



Pengaruh Variasi Jenis Limbah Kayu Dan Bentuk Briket Terhadap Kinerja Briket Arang Biomassa

The Effect of Variations in the Types of Wood Waste and the Forms of Briquettes on the Performance of Biomass Charcoal Briquettes

Zohimuddin Usman¹, Made Wijana², I Wayan Joniarta³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia. HP. 081999665324

*E-mail: zohimuddin17@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:
Received
Accepted
Available online

Most Indonesian people currently use energy derived from fossil fuels, such as fuel oil, gas and coal. The impact of using fossil fuels is that it can damage the environment. Several alternative energy sources that are commonly developed are biomass energy. This biomass is usually processed into biochar which is a fuel with a high calorific value and can be used in everyday life. Briquettes are an energy source derived from biomass which can be used as alternative energy. In this study, briquettes were made from teak, acacia and mahogany wood waste. The method used is an experiment with the carbonization process using a modified composing drum. The independent variables used were briquette materials from teak, acacia and mahogany wood waste, variations in the shape of cube, cylindrical and hexagonal jerry cans. Tests include analysis of water content, calorific value, and changes in temperature. The results of this study showed that the best moisture content was obtained from cylindrical teak wood waste briquettes with an average value of 3.57%. Then for the calorific value, the best results were obtained from cylindrical teak wood waste briquettes with a value of 3457.0 Kkal/kg. and for temperature changes the best results were obtained on the cube-shaped mahogany wood waste briquette specimens with an average value of 10 minutes 46 seconds.

Keywords:
Wood waste, Form of
briquettes, Carbonization.



1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang sangat kaya, baik dari budaya, tradisi dan hasil alamnya. Banyak kekayaan yang bisa dimanfaatkan oleh bangsa Indonesia untuk keperluan sekarang dan masa depan, salah satunya sumber energi yang terkubur di Indonesia. Terdapat banyak sumber energi yang terpendam seperti batu bara, minyak bumi, gas alam dan juga biomassa. Masyarakat Indonesia saat ini Sebagian besar menggunakan energi yang berasal dari bahan bakar fosil, seperti bahan bakar minyak, gas dan batu bara. Dampak penggunaan bahan bakar fosil yaitu dapat merusak lingkungan (Anonim, 2021).

Beberapa sumber energi alternatif yang biasa dikembangkan adalah antara lain, energi matahari, energi angin, energi panas bumi, energi panas laut, dan energi biomassa. Diantara sumber-sumber energi alternatif tersebut, energi biomassa merupakan sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya dibandingkan dengan sumber energi yang lain. Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai limbah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut biasa diolah menjadi bioarang yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Biomassa adalah istilah yang digunakan untuk menyebut semua senyawa organik yang berasal dari tanaman budidaya, alga, dan sampah organik. Biomassa dapat dijadikan sumber energi alternatif dengan bahan baku yang dapat terbarukan salah satu jenisnya yaitu briket. Briket adalah sumber energi yang berasal dari biomassa yang bisa digunakan sebagai energi alternatif pengganti, minyak bumi dan energi lain yang berasal dari fosil. Briket dapat dibuat dari bahan baku yang banyak kita temukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti batok kelapa, sekam padi, arang sekam, serbuk kayu (serbuk gergaji), bongkol jagung, daun, dan lain sebagainya.

Kayu jati, akasia dan mahoni banyak masyarakat yang memanfaatkannya sebagai bahan bangunan kerajinan dan lainnya. Limbah dari kayu jati, akasia dan mahoni sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat digunakan untuk berbagai macam kerajinan namun banyak limbah-limbah serbuk kayu yang hanya dibiarkan saja tidak dimanfaatkan kembali sehingga limbah ini dapat mencemari lingkungan sekitar. Perlu adanya inovasi untuk memanfaatkan limbah serbuk kayu tersebut salah satunya untuk dijadikan briket sebagai bahan bakar alternatif. Kayu-kayu tersebut memiliki kekerasan yang tinggi sehingga tidak cepat habis ketika dibakar (Setiyadi, 2018).

