

## PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT AMILUM TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET BIOARANG BERASAL DARI HASIL PIROLISIS LIMBAH PADAT INDUSTRI KELAPA

Winta Julian Indah Wati Lase<sup>1</sup>, Vivi Purwandari<sup>1</sup>, Malemta Tarigan<sup>1</sup>, Adiansyah<sup>1</sup>, Zou Yiming<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Sains, Teknologi dan Informasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Jalan Kapten Muslim No.79, Medan 20123, Indonesia

<sup>2</sup> School of Material Science and Engineering, Nanyang Technological University

\*Corresponding author: [vivipurwandari@sari-mutiara.ac.id](mailto:vivipurwandari@sari-mutiara.ac.id)

**Abstract.** *This research is the manufacture of bio-charcoal briquettes derived from the results of pyrolysis of coconut industrial solid waste as well as an analysis of the effect of adhesive concentration on the research results of bio-charcoal briquettes. The purpose of this study was to determine the process of making bio-charcoal briquettes, the quality of the bio-charcoal briquettes and to determine the effect of the adhesive concentration used on the bio-charcoal briquettes as a result of the research. Research has been carried out on processing coconut shell and coconut coir waste with starch adhesive materials using the mixing and printing method with PVC pipes and drying in an oven with a temperature of 90–100 °C ± 3 hours. Furthermore, the bio-charcoal briquettes were characterized based on the provisions of SNI No.01/6235/2000 which included moisture content, ash content, volatile matter content, bound carbon content, density, specific gravity, burning rate, compressive strength, calorific value with optimum values respectively 11.46%, 3.81%, 17.60%, 77.26%, 1.2 gr/cm<sup>3</sup>, 1.2 × 10<sup>-6</sup> Kg/m<sup>2</sup>.s<sup>2</sup>, 0.108 g/min, 80.680 % , 6,200 cal/g. Bio-charcoal briquettes were also tested for DTA and TGA for bio-charcoal briquettes using adhesive and without adhesive with successive values of -223.20 cal/g, -22.615%, -206.20 cal/g and -29.075%. The best quality bio-charcoal briquettes are found in briquettes with a mixture of 90% charcoal and 10% starch adhesive.*

**Keywords:** *Bioarang Briquettes, Waste Treatment, Coconut Shell, Coconut Coir, Calorific Value.*

### 1. PENDAHULUAN

Permasalahan energi di dunia merupakan masalah yang dihadapi oleh hampir seluruh negara karena menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Saat ini sumber energi

yang paling banyak digunakan adalah sumber energi tak terbarukan, khususnya sumber energi alam seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam, yang akan habis apabila digunakan secara terus-menerus. (Ardiansyah et al., 2022). Tren konsumsi bahan bakar

## ***Winta Julian Indah Lase et all / Pengaruh Konsentrasi Perekat Amilum Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berasal Dari Hasil Pirolisis Limbah Padat Industri Kelapa***

fosil terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dunia. Tren konsumsi yang meningkat ini menyebabkan semakin berkurangnya ketersediaan sumber energi tak terbarukan tersebut (Yana et al., 2023). Saat ini penggunaan sumber energi terbarukan sangat diperlukan untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil yang berasal dari energi non-terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan untuk menghasilkan tenaga listrik harus segera dilakukan.

Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan seperti energi biomassa yang melimpah, mudah didapat, dan waktu pembaharuannya dapat dikatakan cepat. Biomassa memiliki potensi yang besar jika digunakan menjadi energi terbarukan (Yana et al., 2023). Terdapat banyak sumber energi alternatif terbarukan di Indonesia, beberapa di antaranya berasal dari biomassa atau sampah organik. (Fitriana & Febrina, 2021) (Halawa, E. N. I., Tarigan, M., Gultom, E., Purwandari, V., & Jiamin, 2023). Salah satu bahan baku sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) dari biomassa yang cukup melimpah di Indonesia adalah tempurung kelapa dan sabut kelapa. Produksi kelapa di Indonesia yang kian meningkat tentunya juga menghasilkan limbah padat berupa tempurung kelapa dan sabut kelapa. Limbah tempurung kelapa dan sabut kelapa dapat dimanfaatkan menjadi briket bioarang.

