

## **Study Eksperimen Temperatur Bahan Bakar Serbuk Kayu Ulin, Sekam Padi dan Mix 1:1 Terhadap Waktu Didih Air**

**Rival Maradia<sup>1</sup>, Fransisicus J. Tulung<sup>2</sup>, Nelson S. Lupp<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: <sup>1</sup> binoworivalbiniwo@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 085242749860

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi tiga jenis bahan bakar biomassa, yaitu serbuk kayu ulin, sekam padi, dan campuran keduanya (mix 1:1), terhadap waktu didih air menggunakan tungku biomassa sederhana. Penelitian dilakukan secara eksperimen di bengkel teknik mesin Politeknik Negeri Manado dengan dua variasi massa bahan bakar 500 gram dan 800 gram. Parameter utama yang diamati adalah temperatur maksimum dan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan 1 liter air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa serbuk kayu ulin memiliki efisiensi termal tertinggi dan paling cepat dalam mendidihkan air, baik pada massa 500 gram maupun 800 gram, dengan waktu mendidih masing-masing selama 57 menit dan 1 jam 40 menit. Sebaliknya, sekam padi dan campuran mix 1:1 hanya mampu memanaskan air tanpa mencapai titik didih. Perhitungan kalor berdasarkan rumus perpindahan panas konduksi menunjukkan bahwa serbuk kayu ulin menghasilkan kalor 2.911,68 Watt (500 gram) dan 4.665,6 Watt (800 gram) sedangkan perpindahan panas konveksi pada wadah sebesar 0,253 Watt (500 gram) dan 0,186 Watt (800 gram). Hasil ini menunjukkan bahwa serbuk kayu ulin lebih efektif sebagai bahan bakar biomassa dibandingkan sekam padi dan campuran mix 1:1. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif yang efisien, terutama di wilayah pedesaan.*

*Kata Kunci – Biomassa, Serbuk Kayu Ulin, Sekam Padi, Waktu Didih Air, Tungku Biomassa, Efisiensi Termal.*

## **Experimental Study of the Temperature of Ironwood Powder, Rice Husk and 1:1 Mix Fuel on Boiling Time of Water**

### **Abstract**

*This study aims to evaluate the efficiency of three types of biomass fuels ironwood powder, rice husks, and a 1:1 mixture of both in relation to the boiling time of water using a simple biomass stove. The experiment was conducted at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Negeri Manado with two variations of fuel mass: 500 grams and 800 grams. The primary parameters observed were the maximum temperature and the time required to boil 1 liter of water. The test results showed that ironwood powder had the highest thermal efficiency and was the fastest*

*in boiling water for both fuel masses, with boiling times of 57 minutes (500 g) and 1 hour 40 minutes (800 g), respectively. In contrast, rice husks and the 1:1 mixture were only able to heat the water without reaching the boiling point. Heat calculations based on the conduction heat transfer equation indicated that ironwood powder produced heat of 2.911,68 Watt (500 grams) and 4.665,6 Watt (800 grams) the convective heat transfer in the container is 0,253 Watts (for 500 grams) and 0,186 Watt (for 800 grams). These results demonstrate that sawdust is more effective as a biomass fuel compared to rice husks and the 1:1 mixture. This research contributes to the utilization of biomass waste as an efficient alternative energy source, particularly in rural areas.*

*Keywords – Biomass, Ironwood Powder, Rice Husks, Water Boiling Time, Biomass Stove, Thermal Efficiency.*

## PENDAHULUAN

Energi biomassa termasuk salah satu sumber energi alternatif yang harus diutamakan dalam pengembangannya karena, Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi besar sumber daya alam yang melimpah tetapi banyak menghasilkan limbah alam yang tidak dimanfaatkan secara efisien. Limbah alam tersebut berupa serbuk kayu dan sekam padi diperoleh dari kehutanan dan pertanian seperti pembuatan rumah panggung ciri khas Minahasa dan pertanian. Serbuk kayu dan sekam padi merupakan limbah biomassa yang melimpah di daerah Sulawesi Utara khususnya di Desa Woloan kedua jenis limbah ini hanya di buang dan dibakar secara terbuka sehingga mengakibatkan pencemaran udara.

