

Efektivitas Jumlah Lubang Pada Tabung Pembakaran Terhadap Performa Kompor Biomassa

Arif Budianto¹, Habib Ridwansyah², Susi Rahayu^{3*}, Dian W. Kurniawidi⁴, I G N Yudi Handayana⁵, Siti Alaa⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

Received: 13 February 2024

Revised: 21 April 2024

Accepted: 30 April 2024

Corresponding Author:

Susi Rahayu

susirahayu@unram.ac.id

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.25335>

Abstract: Global energy requirements encourage innovations in developing environmentally friendly alternative energy sources by transforming biomass waste into biopellets. The use of biopellets as fuel was followed by the development of biomass stoves for households. Developing biomass stove technology design is essential, so this research aims to design a biomass stove with good performance for use as a household stove. Stove performance was identified by reviewing the biomass stove's fuel consumption and thermal efficiency relative to the number of combustion holes. The biomass stove fabrication results had been successfully created based on a stove design using galvanized plate material. The design focused on three layers of tubes, including the stove frame, the air supply control, and the combustion tube. The number of holes in the combustion tube affected fuel consumption and the thermal effectiveness of the stove. The lowest fuel consumption on a furnace with six combustion holes was 2,306 kg/hour. Meanwhile, the optimal thermal efficiency for burning 18 holes was 16.17%. However, this thermal efficiency value needs to meet the SNI 7926: 2013 standard. The location and number of combustion holes in the combustion tube could influence the performance of the biomass stove. Therefore, it is important to modify biomass stoves to fulfill SNI standards.

Keywords: Thermal Efficiency, Fuel Consumption, Biopellets, Biomass Stoves

Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan energi secara global mendorong inovasi dalam riset energi alternatif yang berkelanjutan. Adapun penurunan jumlah cadangan minyak bumi dan gas mengakibatkan kenaikan harga yang signifikan. Salah satu sumber energi alternatif yang banyak dikembangkan saat ini yaitu energi biomassa (Basu, 2018). Potensi sumber biomassa di Indonesia cukup melimpah, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku secara jamak. Bahkan sumber biomassa tersebut juga sudah tersedia dalam bentuk limbah pertanian maupun industri perikanan (Seveda et al., 2021). Saat ini limbah tersebut telah banyak ditransformasi bentuknya dalam wujud pellet biomassa (biopellet). Biopellet terbukti lebih efektif dan efisien digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor

biomassa. Studi analisis kualitas biopellet sebagai sumber energi menunjukkan standar SNI mutu C 8021: 2014 (Rahayu et al., 2020). Prinsipnya energi biomassa merupakan energi yang mengubah bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas melalui proses termokimia akibat oksidasi cepat (Djafar et al., 2017).

Untuk mempermudah dalam pemanfaatan energi biomassa maka perlu dirancang suatu kompor dengan bahan bakar dari biomassa. Fabrikasi kompor biomassa telah banyak dilakukan, salah satunya rancang bangun kompor biomassa dari bahan plat besi (Santoso & Iromo, 2018). Dalam merancang kompor biomassa beberapa hal penting perlu diperhatikan diantaranya ketebalan bahan kompor, jenis material kompor, dimensi tabung pembakaran, jumlah lubang pada tabung pembakaran, dan efisiensi termal kompor.

How to Cite:

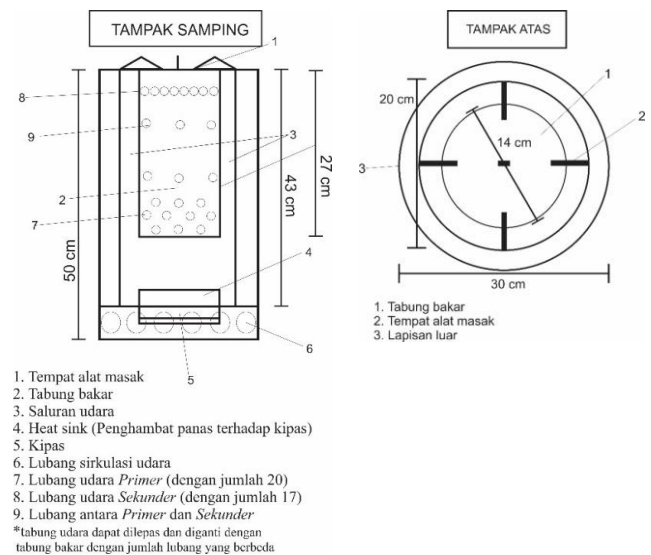
Budianto, A., Ridwansyah, H., Rahayu, S., Kurniawidi, D. W., Handayana, I. G. N. Y., & Alaa, S. (2024). Efektivitas Jumlah Lubang Pada Tabung Pembakaran Terhadap Performa Kompor Biomassa. *Kappa Journal*, 8(1), 91-95. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.25335>