Briket bioarang merupakan potongan atau batangan arang yang terbuat dari bioarang. Bioarang adalah arang (sejenis bahan bakar) yang terbuat dari berbagai bahan alam atau biomassa seperti kayu, ranting, jerami dan limbah pertanian lainnya. Pembuatan bioarang dapat dilakukan dengan cara

konvensional atau dengan cara pirolisis. Untuk membuat briket bioarang, Ada beberapa proses dengan metode pirolisis atau pembakaran dalam wadah tertutup (Warokka & Sirun, 2018) (Purwandari, V., Rianna, M., Isnaeni, I., Zou, Y., Harahap, M., Halawa, G., ... & Tok, 2023).

Pirolisis atau devolatilisasi proses fraksinasi material yang bergantung pada suhu. Pirolisis dimulai pada suhu sekitar 230°C, ketika komponen biomassa yang stabil terhadap termal dan volatile matters menguap bersama dengan komponen limbah kotoran yang tidak stabil secara termal dan mudah menguap. (Wicaksono & Arijanto, 2017). Metode pirolisis dapat dilakukan menggunakan ataupun tanpa menggunakan katalis. Keuntungan pada metode pirolisis dengan menggunakan katalis yaitu menurunkan fraksi cair dan meningkatkan fraksi gas (Naimah & Aidha, 2017). Dalam pengaplikasian metode pirolisis memiliki keuntungan yang diperoleh antara lain memiliki persentase rasio konversi yang cukup tinggi dan hasil akhir yang memiliki energi yang cukup tinggi pula (Anom & Lombok, 2020).

Dalam pembuatan briket bioarang diperlukan bahan pengikat atau perekat yang dapat menyatukan partikel-partikel yang terkandung pada bahan baku (bioarang) pada saat proses pembakaran. (Suryani et al., 2012). Bahan pengikat sangat dibutuhkan dalam produksi briket. Hal ini dikarenakan sifat alami bubuk arang yang cenderung saling terpisah. Dengan menggunakan perekat atau lem, partikel arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai keinginan. Pemilihan lem sangat mempengaruhi

# **Winta Julian Indah Lase et all / Pengaruh Konsentrasi Perekat Amilum Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berasal Dari Hasil Pirolisis Limbah Padat Industri Kelapa**

kualitas bioarang (Ristianingsih et al., 2015).

Menurut Sondakh & Hayatudin (2022) pada penelitiannya, briket tempurung kelapa lebih menjanjikan dibandingkan jenis biomassa lainnya yang ditunjukkan oleh sifat-sifat briket berikut: kadar air 1,76%, waktu pembakaran 215,26 menit, laju

pembakaran 0,05 g/s dan massa jenis 0,57 g/cc. Penelitian (Nurhilal & Suryaningsih, 2018) melaporkan bahwa komposisi briket campuran sabut dan tempurung kelapa yang paling optimal adalah komposisi sabut 50% : Tempurung 50% karena menghasilkan nilai kalor paling tinggi yaitu 6211 kal/g.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang akan dipergunakan dalam penelitian ini meliputi: Timbangan digital, pipa PVC dengan ukuran diameter 5 cm dan tinggi 5 cm berbentuk silinder, ayakan ukuran 60 mesh, ball mill, kompor gas dan stopwatch, beaker glass, batang pengaduk, hot plate.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat industri kelapa berupa arang hasil pirolisis tempurung kelapa dan sabut kelapa serta perekat tepung amilum

### **Preparasi Arang Hasil Pirolisis**

Arang yang diperoleh dari hasil pirolisis limbah padat industri kelapa diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh untuk menyeragamkan ukuran arang sebelum dicampur perekat.

### **Pengolahan Perekat Dari Tepung Amilum**

Untuk membuat perekat, tepung amilum sejumlah 5 gram dicampur dengan air sebanyak 10 ml. Setelah tercampur, larutan dididihkan sampai

kental, warnanya menjadi hampir bening dan didapat adonan yang menjadi lem. Hal yang sama juga dilakukan untuk amilum 10 gram dengan jumlah air 20 ml dan untuk amilum 15 gram dengan jumlah air 25 ml.