Pemanfaatan limbah serbuk kayu dan sekam padi dapat digunakan menjadi sumber energi terbarukan sebagai bahan bakar alternatif bisa menjadi solusi yang tepat untuk mengurangi limbah alam dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Untuk itu masalah limbah ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan dan mudah di dapat, terutama di daerah pedesaan. Karena, serbuk kayu dan sekam padi memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif memiliki kandungan bahan organik yang mudah terbakar.

Tungku biomassa merupakan pilihan karena, merupakan salah satu tungku yang sederhana untuk memanfaatkan limbah alam seperti serbuk kayu dan sekam padi menjadi bahan bakar dan menghemat penggunaan bahan bakar fosil. Bahan bakar yang digunakan pada tungku biomassa ini bisa diperoleh secara terus menerus dan disebut energi terbarukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui limbah mana yang lebih efisien dalam menghasilkan panas, parameter penting untuk menilai efektivitas bahan bakar alternatif adalah waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air, untuk mengetahui panas yang dihasilkan secara efektif dan efisien dalam kemampuan menghasilkan panas. Melalui studi eksperimen ini, peneliti ingin mengetahui perbandingan antara serbuk kayu, sekam padi dan campuran mix 1:1 dalam mempengaruhi waktu didih air. Adapun menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui bahan bakar yang lebih efisien dalam menghasilkan panas dari limbah serbuk kayu ulin, sekam padi dan campuran mix 1:1 ?

Tujuan Penelitian adalah:

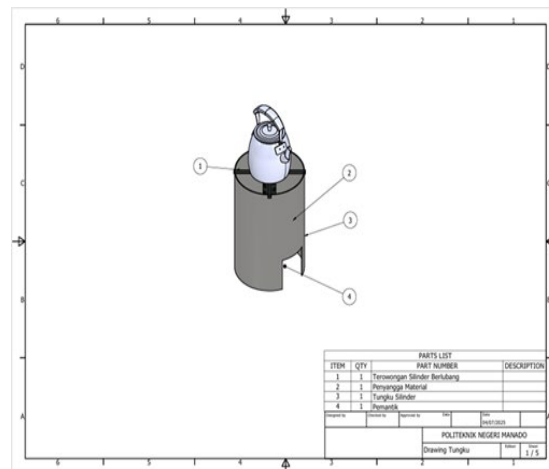
- Memanfaatkan limbah biomassa menjadi bahan bakar.
- Bagi penulis dapat menambah pengetahuan dalam menghitung kalor yang dihasilkan dari masing-masing bahan bakar.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanan di bengkel teknik mesin Politeknik Negeri Manado dimulai pada bulan Maret sampai bulan Juni. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini. Alat Pengujian : Timbangan, thermometer infrared digital, korek api, jam analog, ceret ukur, dan tekok 2,5 liter. Bahan pengujian : Serbuk kayu ulin, sekam padi, arang aktif, minyak kelapa, tisu, air 1 liter dan kantong plastik.

### *Media Pengujian*

Tungku biomassa dengan tipe tabung silinder dibuat dengan menggunakan material galvanis, dengan tebal 4 mm untuk bagian tungku silinder dan 3 mm bagian terowongan silinder berlubang yang berfungsi untuk jalur api atau panas ke wadah serta besi beton 8 mm untuk dudukan penyangga bahan bakar dan 10 mm untuk dudukan wadah



