pembakaran bahan bakar biji

jarak pada kompor biji jarak. Perbedaan nilai laju pembakaran karena waktu pembakaran X_2 984,5 detik lebih singkat dibanding dengan X_1 yaitu 1011,33 detik, diduga juga adanya perbedaan luas total permukaan lubang setiap sarangan dalam dan luar yaitu 55,06 cm^2 dengan total luas lubang sarangan pada X_2 yaitu 170,19 cm^2 . Perbedaan luas total permukaan lubang sarangan yang berbeda akan memberikan ketersediaan udara pembakaran yang berbeda.

Tabel 3. Uji BNT pengaruh utama, tunggal dan interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per- cm^2 terhadap rata-rata laju pembakaran bahan bakar biji jarak

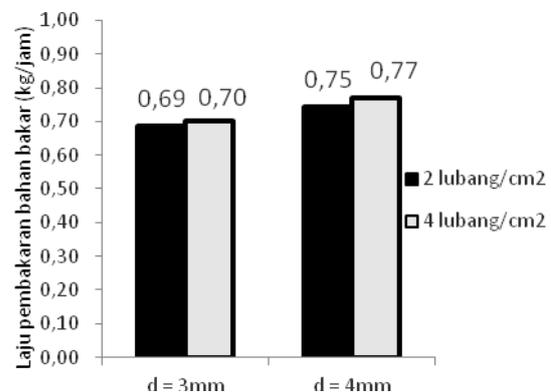
Perlakuan	Rerata (kg/jam)	BNT	
		0,05	0,01
D_1X_1	0,687	a	A
D_1X_2	0,700	ab	AB
D_2X_1	0,745	bc	AB
D_2X_2	0,769	c	B

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi D_2X_2 berpengaruh sangat nyata dibanding perlakuan D_1X_1 terhadap laju pembakaran bahan bakar biji jarak pada kompor biji jarak. Diduga perbedaan laju pembakaran bahan bakar biji jarak tersebut karena perbedaan luas total permukaan lubang sarangan pada perlakuan D_2X_2 yaitu 216,34 cm^2 lebih luas dibanding luas total permukaan lubang sarangan pada perlakuan D_1X_1 yaitu 82,21 cm^2 . Terlalu banyak atau terlalu sedikit bahan bakar pada jumlah udara pembakaran tertentu, dapat mengakibatkan tidak terbakarnya bahan bakar dan terbentuknya karbon monoksida. Jumlah O_2 tertentu diperlukan untuk pembakaran yang sempurna dengan tambahan sejumlah udara (udara berlebih) diperlukan untuk menjamin pembakaran yang sempurna. Walau demikian, terlalu banyak udara berlebih akan mengakibatkan kehilangan panas dan efisiensi (UNEP, 2006). Perbedaan nilai laju pembakaran tersebut diduga juga karena terdapat perbedaan waktu pembakaran pada perlakuan sarangan D_2X_2 yaitu 938,67 detik lebih singkat dibanding waktu pembakaran pada perlakuan sarangan D_1X_1 yaitu 1053 detik.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa rata-rata laju pembakaran bahan bakar tertinggi terdapat pada sarangan kompor D_2X_2 (diameter 4 mm dengan jumlah lubang sarangan 4 buah lubang/ cm^2) yaitu 0,77 kg/jam, dan rata-rata

laju pembakaran bahan bakar terendah terdapat pada kompor D_1X_1 (diameter 3 mm dengan jumlah lubang sarangan 2 buah lubang/ cm^2) yaitu 0,69 kg/jam.



Gambar 1. Rata-rata laju pembakaran bahan bakar biji jarak dengan perbedaan diameter dan jumlah lubang per- cm^2 .

Laju pembakaran bahan bakar dipengaruhi oleh ketersediaan udara pembakaran. Kenaikan konsentrasi oksigen dalam gas menimbulkan laju pembakaran bahan bakar padat yang lebih tinggi. Temperatur pembakaran bahan bakar padat yang lebih tinggi menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran bahan bakar padat yang lebih singkat (Jamilatun, 2011). Perbedaan jumlah ketersediaan udara pembakaran tersebut diduga karena perbedaan luas total permukaan lubang sarangan dari masing-masing perlakuan dan akan memberikan jumlah ketersediaan udara pembakaran yang berbeda. Sarangan dengan luas total permukaan lubang sarangan yang lebih besar akan menyediakan udara pembakaran yang lebih banyak. Sarangan kompor D_2X_2 merupakan sarangan kompor dengan luas total permukaan lubang sarangan paling besar yaitu 216,34 cm^2 , sehingga udara pembakaran akan lebih banyak tersedia pada sarangan tersebut. Laju pembakaran bahan bakar berbanding terbalik dengan waktu pembakaran. Sehingga dengan waktu pembakaran yang lebih singkat akan menghasilkan laju pembakaran yang lebih tinggi.