### **Proses Pembuatan Briket Bioarang menggunakan Perekat Tepung Amilum**

A. Arang hasil pirolisis dicampur dengan perekat sesuai dengan variasi perekat yang digunakan dalam pembuatan briket Adapun variasi pencampuran dan penambahan perekat terhadap arang hasil pirolisis yaitu:

Variasi	Arang	Perekat
1	95 gr arang	5 gr amilum
2	90 gr arang	10 gr amilum
3	85 gr arang	15 r amilum

B. Arang yang telah tercampur dengan perekat selanjutnya dicetak sesuai dengan variasi dengan alat pencetak briket.

Dengan variasi perbandingan komposisi arang tanpa penambahan bahan perekat 90% arang : 10% air dan variasi perbandingan komposisi arang dan bahan perekat dengan perekat amilum yakni 95% arang : 5% amilum

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Telah dilakukan penelitian beberapa pengujian dan analisa terhadap sampel briket bioarang dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa dan sabut kelapa dengan tepung amilum sebagai bahan perekat pada briket bioarang.

**Winta Julian Indah Lase et all / Pengaruh Konsentrasi Perekat Amilum Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berasal Dari Hasil Pirolisis Limbah Padat Industri Kelapa**

, 90 arang : 10 amilum, dan 85% arang : 15% amilum.

**Hasil Karakterisasi Fisik Dari Briket Bioarang**

**1. Briket Bioarang Tanpa Perekat**



**Gambar 1.** Briket bioarang tanpa perekat

Briket bioarang tanpa perekat dilakukan variasi penambahan bahan baku dan air (arang hasil pirolisis dan tepung amilum) yaitu 90 % : 10 % lalu dilakukan pengujian sesuai dengan standar baku mutu briket bioarang. Briket bioarang tanpa perekat memiliki ukuran diameter 5 cm dan panjang 5 cm berwarna hitam. Namun

untuk kondisi fisik, briket bioarang memiliki ketahanan yang kurang baik dan mudah hancur. Hal ini dapat dilihat pada fisik briket bioarang hasil cetakan yang kurang padat dan setelah melalui proses pengeringan, briket bioarang yang dihasilkan cenderung mudah patah.

**2. Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

Briket bioarang dengan perekat dilakukan variasi penambahan perekat yaitu: 5 gram, 10 gram, dan 15 gram lalu di uji nilai kalor dan variasi dengan hasil maksimum akan dilakukan pengujian selanjutnya. Briket bioarang dengan menggunakan perekat ini memiliki ukuran diameter sebesar 5 cm dan Panjang 5 cm dan

berwarna hitam yang dihasilkan dan bahan baku yaitu arang yang telah dipirolisis. Kondisi fisik briket bioarang ini kokoh, padat dan tidak mudah hancur. Hal ini disebabkan adanya penambahan perekat yang bertujuan untuk merekatkan campuran dan meningkatkan kerapatan briket bioarang.



**Gambar 2.** Briket bioarang dengan perekat

**Hasil Data Pengujian**

**A. Nilai Kalor**

**1. Nilai Kalor Briket Bioarang Tanpa Perekat**

Pada penelitian ini dilakukan uji nilai kalor terlebih dahulu pada briket bioarang tanpa menggunakan perekat dengan variasi campuran bahan baku utama dan aquades yang

kemudian di oven untuk pengeringan. Variasi campuran dari briket bioarang tanpa perekat yakni menggunakan 90 % arang dan 10 % air.

Berdasarkan hasil pengujian nilai kalor briket bioarang tanpa perekat dengan variasi 90% : 10% menghasilkan nilai kalor yang tinggi

yakni 6.600 cal/g. Jika dibandingkan dengan SNI No.01/6235/2000, nilai kalor minimal 5000 cal/g. Maka briket bioarang tanpa perekat dengan variasi 90% : 10% sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