Gambar 1. Media Uji

### *Metode Penelitian*

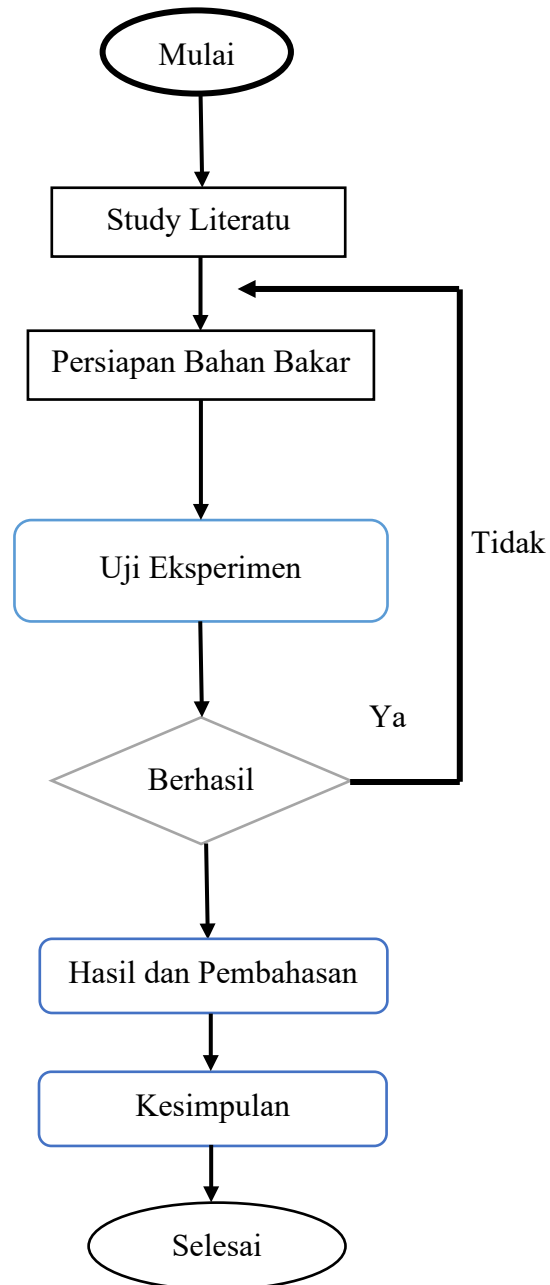
Penelitian “Study Eksperimen Temperatur Bahan Bakar Serbuk Kayu Ulin, Sekam Padi Dan Mix 1:1 Terhadap Waktu Didih Air” menggunakan metode experimental, dan menggunakan jenis penelitian kuantitatif.

### *Metode Pengumpulan Data*

Pada proses pengujian terdiri dari 3 jenis bahan bakar yaitu bahan bakar, 1 (serbuk kayu ulin), 2 (sekam padi), 3 (mix 1:1), sehingga total pengujian pada

penelitian ini dilakukan dengan dua berat bahan bakar yang berbedah dengan berat bahan bakar 500 gram pada pengujian pertama dan 800 gram dengan pengujian ke dua jadi masing-masing dilakukan 5 kali pengambilan data dengan air yang akan di didihkan sebanyak 1 liter.

**Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

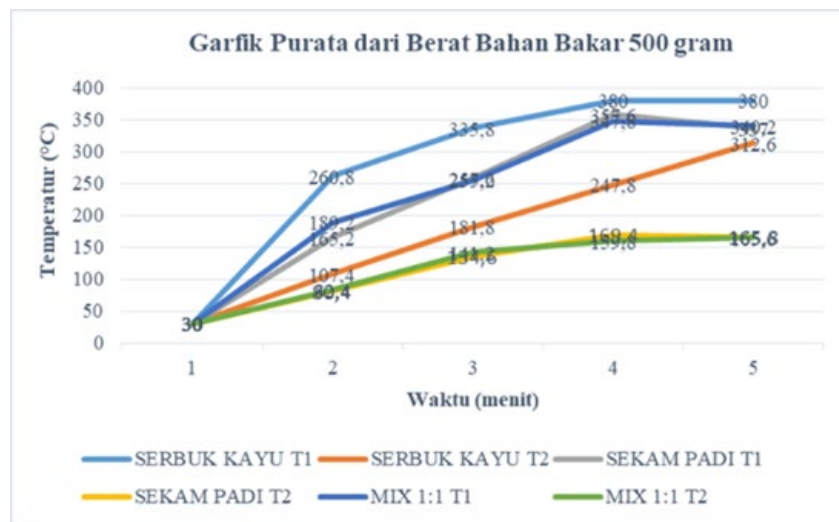
### Data Hasil Pengamatan

#### Purata Uji Pada Bahan Bakar 500 Gram

Tabel 1. Data Experimen Variabel Bahan Bakar Berat 500 Gram

Waktu (Menit)	Temperatur Bahan Bakar (°C)					
	Serbuk Kayu Ulin		Sekam Padi		Mix 1:1	
	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)
0	30	30	30	30	30	30
15	260,8	107,4	165,2	80,4	189,2	82,4
30	335,8	181,8	257,6	134,6	255,2	141,2
45	380	247,8	357,6	169,4	347,8	159,8
57	380	312,6	337	165,8	340,2	165,6

Dari hasil pengamatan yang dilakukan sebanyak 5 kali, maka diperoleh data nilai rata-rata atau purata pada masing-masing bahan bakar serbuk kayu ulin, sekam padi dan mix 1:1 terhadap waktu didih air.