Efisiensi termal kompor menjadi sangat penting karena berkaitan dengan panas yang dapat digunakan secara efektif dan efisien untuk memasak. Penelitian terkait analisis efisiensi termal telah banyak dilakukan diantaranya analisis efisiensi dengan penambahan udara primer pada tabung pembakaran (Habiby et al., 2024), analisis efisiensi termal kompor biomassa dengan metode *Water Boiling Test* (WBT) (Aryansyah et al., 2022), dan analisis efisiensi termal berdasarkan jumlah lubang pada tabung pembakaran (Pambudi et al., 2019).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya, terdapat beberapa kendala yang dihadapi saat membuat kompor biomassa. Kendala tersebut diantaranya efisiensi termal kompor yang belum optimal, bahan baku pembuat kompor yang mudah mengalami korosi, dan desain lubang pada tabung pembakaran yang belum maksimal. Masalah tersebut mendorong untuk melakukan penelitian terkait efektivitas dalam merancang kompor biomassa dengan memodifikasi lubang udara primer, lubang sekunder, serta lubang udara antara primer dan sekunder. Oleh karena itu, pengembangan kompor biomassa ini penting dilakukan dengan berbagai inovasi dan modifikasi untuk memperoleh kompor biomassa dengan performa yang baik. Pengembangan tersebut tentunya akan berkontribusi dalam transisi energi alternatif terbarukan dan berkelanjutan.

Metode

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen. Pelaksanaan penelitian dibagi dalam 2 tahapan utama yaitu rancang bangun kompor biomassa dan uji efektivitas kompos biomassa. Adapun alat dan bahan utama dalam kegiatan penelitian yaitu kipas AC 220-240V 0,14 A, plat galvanis, neraca, pellet kayu, minyak tanah, dan air bersih. Selanjutnya penelitian ini dimulai dengan mendesain kompor biomassa sesuai gambar berikut :



Gambar 1. Desain Rancang Bangun Kompor Biomassa

Bahan baku pembuatan kompor biomassa menggunakan plat galvanis dengan tebal 1 mm untuk bodi kompor, sedangkan 1,5 mm untuk tabung pembakaran. Dalam tabung pembakaran dilakukan variasi parameter jumlah lubang pembakaran yang terdiri dari 6 lubang, 12 lubang, 18 lubang, 24 lubang, dan 30 lubang. Kemudian kompor biomassa diuji penggunaannya untuk mendidihkan air.

Posisi lubang diatur secara merata pada seluruh bagian tabung pembakaran. Pengaturan lubang dilakukan untuk menganalisis performa pembakaran dari parameter efisiensi termal dan jumlah konsumsi bahan bakar. Dalam hal ini dimanfaatkan bahan bakar pellet kayu dari limbah serbuk kayu sisa industri per kayu. Adapun pengujian dilakukan dengan metode WBT (*Water Boiling Test*). Menurut SNI (2013) perhitungan efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar dirumuskan :

$$\eta_T = \frac{m_a C_a \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

- η_T = Efisiensi termal (%)
- m_{air} = Massa air (kg)
- c_{air} = Kalor jenis air (4.180 J/kg °C)
- ΔT = Selisih suhu (°C)
- Δm_{air} = Massa air yang menguap (kg)
- L = Kalor penguapan air (2.268.000 J/kg)
- Δm_k = Massa bahan bakar yang telah dibakar (kg)
- LHV = Nilai kalor bahan bakar (J/kg)

Adapun perhitungan konsumsi bahan bakar biasanya menggunakan persamaan 2.

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{\Delta m_k}{\Delta t \text{ pengujian}} \quad (2)$$

Keterangan:

Δm_k = Massa bahan bakar yang telah dibakar (kg)

Δt pengujian = Lama waktu pengujian (jam)

Hasil pembuatan dan pengujian kompor biomassa dianalisis performanya menggunakan *Microsoft excel* dan *Origin Pro 8*. Hasil analisis diinterpretasi dengan syarat dimana efisiensi termal lebih besar sama dengan 20% memiliki efektivitas yang baik. Sedangkan dalam hal konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar kurang dari 1 kg/jam menginterpretasikan efektivitas kompor yang baik.