Penentuan bentuk briket tergantung pada permintaan pasar, briket dicetak dengan bentuk tertentu hanya berdasarkan permintaan pasar serta untuk mempermudah proses penyalaan. Selebihnya pemilihan bentuk briket mengikuti trend pasar dan penyedia mesin cetak yang tersedia disuatu negara agar lebih variatif. Briket dengan bentuk silinder memiliki karakteristik lebih mudah menyala daripada briket bentuk kotak karena jika ditata sejajar briket bentuk silinder memiliki ruang lebih banyak untuk oksigen. Pada penelitian Mardwianta (2009) menunjukkan bahwa laju pembakaran briket batubara menjadi lebih tinggi pada kecepatan aliran udara yang lebih tinggi. Kecepatan udara yang lebih besar memberikan supply oksigen yang lebih besar juga.

Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai limbah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Arang adalah hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon yang terbentuk padat dan berpori. Arang yang diolah lebih lanjut menjadi bentuk yang menarik yang digunakan untuk keperluan energy sehari-hari disebut briket arang. Nilai kalor yang paling besar dan tinggi nilai kalornya terdapat pada briket tempurung kelapa dengan rata-rata 6971,866 kal/gram. Pada kadar abu terendah terdapat pada briket kayu asam dengan kadar abu 0,41 %. Pada kadar air nilai kadar air terendah terdapat pada briket asam dengan rata-rata 5,179 5%. Kadar zat menguap yang paling rendah nilai zat yang menguap terdapat pada persamaan briket johar dengan rata-rata 21,718 % (Handoko, 2019).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimen. Dimana jenis metode penelitian ini dapat digunakan untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

2.1 Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan terlebih dahulu dipersiapkan semuanya agar tidak kebingungan dalam mencari alat dan bahan pada saat penelitian. Peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Alat penghasil arang (Drum pengarangan) , Bentuk briket : Bentuk kubus, Bentuk Silinder, Bentuk Hexagonal, Kempa hidrolis, untuk menekan atau memadatkan briket, Lesung, untuk penumbukan arang, Cawan untuk mencampur arang halus dengan perekat, *Bomb kalorimeter*, Oven digital, *Stopwatch*, untuk mengukur Δt 30°C-45°C (perubahan suhu), lama pembakaran, Timbangan digital, untuk menimbang massa briket, Ayakan dengan ukuran mesh 20 dan mesh 30, Panci, Wadah spesimen, Pengaduk, Kompor, untuk briket pengujian, Sarung tangan.

2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua variable yaitu variable terikat dan bebas

a) Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang tidak dapat diatur, yang diobservasi dan diukur pada penelitian, dengan menganalisa variabel terikat ini diharapkan didapatnya informasi atau penyelesaian permasalahan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- a. Kadar Air
- b. Δt 30°C-45°C (Perubahan suhu)
- c. Nilai Kalor

b) Variabel bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi variabel terikat atau variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian.

- a. variasi bahan briket dari kayu jati, akasia dan mahoni
- b. variasi bentuk briket kubus, silinder dan heksagonal

2.3 Tahap Penelitian

a) Proses Pengarangan

Proses pengarangan limbah kayu jati, akasia dan mahoni dilakukan secara terpisah dengan menggunakan drum pengarangan, kayu yang telah dijemur di bawah sinar matahari untuk menurunkan kadar air hingga 20 % agar nantinya kayu tidak menghasilkan asap dan mudah terbakar serta telah dipotong dengan ukuran yang sudah ditentukan. Kemudian kayu dimasukkan kedalam drum pengarangan, drum pengarangan ditutup rapat kemudian menyalakan api melalui lubang ventilasi yang berada di bawah drum pengarangan. Proses pembakaran dilakukan sampai kayu menjadi arang. Kemudian didinginkan dengan temperatur lingkungan.

b) Proses Pembuatan Serbuk Arang

Arang yang sudah didinginkan dengan temperatur lingkungan, kemudian dihaluskan atau ditumbuk menggunakan lesung kemudian diayak menggunakan ayakan. Untuk mendapatkan ukuran mesh 20, yang digunakan adalah yang lolos dari mesh 20 dan yang tidak lolos dari mesh 30.