Gambar 3. Garfik Data Experimen Variabel Bahan Bakar 500 Gram

Berdasarkan grafik di atas maka dapat dilihat perbandingan nilai rata-rata T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub> pada masing-masing media uji dengan bahan bakar serbuk kayu ulin, sekam padi dan mix 1:1 pada 5 kali pengujian (5 tabel pengujian) yang berat bahan bakar masing-masing 500 gram. Dapat dilihat dari grafik ternyata serbuk kayu ulin lebih efektif dalam membangkitkan panas dan lebih tinggi temperaturnya di

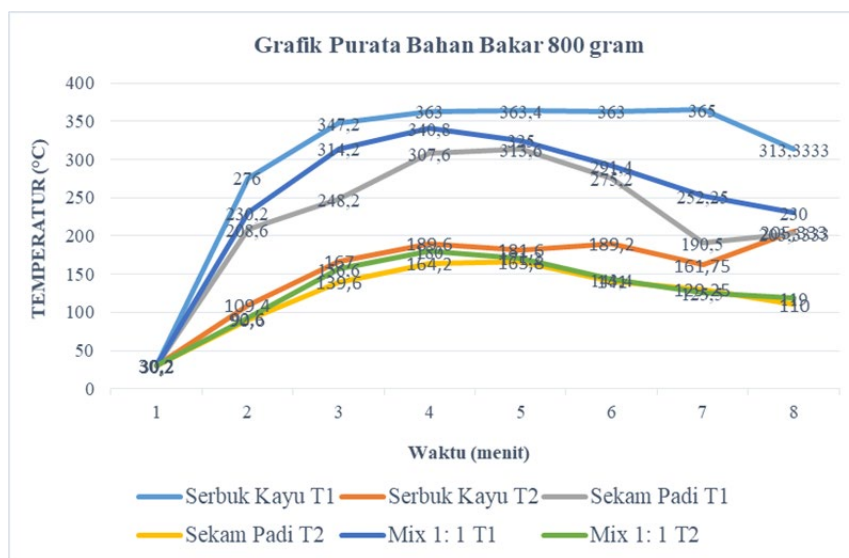
bandingkan dengan sekam padi dan mix 1:1 yang mengalami penurunan temperatur setelah serbuk kayu ulin mendidihkan 1 liter air.

**Purata Uji Pada Berat Bahan Bakar 800 Gram**

**Tabel 2. Purata Uji Pada Berat Bahan Bakar 800 Gram**

Waktu (Menit)	Temperatur Bahan Bakar (°C)					
	Serbuk Kayu Ulin		Sekam Padi		Mix 1:1	
	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)
0	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2
15	276	109,4	208,6	90,6	230,2	92,6
30	347,2	167	248,2	139,6	314,2	156,6
45	363	189,6	307,6	164,2	340,8	180
60	363,4	181,6	313,6	165,8	325	171,2
75	363	189,2	275,2	141	291,4	143,4
90	365	161,75	190,5	129,25	252,25	125,5
100	313,3333	205,333	203,333	110	230	119

Dapat dilihat dari tabel di atas merupakan nilai rata-rata pada masing-masing bahan bakar serbuk kayu ulin, sekam padi dan mix 1:1 yang di peroleh dari 5 kali pengujian (5 tabel). Dari tabel di atas maka dapat dibuatkan grafik purata atau nilai rata-rata dari bahan bakar serbuk kayu ulin, sekam padi dan mix 1:1 dengan berat 800 gram.