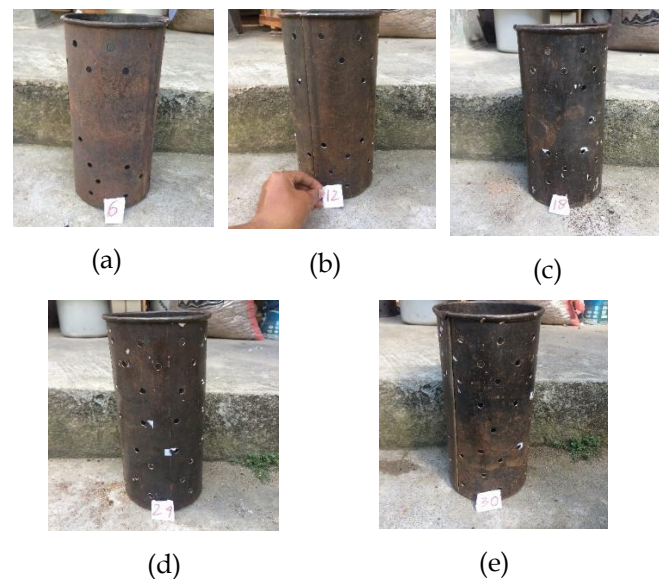
Hasil dan Pembahasan

Fabrikasi kompor biomassa dari plat galvanis berdasarkan desain gambar 1 telah berhasil dibuat. Selain itu, kompor biomassa berhasil digunakan untuk memasak air hingga mendidih. Bentuk kompor silinder berongga lebih memberi keuntungan dibandingkan kompor berbentuk kotak. Bentuk silinder mempengaruhi aliran udara yang masuk ke tabung pembakaran.



Gambar 2. Hasil Fabrikasi Kompor Biomassa (a) Tampak Samping (b) Bagian Dalam (c) Tampak Bawah (d) Tabung Pembakaran

Kompor biomassa terbagi dalam 3 lapis tabung. Tabung pertama dengan diameter 14 cm disebut sebagai tabung pembakaran tempat meletakkan pellet biomassa. Bagian tabung pembakaran difabrikasi dengan plat galvanis ketebalan 1,5 mm. Tabung lapis kedua dengan diameter 20 cm dan lapis ketiga diameter 30 cm dibuat dengan plat galvanis ketebalan 1 mm. Tabung kedua berfungsi sebagai tempat berkumpulnya supply udara dari kipas dan penghambat panas dari tabung pembakaran keluar dari kompor. Sedangkan tabung lapis ketiga difungsikan sebagai rangka kompor biomassa.



Gambar 3. Variasi Parameter Jumlah Lubang Pada Tabung Pembakaran (a) 6 Lubang (b) 12 Lubang (c) 18 Lubang (d) 24 Lubang (e) 30 Lubang

Performa kompor biomassa ditinjau dari efektivitas jumlah lubang pada tabung pembakaran. Berdasarkan desain gambar 1, lubang pada tabung pembakaran dibagi dalam 3 kategori yakni lubang udara primer sejumlah 20 lubang, lubang udara sekunder sejumlah 17 lubang, dan lubang antara primer sekunder (parameter lubang yang divariasikan). Hasil fabrikasi parameter jumlah lubang diwujudkan pada gambar 3. Adapun pengaturan jumlah lubang dilakukan agar terjadi pembakaran sempurna. Oleh karena itu, jumlah lubang akan mempengaruhi performa dari kompor biomassa.

Jumlah bahan bakar efisiensi termal dari kompor biomassa dapat dihitung berdasarkan persamaan 1) dan 2). Jumlah lubang akan mempengaruhi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dalam mendidihkan air bersih (Tabel 1). Data ini menunjukkan bahwa kompor dengan jumlah lubang pembakaran sebanyak 6 lubang menghabiskan bahan bakar paling sedikit. Berdasarkan data tersebut, meningkatnya jumlah lubang pembakaran meningkatkan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan. Hal ini terjadi akibat semakin banyak udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.