c) Pembuatan Briket

Arang kayu yang telah diayak selanjutnya dicampur secara merata dengan Campuran arang ditambah dengan bahan perekat dari tepung kanji sebanyak 20 % dari jumlah campuran arang kayu. Bahan perekat dimasukkan agar arang tidak mudah pecah dan rontok ketika dicetak dan dibakar. Adonan briket yang telah dibuat dimasukkan kedalam cetakan, letakkan cetakan yang sudah berisi adonan pada bagian bawah alat kompaksi. Pompa alat kompaksi hingga menunjukkan pembebanan yang diinginkan. Briket yang telah terbentuk selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 2 jam. Setelah itu briket dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1 hari. Setelah proses pengeringan selesai maka tahap berikutnya adalah melakukan pengujian kadar air dan kadar energi.

d) Pengolahan Data

Pengambilan data yang telah diperoleh dari kegiatan pengamatan di lapangan tersebut kemudian diolah dengan rumus-rumus pada landasan teori untuk mengetahui Kadar Air, Δt 30°C-45°C (perubahan suhu), dan Nilai Kalor dan pada briket arang biomassa dari limbah

3. HASIL DAN PENELITIAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian tentang kinerja briket arang biomassa dengan variasi jenis limbah kayu dan bentuk briket berjumlah sebanyak sembilan jenis. Spesimen – spesimen tersebut dibagi berdasarkan jenis limbah kayu jati, kayu akasia dan kayu mahoni serta variasi bentuk silinder, bentuk hexagonal dan bentuk kubus. Berdasarkan variasi jenis limbah kayu dan variasi bentuk briket akan menghasilkan data berupa kadar air, perubahan suhu dan nilai kalor. Dari data kadar air, perubahan suhu dan nilai kalor tersebut akan di uji kembali dengan menggunakan persamaan *analysis of variance* (ANOVA).

a) Kadar air

Kadar air merupakan parameter umum yang dilakukan dalam penelitian briket karena kandungan air pada briket akan mempengaruhi kualitas briket. kadar air memberikan pengaruh secara langsung terhadap kekuatan briket dalam mempertahankan nyala api. Perhitungan nilai kadar air dilakukan dengan cara membandingkan berat awal dengan berat briket setelah dikeringkan terhadap berat awal (Pratama, dkk. 2020).

Data hasil pengaruh variasi jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap kadar air pada briket arang biomassa.

No.	Spesimen	Berat Spesimen (g)	
		X ₀	X ₁
1	Jati Silinder	1,817	1,755
		1,846	1,775
		1,828	1,765
2	Jati hexagonal	1,857	1,789
		1,893	1,813
		1,871	1,808
3	Jati kubus	1,837	1,779
		1,863	1,783
		1,850	1,786
4	Akasia silinder	1,877	1,808
		1,908	1,827
		1,898	1,821
5	Akasia hexagonal	1,920	1,835
		1,956	1,858
		1,942	1,852
6	Akasia kubus	1,895	1,823
		1,933	1,842
		1,928	1,836
7	Mahoni silinder	1,941	1,856
		1,972	1,877
		1,961	1,861
8	Mahoni hexagonal	1,986	1,878
		2,045	1,943
		2,021	1,915
9	Mahoni kubus	1,967	1,868
		1,984	1,890
		1,986	1,885

Keterangan :

X_0 = Berat spesimen sebelum dioven (g)