**Gambar 4. Grafik Purata Uji Pada Bahan Bakar 800 Gram**

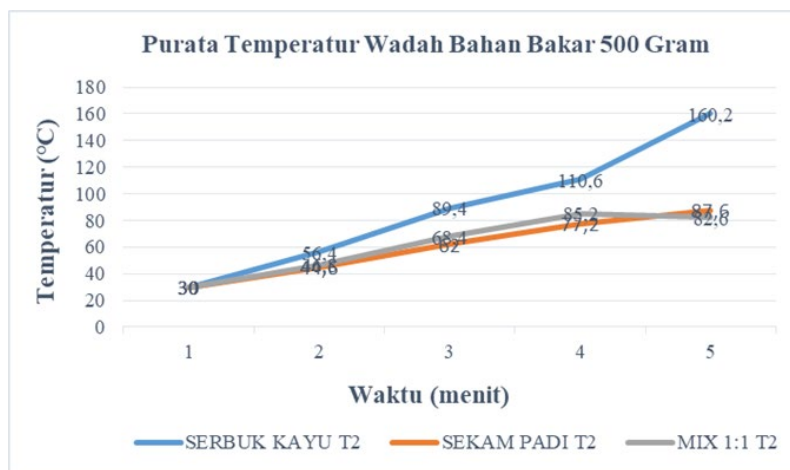
Berdasarkan grafik diatas maka dapat di lihat perbandingan nilai rata-rata antara serbuk kayu ulin, sekam padi dan mix pada 5 kali percobaan bahwa serbuk kayu ulin lebih tinggi temperaturnya dalam membangkitkan kalor di bandingkan dengan sekam padi dan mix 1:1 yang mengalami temperatur yang stabil lalu menurun.

**Purata Temperatur Wadah Bahan Bakar Massa 500 Gram**

**Tabel 3. Purata Temperatur Wadah Pada Bahan Bakar 500 Gram**

Waktu (menit)	Purata Temperatur Wadah (°C)		
	Serbuk Kayu Ulin	Sekam Padi	Mix 1:1
	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)
0	30	30	30
15	56,4	44,6	46,8
30	89,4	62	68,4
45	110,6	77,2	85,2
57	160,2	87,6	82,6

Dari hasil pengolahan data dari percobaan 1 sampai 5 di olah untuk menghitung nilai rata-rata pada temperatur wadah maka, tabel di atas dapat dibuatkan grafik seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 5. Purata Temperatur T2 Pada Wadah Bahan Bakar 500 Gram**

Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa serbuk kayu ulin lebih efektif dalam mendidihkan air 1 liter dan membangkitkan kalor di bandingkan sekam padi dan mix 1:1 yang stabil kemudian turun temperaturnya. Serbuk kayu ulin

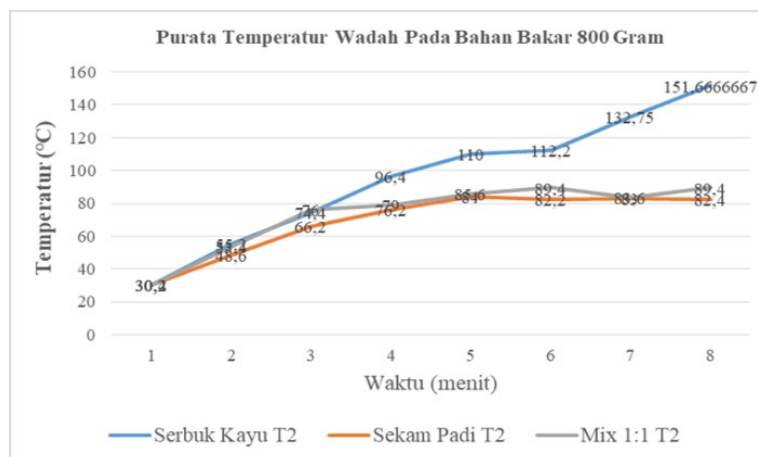
membutuhkan waktu 57 menit dalam mendidihkan air sedangkan sekam padi dan campuran mix 1:1 di waktu 1 jam 15 menit mengalami penurunan temperatur sehingga eksperimen di berhentikan.