2. Tinggi Lidah Api

Pengambilan data tinggi lidah api dilakukan dengan mengukur tinggi lidah api yang dihasilkan pada tiap pengujian. Api merupakan fenomena dalam fase gas, sehingga pembakaran dengan nyala api pada bahan bakar cair dan padat, harus didahului dengan proses perubahan fase bahan bakar tersebut menjadi fase gas. Gas dan uap hasil

dekomposisi termal tersebut akan bercampur dengan oksigen atau udara sebagai oxidier untuk membentuk campuran yang dapat terbakar (Hartanto, 2008).

Hasil analisis keragaman dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa faktor diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi lidah api.

Tabel 4. Uji BNT pengaruh diameter lubang sarangan terhadap rata-rata tinggi lidah api

Diameter	Rerata (cm)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂	26,500	a	A
D ₁	28,833	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan diameter lubang sarangan D₁ dengan D₂ tidak berbeda nyata terhadap rata-rata tinggi lidah api yang dihasilkan. Hal ini diduga karena selisih diameter lubang sarangan pada D₁ dengan D₂ hanya berbeda 1 mm. Perbedaan ini diduga juga karena suhu tempat bahan bakar pada D₁ yaitu 607,33 °C lebih tinggi dibanding dengan D₂ yaitu 596,67 °C, diduga juga adanya perbedaan luas total permukaan lubang setiap sarangan dalam dan luar pada D₁ yaitu 103,13 cm² dan pada D₂ yaitu 182,20 cm².

Tabel 5. Uji BNT pengaruh jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata tinggi lidah api

Jumlah lubang	Rerata (cm)	BNT	
		0,05	0,01
X ₂	27,00	a	A
X ₁	28,33	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

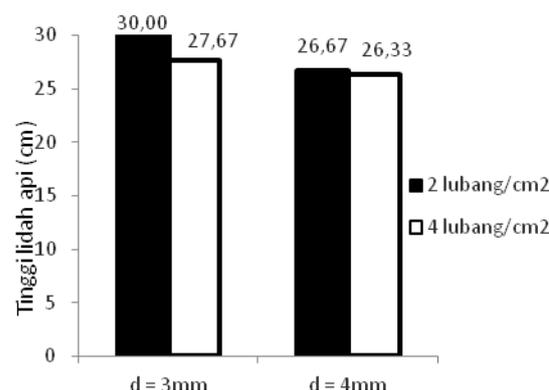
Hasil uji BNT pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan X₁ (2 buah lubang/ cm²) tidak berbeda nyata dibanding dengan perlakuan X₂ (4 buah lubang/ cm²) terhadap rata-rata tinggi lidah api. Perbedaan tinggi lidah api tersebut diduga karena perbedaan suhu tempat bahan bakar antara X₁ yaitu 603 °C dan X₂ yaitu 601 °C, diduga juga adanya perbedaan luas total permukaan lubang setiap sarangan dalam dan luar pada X₁ yaitu 115,13 cm² dan pada X₂ yaitu 170,19 cm².

Hasil uji BNT pada Tabel 6 menunjukkan bahwa interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² tidak berbeda nyata terhadap rata-rata tinggi lidah api. Perbedaan rata-rata tinggi lidah api tersebut diduga karena adanya perbedaan suhu pada tempat pembakaran tiap perlakuan, diduga juga perbedaan rata-rata tinggi lidah api yang berbeda pada tiap perlakuan dikarenakan perbedaan luas total permukaan lubang sarangan tiap perlakuan.

Tabel 6. Uji BNT pengaruh utama, tunggal dan interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata tinggi lidah api

Perlakuan	Rerata (cm)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂ X ₂	26,33	a	A
D ₂ X ₁	26,67	a	A
D ₁ X ₂	27,67	a	A
D ₁ X ₁	30,00	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.