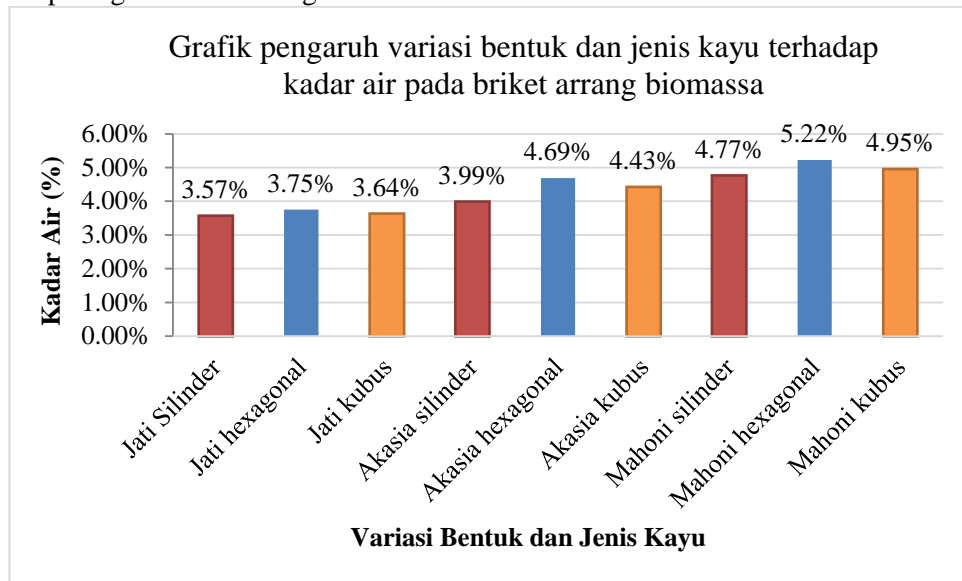
X_1 = Berat spesimen setelah dioven (g)

Dengan menggunakan data tabel 4.1 data nomor 1 pengulangan pertama, maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan kadar air pada briket arang biomassa, sebagai contoh, berikut perhitungan nilai kadar air dengan variasi jenis limbah kayu jati dengan bentuk silinder, dengan menggunakan persamaan (2.1)

$$C (\%) = \frac{1,817 - 1,755}{1,817} \times 100\%$$

$$C (\%) = 3,41\%$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk perhitungan tabel 4.1 maka didapatkan hasil perhitungan seperti pada gambar 4.2 sebagai berikut.

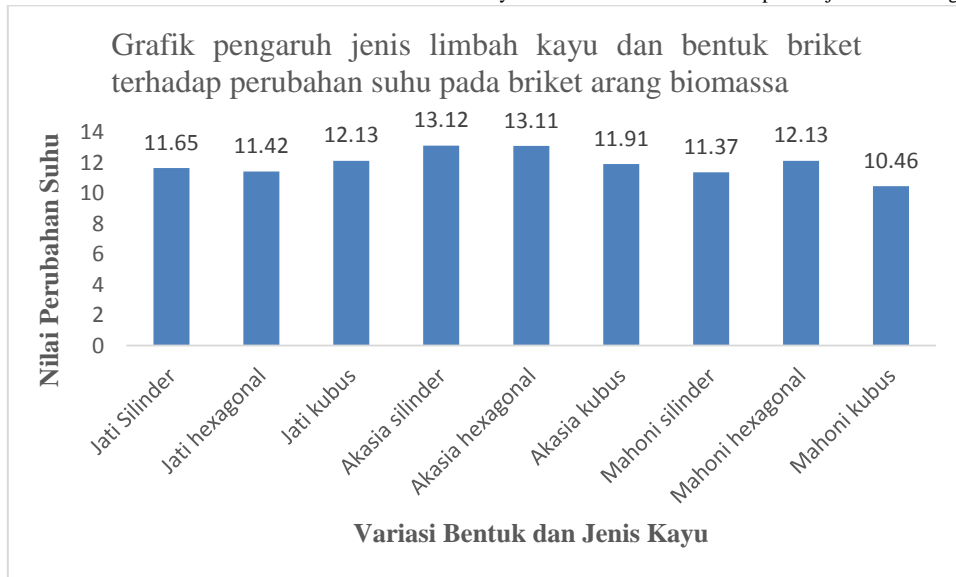


Gambar 4.2. Grafik pengaruh variasi jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap kadar air pada briket arrang biomassa.