**Purata Temperatur Wadah Bahan Bakar Berat 800 Gram**

**Tabel 4. Purata Temperatur Wadah Pada Bahan Bakar 800 Gram**

Waktu (Menit)	Purata Temperatur Wadah (°C)		
	Serbuk Kayu Ulin	Sekam Padi	Mix 1:1
	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)
0	30,4	30,2	30,2
15	55,2	48,6	53,4
30	74,4	66,2	76
45	96,4	76,2	79
60	110	84	85,6
75	112,2	82,2	89,4
90	132,75	83	83,6
100	151,6666667	82,4	89,4

Dari tabel pengamatan 1 sampai 5 yang telah di hitung nilai rata-ratanya maka bisa di buat grafik seperti di bawah ini.



**Gambar 6. Purata Temperatur T2 Pada Wadah Bahan Bakar 800 Gram**

Dari grafik purata bahan bakar 800 gram pada gambar di atas maka dapat di jelaskan bahwa serbuk kayu ulin lebih efektif dalam mendidihkan air dibanding sekam padi dan campuran mix 1:1 dimana pada waktu 1 jam 45 menit serbuk kayu

ulin sudah mendidihkan air, sedangkan sekam padi dan mix 1:1 mengalami kestabilan temperatur dan penurunan temperatur.

### **Pembahasan**

#### **Perpindahan Konduksi Bahan Bakar 500 Gram :**

$$q_k = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$
$$k = -54 \text{ Watt/m} \cdot ^\circ\text{C}$$
$$A = 0,032 \text{ m}^2$$
$$dT = -67,4^\circ\text{C}$$
$$dx = 0,04 \text{ m}$$
$$q_k = -54 \text{ Watt/m} \cdot ^\circ\text{C} \times 0,032 \text{ m}^2 \frac{-67,4^\circ\text{C}}{0,04 \text{ m}}$$
$$q_k = 2.911,68 \text{ Watt}$$

Jadi kalor yang dibangkitkan dari bahan bakar serbuk kayu ulin dalam perpindahan panas konduksi sebesar 2.911,68 Watt.

#### **Perpindahan Konduksi Bahan Bakar 800 Gram :**

$$q_k = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$
$$k = -54 \text{ Watt/m} \cdot ^\circ\text{C}$$
$$A = 0,032 \text{ m}^2$$
$$dT = -108^\circ\text{C}$$
$$dx = 0,04 \text{ m}$$
$$q_k = -54 \text{ Watt/m} \cdot ^\circ\text{C} \times 0,032 \text{ m}^2 \frac{-108^\circ\text{C}}{0,04 \text{ m}}$$
$$q_k = 4.665,6 \text{ Watt}$$

Jadi kalor yang di bangkitkan dalam perhitungan perpindahan panas konduksi bahan bakar serbuk kayu ulin dengan massa 800 gram untuk mendidihkan satu liter air adalah 4.665,6 Watt.

#### **Perpindahan Panas Konveksi Pada Wadah Bahan Bakar 500 Gram :**

$$q_h = h \cdot A(T_S - T_\infty)$$
$$h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}}$$
$$A = 0,025 \text{ m}^2$$
$$T_S = 380^\circ\text{C} = 652,15^\circ\text{K}$$
$$T_\infty = 160^\circ\text{C} = 433,15^\circ\text{K}$$
$$q_h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}} \times 0,025 \text{ m}^2 (653,15^\circ\text{K} - 433,15^\circ\text{K})$$

$$q_h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{°K}} \times 0,025 \text{ m}^2 \times 220 \text{ °K}$$

$$q_h = 0,253275 \text{ Watt}$$

$$q_h = 0,253 \text{ Watt}$$

Jadi perpindahan panas konveksi pada wadah dengan bahan bakar 500 gram adalah sebesar 0,253 Watt.

#### ***Perpindahan Panas Konveksi Pada Wadah Bahan Bakar 800 Gram :***

$$q_h = h \cdot A(T_S - T_\infty)$$

$$h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{°K}}$$

$$A = 0,025 \text{ m}^2$$

$$T_S = 313 \text{ °C} = 586,15 \text{ °K}$$

$$T_\infty = 151 \text{ °C} = 424,15 \text{ °K}$$

$$q_h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{°K}} \times 0,025 \text{ m}^2 (586,15 \text{ °K} - 424,15 \text{ °K})$$

$$q_h = 0,04605 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{°K}} \times 0,025 \text{ m}^2 \times 162 \text{ °K}$$

$$q_h = 0,1865025 \text{ Watt}$$

$$q_h = 0,186 \text{ Watt}$$

Jadi perpindahan panas konveksi pada wadah dengan bahan bakar 800 gram sebesar 0,186 watt.