Gambar 2. Rata-rata tinggi lidah api yang dihasilkan dengan perbedaan diameter dan jumlah lubang per-cm².

Jika ditinjau dari luas total permukaan lubang sarangan, sarangan kompor D₁X₁ memiliki luas total permukaan lubang sarangan terkecil yaitu 82,21 cm², sehingga udara pembakaran yang tersedia juga akan lebih sedikit dibandingkan sarangan kompor lainnya. Lidah api yang dihasilkan sarangan kompor D₁X₁ lebih tinggi disebabkan udara pembakaran tidak tercukupi untuk bereaksi dengan volatil ketika menguap dari biji jarak yang terbakar, sehingga volatil tersebut akan bergerak keatas untuk mendapatkan udara yang cukup untuk proses pembakaran dan menyebabkan lidah api menjadi lebih tinggi.

3. Laju Pemanasan Air

Laju pemanasan air adalah besarnya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air dari suhu 28°C hingga suhu 100°C per satuan waktu. Data laju pemanasan air diperoleh dari pengamatan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air.

Hasil analisis keragaman dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa faktor diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² tidak berpengaruh nyata terhadap laju pemanasan air.

Tabel 7. Uji BNT pengaruh diameter lubang sarangan terhadap rata-rata laju pemanasan air

Diameter	Rerata (kkal/s)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂	0,1220	a	A
D ₁	0,1241	b	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan diameter lubang sarangan D₁ dengan D₂ tidak berbeda nyata terhadap rata-rata laju pemanasan air. Perbedaan nilai laju pemanasan air pada D₁ dan D₂ diduga karena waktu pemanasan air pada D₁ yaitu 583,67 lebih singkat dibanding dengan waktu pemanasan air pada D₂ yaitu 594,83 detik, diduga juga karena perbedaan tinggi lidah api yang dihasilkan pada D₁ yaitu 28,83 cm dan pada D₂ yaitu 26,5 cm.

Hasil uji BNT pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan X₁ (2 buah lubang/cm²) tidak berbeda nyata dibanding dengan perlakuan X₂ (4 buah lubang/cm²) terhadap rata-rata laju pemanasan air.

Tabel 8. Uji BNT pengaruh jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata laju pemanasan air

Jumlah lubang	Rerata (kkal/s)	BNT	
		0,05	0,01
X ₂	0,1220	a	A
X ₁	0,1240	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Perbedaan nilai laju pemanasan air tersebut karena adanya perbedaan tinggi lidah api pada X₁ yaitu 28,33 cm dengan tinggi lidah api pada X₂ yaitu 27 cm, diduga juga karena adanya perbedaan waktu pemanasan air yang dihasilkan pada perlakuan X₁ yaitu 584,83 detik dan perlakuan X₂ yaitu 593,66 detik.

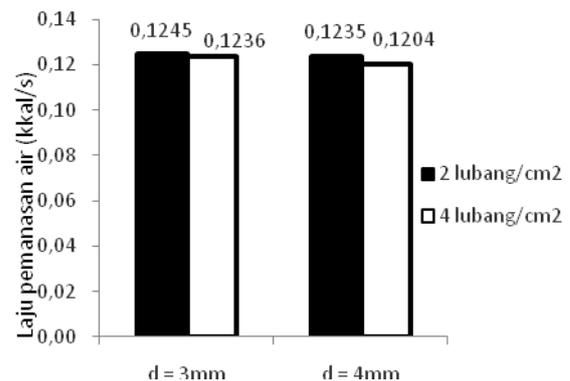
Tabel 9. Uji BNT pengaruh utama, tunggal dan interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata laju pemanasan air

Perlakuan	Rerata (kkal/s)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂ X ₂	0,1204	a	A
D ₂ X ₁	0,1235	a	A
D ₁ X ₂	0,1236	a	A
D ₁ X ₁	0,1245	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 9 menunjukkan bahwa interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² tidak berbeda nyata terhadap rata-rata laju pemanasan air. Perbedaan nilai laju pemanasan air tersebut diduga karena adanya perbedaan waktu pemanasan air perlakuan D₁X₁ yaitu 580,33 detik lebih singkat dibanding dengan perlakuan D₂X₂ yaitu 600,33 detik, diduga juga karena adanya perbedaan tinggi lidah api pada D₁X₁ yaitu 30 cm lebih tinggi dibanding dengan D₂X₂ yaitu 26,33 cm.