Tabel 1. Konsumsi Bahan Bakar Kompor Biomassa

No.	Jumlah Lubang Pembakaran	Δm_{air} (kg)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)
1	6	0,576	2,306
2	12	0,581	2,323
3	18	0,608	2,431
4	24	0,651	2,606
5	30	0,651	2,604

Selain itu, performa kompor biomassa juga ditinjau dari efisiensi termal yang dihasilkan oleh kompor. Dimana efisiensi termal untuk mengidentifikasi panas yang dihasilkan oleh kompor biomassa. Analisis dilakukan dengan mensubstitusikan kalor jenis air dan bahan bakar yang digunakan. Adapun kalor jenis air 4.180 J/kg °C sedangkan nilai kalor bahan bakar pelet kayu yang digunakan sebesar 17.665.200 J/kg. Data hasil pengukuran dan analisis ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi termal (η_T) yang dihasilkan oleh kompor biomassa

No	Jumlah Lubang Pembakaran	ΔT (°C)	Δm_{air} (kg)	Δm_k (kg)	η_{termal} (%)
1	6	68,33	0,53	0,57	14,61
2	12	68,67	0,56	0,58	15,20
3	18	69,00	0,64	0,60	16,17
4	24	69,00	0,59	0,65	14,27
5	30	69,00	0,58	0,65	14,13

Hasil analisis efisiensi termal menunjukkan bahwa kompor biomassa dengan jumlah lubang pembakaran sebanyak 18 lubang menghasilkan efisiensi tertinggi yakni 16,17%. Namun hal ini belum sesuai dengan standar SNI 7926:2013, dimana efisiensi termal kompor biomassa harus minimal 20%. Oleh karena itu, rancang bangun kompor biomassa yang telah dilakukan perlu dioptimalisasi kembali agar dapat mencapai efisiensi termal sesuai standar SNI.

Kesimpulan

Kompor biomassa dari bahan plat galvanis telah berhasil dibuat sesuai dengan desain gambar. Kompor tersebut mampu digunakan sebagai kompor untuk memasak air hingga mendidih. Fabrikasi kompor

dengan meninjau jumlah lubang pada tabung pembakaran menjadi penting dilakukan. Hal ini terkait dengan performa dari kompor biomassa yang dibuat. Jumlah lubang mempengaruhi jumlah bahan bakar dan efisiensi termal dari kompor biomassa. Oleh karena itu dari hasil penelitian teridentifikasi bahwa konsumsi bahan bakar paling sedikit pada lubang pembakaran 6 lubang sedangkan efisiensi tertinggi pada lubang pembakaran 18 lubang. Namun, nilai efisiensi termal belum memenuhi standar SNI 7926:2013 sehingga perlu dilakukan eksperimen lanjut untuk mengoptimalkan fungsi kerja dari kompor biomassa.

Ucapan Terimakasih

Penelitian merupakan bagian dari penelitian skripsi sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Penelitian di support oleh KPBI Fisika Material dan Laboratorium Fisika Lanjut FMIPA Universitas Mataram.

Daftar Pustaka

- Aryansyah, M. F., Santoso, H., & Nurdin, M. F. (2022). Analisis Efisiensi Termal Pada Kompor Biomassa Dengan Menggunakan Metode Water Boiling Test (WBT). *Journal BEARINGS: Borneo Mechanical Engineering and Science*, 1(1).
- Basu, P. (2018). *Biomass Gasification, Pyrolysis And Torrefaction: Practical Design And Theory*. Academic press.
- Djafar, R., Djamalu, Y., Haluti, S., & Botutihe, S. (2017). Analisis Performa Kompor Gasifikasi Biomassa Tipe Forced Draft Menggunakan Variasi Jumlah Bahan Bakar Tongkol Jagung. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 5(2), 90–96.
- Habiby, M. A., Anggara, M., & Aldrin, A. (2024). Pengaruh Penambahan Saluran Udara Primer dengan variasi Jenis Bahan Bakar Terhadap Efisiensi Termal pada Kompor Biomassa. *Jurnal Gear: Energi, Perancangan, Manufaktur & Material*, 2(1), 28–33.
- Pambudi, P., Widodo, S., & Suharno, K. (2019). Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Udara Terhadap Efisiensi Kompor Biomassa. *Jurnal Teknik Mesin MERC (Mechanical Engineering Research Collection)*, 2(1).
- Rahayu, S., Hilyana, S., Suryani, E., Sari, N. H., & Ali, M. (2020). Analysis of Wood Pellet Quality from Calliandra Callothyrsus, Gliricida Sepium, and Sawdust As New And Renewable Energy. *Proceedings International Conference on Science and Technology (ICST)*, 1, 110–115.

- Santoso, H., & Iromo, H. (2018). Rancang Bangun Kompor Biomassa Berbahan Dasar Plat Besi dan Beton Dilengkapi Dengan Teknologi Blower. *Reaktom: Rekayasa Keteknikan Dan Optimasi*, 3(2).
- Seveda, M. S., Narale, P. D., & Kharpude, S. N. (2021). *Bioenergy Engineering*. CRC Press.