#### **KESIMPULAN**

1. Bahan bakar serbuk kayu ulin dengan berat 500 gram metode pengisihan tidak dipadatkan lebih cepat dalam mendidihkan air 1 liter membutuhkan waktu 57 menit dengan kalor yang di bangkitkan sebesar 2.911,68 Watt dibandingkan dengan bahan bakar sekam padi dan mix 1:1 yang hanya dapat memanaskan air.
2. Bahan bakar serbuk kayu ulin dengan berat 800 gram untuk metode pengisihan di padatkan membutuhkan waktu 1 jam 40 menit dengan kalor yang dibangkitkan sebesar 4.665,6 Watt untuk mendidihkan air 1 liter, sedangkang bahan bakar sekam padi dan mix 1:1 hanya dapat memanaskan air.
3. Perpindahan panas konveksi pada wadah dengan berat bahan bakar serbuk kayu ulin 500 gram dibutuhkan kalor 0,253 Watt dalam mendidihkan air satu liter dengan membutuhkan waktu 57 menit, sedangkan pada berat bahan bakar 800 gram serbuk kayu ulin dibutuhkan kalor 0,186 Watt dalam mendidihkan air satu liter dengan membutuhkan waktu 1 jam 40 menit.

## SARAN

Pada tungku berbahan bakar sekam padi dan mix 1:1 harus dimodifikasi pada bagian penyangga materian dan terowongan berlubang harus di buat lubang persegi panjang dan jika ingin cepat terbakar bisa di pasangkan blower.

## REFERENSI

- [1] Admin, A., Effendi, T. T., Djafar, R., & Botutihe, S. (2019). Redesain Kompor Biomassa Tipe Downdraft System Continue Dengan Menggunakan Bahan Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 4(1), 34–40. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v4i1.341>
- [2] Admin, A., Kamba, M., & Djafar, R. (2019). Kompor Biomassa Sistem Batch Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 4(1), 15–25. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v4i1.339>.
- [3] Dahlan, M. (2021). Rancang Bangun Tungku Reaktor Gasifikasi Model Aliran Atas (Updraft) Berbahan Bakar Sekam Padi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)*, 4–9. <https://journal.atim.ac.id/index.php/prosiding/article/download/250/191>
- [4] Fitri, N. C., & Hamdi, H. (2024). Systematic Literature Review (Slr): Sumber Energi Terbarukan : Potensi Kotoran Ternak Dan Limbah Pertanian Untuk Produksi Biogas Berkelanjutan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 57–69. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21961>
- [5] Gergaji, S., Jagung, T., & Tempurung, D. A. N. (2022). *PEMANAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR*.
- [6] Goembira, F., Aristi, D. M., Nofriadi, D., & Putri, N. T. (2021). Analisis Konsentrasi PM<sub>2,5</sub>, CO, dan CO<sub>2</sub>, serta Laju Konsumsi Bahan Bakar Biopellet Sekam Padi dan Jerami pada Kompor Biomassa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 201–210. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.201-210>
- [7] K, A. M., & Setiawan, A. (2017). Uji kesetimbangan kalor proses sterilisasi kumbung jamur merang kapasitas 1.2 ton media tanam menggunakan tungku gasifikasi. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v5i2.251>
- [8] Kayu, S. (2023). *J-TETA : Jurnal Teknik Terapan Efisiensi Kompor Biomassa Ub 03-01 dengan Bahan Bakar*. 2(1), 31–41.
- [9] Purwono, A. H., Suhartoyo, Kristiono, R., & Putra Pradhana, D. H. (2024). Pemanfaatan Limbah Biomassa Sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 9(1), 42–46. <https://doi.org/10.36526/v-mac.v9i1.3638>
- [10] Sanni, A. L., Mesin, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, S. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2000). *Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku Sekam Padi , Bonggol Jagung dan Perekat Tapioka Terhadap Kualitas dan Performa Pembakaran Briket Biomassa Ika Nurjannah Abstrak*. 83–90.