Jika ditinjau waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air dari 28°C sampai 100°C pada sarangan kompor D₁X₁ yaitu 580,33 detik lebih singkat dibanding sarangan kompor yang lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa laju pemanasan air dipengaruhi oleh waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air, waktu pemanasan air yang lebih rendah menghasilkan nilai laju pemanasan air yang lebih tinggi.



Gambar 3. Rata-rata laju pemanasan air yang dihasilkan dengan perbedaan diameter dan jumlah lubang per-cm².

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai laju pemanasan air tertinggi terjadi pada sarangan kompor D₁X₁ (diameter 3 mm dengan jumlah lubang sarangan 2 buah/cm²) yaitu 0,1245 kkal/s, dan nilai laju pemanasan air terendah terjadi pada sarangan

kompot D_2X_2 (diameter 4 mm dengan jumlah lubang sarangan 4 buah/cm²) yaitu 0,1204 kkal/s.

4. Efisiensi Pemanasan air

Efisiensi pemanasan air merupakan besarnya nilai energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air dari suhu 28°C s/d 100°C dibanding dengan energi total bahan bakar yang digunakan pada pengujian. Percobaan ini menggunakan 200 gram biji jarak sebagai bahan bakar pada kompor untuk menaikkan suhu air sebanyak 1 liter dari suhu 28°C s/d 100°C. Energi panas yang dihasilkan dari 200 gram biomassa biji jarak itu tidak seluruhnya digunakan untuk memanaskan air, namun sebagian energi hilang ke lingkungan.

Hasil analisis keragaman dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa faktor diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² berpengaruh tidak nyata terhadap efisiensi pemanasan air.

Tabel 10. Uji BNT pengaruh diameter lubang sarangan terhadap rata-rata efisiensi pemanasan air

Diameter	Rerata (%)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂	7,861	a	A
D ₁	8,716	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan diameter lubang sarangan D₁ dengan D₂ tidak berbeda nyata terhadap efisiensi pemanasan air. Perbedaan nilai efisiensi air tersebut diduga karena terdapat perbedaan waktu pemanasan air pada D₂ yaitu 594,83 detik dan D₁ yaitu 583,67 detik.

Tabel 11. Uji BNT pengaruh jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata efisiensi pemanasan air

Jumlah lubang	Rerata (%)	BNT	
		0,05	0,01
X ₂	8,101	a	A
X ₁	8,477	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 11 menunjukkan bahwa perlakuan X₁ (2 buah lubang/cm²) tidak berbeda nyata dibanding dengan perlakuan X₂ (4 buah lubang/cm²) terhadap efisiensi pemanasan air. Perbedaan nilai efisiensi pemanasan air tersebut diduga

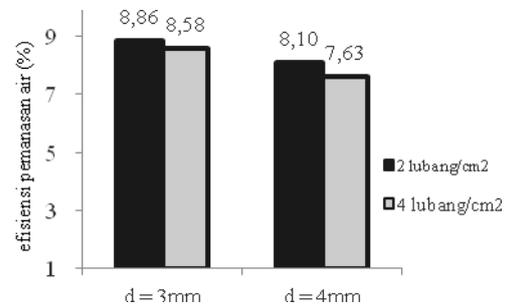
karena terdapat perbedaan waktu pemanasan air pada perlakuan X₂ yaitu 593,67detik dan X₁ yaitu 584,83 detik.

Tabel 12. Uji BNT pengaruh utama, tunggal dan interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² terhadap rata-rata efisiensi pemanasan air

Perlakuan	Rerata (%)	BNT	
		0,05	0,01
D ₂ X ₂	7,63	a	A
D ₂ X ₁	8,10	a	A
D ₁ X ₂	8,58	a	A
D ₁ X ₁	8,86	a	A

Keterangan: Setiap angka yang diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Hasil uji BNT pada Tabel 12 menunjukkan bahwa interaksi diameter lubang dan jumlah lubang sarangan per-cm² tidak berbeda nyata terhadap rata-rata efisiensi pemanasan air. Perbedaan nilai efisiensi pemanasan air tersebut diduga karena terdapat perbedaan waktu pemanasan air pada tiap perlakuan. Waktu pemanasan air tertinggi terjadi pada perlakuan D₂X₂ yaitu 600,33 detik dan waktu pemanasan air terendah terjadi pada perlakuan D₁X₁ yaitu 580,33 detik.