Pada gambar 4.2. grafik kadar air menunjukkan nilai kadar air tertinggi berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah kayu mahoni sedangkan kadar air terendah berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah kayu jati. Berdasarkan grafik tersebut juga dapat dilihat kadar air tertinggi berdasarkan jenis limbah dan bentuk briket terdapat pada spesimen Mahoni Hexagonal dengan nilai kadar air sebesar 5,22%. Sedangkan kadar air terendah terdapat pada spesimen dengan variasi Jati Silinder dengan nilai kadar air sebesar 3,57%.

b) Δt 30°C-45°C (perubahan suhu)

Perubahan suhu adalah waktu yang dibutuhkan untunk memanaskan air pada panci terhitung suhu awal air 30°C ketika meletakkan panci hingga air mencapai suhu 45°C Setelah melakukan pengujian didapatkan hasil perubahan suhu sebagai berikut:



Gambar 4.3. Grafik pengaruh jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa.

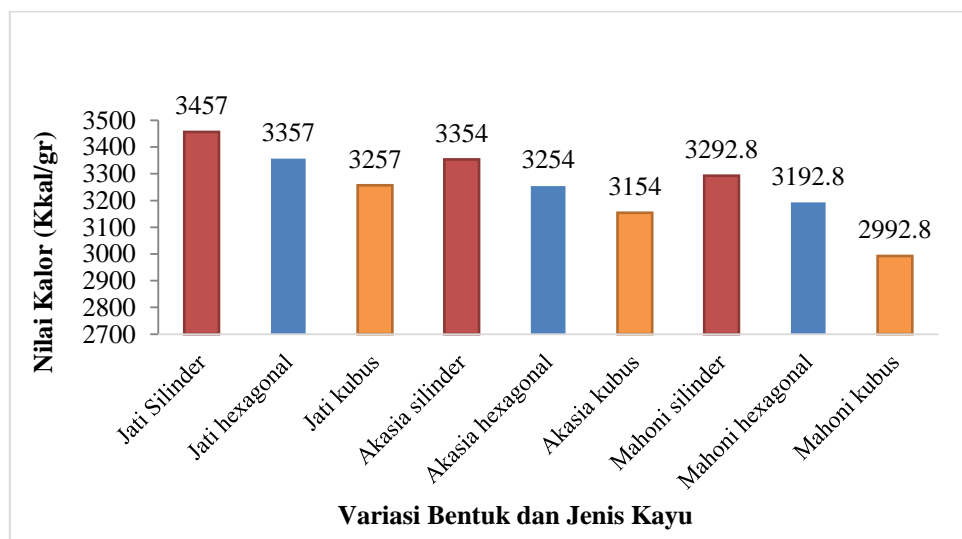
Pada gambar 4.3. grafik perubahan suhu menunjukkan perubahan suhu tertinggi berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah kayu akasia sedangkan perubahan suhu terendah berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah mahoni. Berdasarkan grafik tersebut juga dapat dilihat perubahan suhu tertinggi berdasarkan jenis limbah dan bentuk briket terdapat pada spesimen Akasia Hexagonal dengan perubahan suhu sebesar 13,11. Sedangkan perubahan suhu terendah terdapat pada spesimen dengan variasi Mahoni Kubus dengan perubahan suhu sebesar 10,46.

Berdasarkan gambar 4.3. grafik perubahan suhu menunjukkan bahwa perubahan suhu berbanding terbalik dengan nilai kadar air. Perubahan suhu dapat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada spesimen. Semakin tinggi nilai kadar air maka perubahan suhu akan semakin rendah dan semakin rendah nilai kadar air maka perubahan suhu akan semakin tinggi.

c) Nilai kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan alat *bomb calorimeter* yang tujuannya adalah untuk mengetahui besar energy yang terdapat pada briket arang biomassa.

Pengaruh jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap nilai kalor pada briket arang biomassa.



Gambar 4.4. Grafik pengaruh jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap nilai kalor pada briket arang biomassa

Data hasil pengujian nilai kalor pada briket arang biomassa dapat dibuat grafik pengaruh variasi jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap nilai kalor pada briket arang biomassa. Pada gambar 4.4. grafik nilai kalor menunjukkan nilai kalor tertinggi berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah kayu jati sedangkan nilai kalor terendah berdasarkan jenis limbah kayu terdapat pada jenis limbah mahoni. Berdasarkan grafik tersebut juga dapat dilihat nilai kalor tertinggi berdasarkan jenis limbah dan bentuk briket terdapat pada spesimen Jati Silinder dengan nilai kalor sebesar 3457. Sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada spesimen dengan variasi Mahoni Kubus dengan nilai kalor sebesar 2992,8.

d) Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh jenis limbah kayu dan bentuk briket terhadap briket arang biomassa, dapat kita lihat bahwa :

1) Kadar air

Nilai kadar air pada specimen arang biomassa berjumlah sebanyak 9 jenis yang dibedakan oleh jenis limbah kayu jati, akasia dan kayu mahoni serta bentuk briket silinder, hexagonal dan kubus. Pada pengujian untuk mendapatkan nilai kadar, dilakukan percobaan sebanyak 3 kali pengulangan dengan nilai rata-rata pada specimen jati silinder sebesar 3,57%, jati hexagonal 3,75%, jati kubus, 3,64%. Pada specimen jenis akasia silinder rata-rata kadar air didapatkan sebesar 3,99%, akasia hexagonal 4,69% akasia kubus 4,43%. Dan pada specimen mahoni silinder sebesar 4,77%, mahoni hexagonal 5,22% dan mahoni kubus 4,95%. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap kadar air pada briket arang biomassa dapat diketahui bahwa nilai kadar air yang didapatkan telah sesuai dengan standar ASTM D 5142-02.

Berdasarkan hasil pengujian ANOVA dua arah terhadap kadar air pada briket arang biomassa dapat kita lihat pada tabel 4.7. bahwa pada variasi antar perlakuan dan antar blok didapatkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada perlakuan dan blok terhadap kadar air pada briket arang biomassa.

2) Perubahan suhu

Perubahan suhu pada specimen arang biomassa berjumlah sebanyak 9 jenis yang dibedakan oleh jenis limbah kayu jati, akasia dan kayu mahoni serta bentuk briket silinder, hexagonal dan kubus. Pada pengujian untuk mendapatkan perubahan suhu, dilakukan percobaan sebanyak 3 kali pengulangan dengan nilai rata-rata pada specimen jati silinder sebesar 11,32 menit, jati hexagonal 11,42 menit, jati kubus, 12,13 menit. Pada specimen jenis akasia silinder rata-rata perubahan suhu didapatkan sebesar 13,00 menit, akasia hexagonal 13,1 menit, akasia kubus 11,92 menit, dan pada specimen mahoni silinder sebesar 11,38 menit, mahoni hexagonal 12,13 menit, dan mahoni kubus 10,46 menit, Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa.

Berdasarkan hasil pengujian ANOVA dua arah terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa dapat kita lihat pada tabel 4.9. bahwa pada variasi antar perlakuan dan antar blok didapatkan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan

3) Nilai kalor

Nilai kalor pada spesimen arang biomassa berjumlah sebanyak 9 jenis yang dibedakan oleh jenis limbah kayu jati, akasia dan kayu mahoni serta bentuk briket silinder, hexagonal dan kubus. Pada pengujian untuk mendapatkan perubahan suhu, dilakukan percobaan sebanyak 3 kali pengulangan dengan nilai rata-rata pada specimen jati silinder sebesar 3457 Kkal/kg, jati hexagonal 3357,0 Kkal/kg, jati kubus 3257,0 Kkal/kg. Pada spesimen jenis akasia silinder rata-rata nilai kalor didapatkan sebesar 3354,0 Kkal/kg, akasia hexagonal 3254,0 Kkal/kg, akasia kubus 3154,0 Kkal/kg. Dan pada spesimen mahoni silinder sebesar 3192,8 Kkal/kg, mahoni hexagonal 3192,8 Kkal/kg dan mahoni kubus 2992,8 Kkal/kg. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa dapat diketahui bahwa perubahan suhu yang didapatkan telah sesuai dengan standar ASTM D 5142-02.