Gambar 4. Rata-rata efisiensi pemanasan air dari suhu 28°C hingga 100°C dengan perbedaan diameter dan jumlah lubang per-cm².

Dari Gambar 4 dapat kita lihat secara keseluruhan rata-rata nilai efisiensi energi pemanasan air pada masing-masing perlakuan sarangan kompor. Efisiensi pemanasan air tertinggi terdapat pada sarangan kompor D₁X₁ (diameter 3 mm dan jumlah lubang sarangan 2 buah/cm²) yaitu 8,86 % dan nilai efisiensi energi pemanasan air terendah terdapat pada sarangan kompor D₂X₂ (diameter 4 mm dan jumlah lubang sarangan 4 buah/cm²) yaitu 7,63 %.

Nilai efisiensi pemanasan air dipengaruhi oleh waktu pemanasan air. Waktu pemanasan air yang lebih singkat akan

menghasilkan nilai efisiensi pemanasan air yang lebih tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Rata-rata nilai efisiensi pemanasan air dan rata-rata laju pembakaran tertinggi terdapat pada diameter sarangan 3 mm dengan luas total permukaan lubang sarangan 103,13 cm², yaitu masing-masing 8,72 % dan 0,69 kg/jam..
2. Rata-rata nilai efisiensi pemanasan air dan rata-rata laju pembakaran tertinggi terdapat pada jumlah lubang sarangan 2 buah lubang per-cm² dengan luas total permukaan lubang sarangan 115,13 cm², yaitu masing-masing 8,48 % dan 0,72 kg/jam.
3. Rata-rata nilai efisiensi pemanasan air dan rata-rata laju pembakaran tertinggi terdapat pada kombinasi diameter sarangan 3 mm dan jumlah lubang sarangan 2 buah lubang per-cm² (D₁X₁) dengan luas total permukaan lubang sarangan 82,21 cm², yaitu masing-masing 8,86 % dan 0,69 kg/jam.

Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya mengenai kompor berbahan bakar biomassa, agar menggunakan sarangan kompor dengan kombinasi diameter sarangan 3 mm dan jumlah lubang 2 buah lubang per-cm² agar dapat digunakan secara efektif dan memiliki efisiensi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bryden, M. 1990. Design Improved Wood Burning Heating Stove. Aprovecho Research Center. Oregon.
- Departemen Teknologi Pertanian, 2005. Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Departemen Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hartanto, T. 2008. Studi Eksperimental Pengaruh Orientasi Dan Fluks Kalor Terhadap Penyalaan Dan Penyebaran Api Pada Kayu Tropis. Skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok. 89 hal.
- Iskandar, M. 2009. Rancang Bangun Kompor Biomassa Type Rocket. Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. 65 hal.
- Jamilatun, S. 2011. Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Yogyakarta, 22 Februari 2011.
- Julianti, E. 2006. Pengembangan Minyak Jarak Pagar Sebagai Biodiesel. Buletin Agricultural Engineering BEARING. Vol. 2 No. 1 : 16-22.
- Kurniawan. 2010. Modifikasi dan Uji Kelayakan Teknis Kompor Berbahan Bakar Biomassa. Skripsi pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya. 65 hal. (Tidak dipublikasikan).
- Napitupulu, F. H. 2006. Modifikasi Ketel Penyuling Nilam Untuk Mempersingkat Waktu Penyulingan. Buletin Utama. Vol. 10 No. 1 : 38-42.
- Situmorang, E. R. 2011. Studi Eksperimental Gasifikasi Biomassa Cangkang Kemiri, Batang Ketela Pohon Dan Batubara Dengan Tipe *Updraft Gasifier*. Skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Indralaya. 72 hal (Tidak dipublikasikan).
- Syair. 2009. Desain Ruang Pembakaran Pada Kompor. (online)(<http://syair79.files.wordpress.com>, diakses 20 Januari 2011).
- UNEP. 2006. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia. (Online)(<http://www.energyefficiencyasia.org>, diakses 18 Oktober 2011).
- Yunizurwan. 2007. Analisis Potensi dan Peluang Ekonomi Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (*Jathropa Curcas L.*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Tesis pada Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 87 hal.