Berdasarkan hasil pengujian ANOVA dua arah terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa dapat kita lihat pada tabel 4.11. bahwa pada variasi antar perlakuan dan antar blok didapatkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada perlakuan dan blok terhadap perubahan suhu pada briket arang biomassa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada briket arang biomassa, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan *analysis of variance* (ANOVA) dua arah menunjukkan bahwa variasi jenis limbah kayu dan bentuk briket berpengaruh signifikan terhadap kadar air, nilai kalor pada briket arang biomassa.
2. Kadar air tertinggi terdapat pada briket arang mahoni hexagonal dengan nilai 5,22%, sedangkan yang terendah pada briket arang jati silinder dengan nilai 3,57%. Sedangkan nilai kalor tertinggi terdapat pada briket arang jati silinder dengan nilai 3457 Kkal/kg dan yang terendah pada briket arang mahoni kubus dengan nilai 2992,8 Kkal/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A. (2014). Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2).
- Asri. S., Indrawati. R.T., 2018, *Pengaruh Bentuk Briket Terhadap Efektivitas Laju Pembakarani*, *Jurnal PPKM III*, Hal. 338 – 341.
- Handoko. R., Fadelan, Malyadi. M., 2019, *Analisa Kalor Bakar Briket Berbahan Arang Kayu Jati, Kayu Asam, Kayu Johar, Tempurung Kelapa dan Campuran*, *Jurnal Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, vol. 3, No. 1, Hal.14 – 21.
- Hermawan. B.M., Aulia. N.F.,2021, *Studi Experimental Karakterisasi Dan Performance Water Boiling Bahan Bakar Briket Biorang Dari Limbah Potongan Kayu, Enceng Gondok Dan Daun Kering Untuk Mendukung Pengembangan Energi Terbarukan*, *Jurnal Teknik Energi*, Vol.17, No.2, Hal. 125 – 132.
- Joniarta. I. W., Wijana. M.,2018, *Pengaruh variasi besar lubang dan tebal plat terhadap boiling time, lama nyala dan laju pembakaran pada desain kompor biomassa tongkol jagung*, *Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 8, No. 1, Hal. 46 – 51.

Dinamika Teknik Mesin. Usman dkk : Variasi Jenis Limbah Kayu Dan Bentuk Briket Terhadap Kinerja Briket Arang Biomassa
Kementerian Pendidikan dan Budaya, 2021, <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/menilik-sumber-energi-terbarukan-di-masa-depan/>, Diakses pada 31 juli 2022

- Mallika Thabout,. 2015. Effect of Applied Pressure and Binder Proportion the Fuel Properties of Hiley Bio-Briquettes. *Energy Procedia* 79 (2015) 890 – 805.
- Mardwianta, Benedictus. 2009. Laju Pembakaran Briket Batubara Berbentuk Silinder dengan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pembakaran. *Jurnal Angkasa* Vol. 3. Yogyakarta.
- Nawawi., M.A., 2017, *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sapuda. H.E.Y., 2017, *Perancangan Mesin Pengepres Briket Dengan Sistem Hidrolik*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Setiyadi. W., 2018, *Analisis Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati Dengan Variasi Perekat Tar, Kanji, Dan Oli Sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sihombing. L.,2020, *Karakteristik Briket Arang Dari Kayu Akasia (Acacia Mangium Willd) Sebagai Energi Terbarukan*, *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, Vol. 9, No. 1, Hal. 31 – 38.
- Suseno, 2020, *Pemanfaatan Sisa Hasil Potongan Kayu Mahoni Sebagai Bahan Baku Pembuatan Briket Bioarang Dengan Perekat Tepung Tapioka*, *Jurnal Teknologi Technoscintia*, Vol. 13, No. 2, Hal. 123 – 130.
- Tambaria. T.N., Serli. B.F.Y.,2019, *Kajian Analisis Proksimat pada Briket Batubara dan Briket Biomassa*, Universitas Diponegoro.
- Utomo. M.I.I., Pohan. G.A.,2020, *Analisa Pengaruh Briket Biomassa dengan Media Sekam Padi Dan Daun Jati Terhadap Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran*, ITN Malang.
- Priyanto, A., Hantarum, H., & Sudarno, S. (2018, September). Pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran pada briket kayu sengon. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (pp. 541 – 546).
- Wijana, M., & Nurchayati, N. (2013). Desain Tungku Briket Biomassa System Kontinyu Sebagai Teknologi Pemanfaatan Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Terpakai Pada Oven Tembakau Di Masyarakat Pedesaan. *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, 3(1).