## **2. Nilai Kalor Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

Dalam pembuatan briket bioarang penggunaan dari perekat sangatlah perlu untuk meningkatkan kualitas mutu dari briket bioarang. Adapun tujuan penggunaan perekat yakni untuk menaikkan nilai kerapatan dan juga secara fisik membuat briket

bioarang kokoh dan tidak mudah hancur. Pada penelitian ini dilakukan variasi pada briket bioarang dengan perekat yaitu 5%, 10% dan 15%. Berdasarkan hasil pengujian nilai kalor tertinggi briket bioarang terdapat pada variasi campuran 90% : 10% dengan nilai kalor yang tinggi yaitu 6.200 cal/g. Adapun standar nilai kalor briket berdasarkan SNI No.01/6235/2000 yakni minimal 5000 cal/g sehingga nilai kalor dari briket bioarang dengan variasi 90% : 10% yang diperoleh sudah memenuhi standar nilai kalor briket.

## **B. Karakterisasi Briket Bioarang Berdasarkan SNI No.01/6235/2000**

### **1. Kadar Air (*Moisture*)**

Pada penelitian ini dilakukan satu kali analisa kadar air yaitu pada briket bioarang yang menggunakan perekat. Hasil perhitungan berdasarkan pengujian yang di

dapatkan bahwa nilai kadar air dari masing-masing variasi briket bioarang dengan perekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1 Hasil Nilai Kadar Air Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

<b>No Hasil Uji</b>	<b>Variasi</b>	<b>Standar SNI</b>	
1.	95% : 5%	≤ 8	11,84
2.	90% : 10%	≤ 8	11,46
3.	85% : 15%	≤ 8	11,66

### **2. Kadar Abu (*Ash*)**

Hasil analisa kadar abu pada briket bioarang dengan perekat menunjukkan nilai kadar abu yang bagus. Data hasil pengujian kadar

abu dari masing-masing briket bioarang menggunakan perekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.2 Hasil Nilai Kadar Abu Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

<b>No Hasil Uji</b>	<b>Variasi</b>	<b>Standar SNI</b>	
1.	95% : 5%	≤ 8	5,83
2.	90% : 10%	≤ 8	3,88
3.	85% : 15%	≤ 8	3,81

**3. Zat Menguap (*volatile matter*)**

Pada penelitian ini dilakukan satu kali pengujian yaitu pada briket bioarang menggunakan perekat dimana sampel penelitian

dipanaskan dalam furnace dengan suhu 600°C selama 30 menit. Hasil dari nilai kadar zat terbang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.3 Hasil Nilai Zat Menguap Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No Hasil Uji	Variasi	Standar SNI	
1.	95% : 5%	≤ 15	17,60
2.	90% : 10%	≤ 15	18,86
3.	85% : 15%	≤ 15	19,46

**4. Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)**

Pada penelitian ini dilakukan satu kali pengujian nilai kadar karbon terikat yaitu pada briket bioarang

menggunakan perekat. Hasil dari nilai kadar karbon terikat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.4 Hasil Nilai Kadar Karbon Terikat Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No Hasil Uji	Variasi	Standar SNI	
1.	95% : 5%	≥ 77	76,57
2.	90% : 10%	≥ 77	77,26
3.	85% : 15%	≥ 77	76,73

**5. Kerapatan (*Density*)**

Pada penelitian ini dilakukan analisa kerapatan terhadap variasi briket bioarang menggunakan perekat.

Hasil dari nilai kerapatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini

**Tabel 4.5 Hasil Nilai Kerapatan Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No	Variasi	Standar SNI	Hasil Uji
1.	95% : 5%	≥ 0,44	1,19
2.	90% : 10%	≥ 0,44	1,105
3.	85% : 15%	≥ 0,44	1,2

**6. Berat Jenis**

Hasil dari pengukuran berat jenis briket bioarang menggunakan perekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.6 Hasil Nilai Berat Jenis Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No	Variasi	Hasil Uji
1.	95% : 5%	$1,19 \times 10^{-6} \text{Kg/m}^2.\text{s}^2$
2.	90% : 10%	$1,105 \times 10^{-6} \text{Kg/m}^2.\text{s}^2$
3.	85% : 15%	$1,2 \times 10^{-6} \text{Kg/m}^2.\text{s}^2$

## 7. Laju Pembakaran

Briket yang memiliki nilai kalor yang tinggi dan kadar air yang rendah akan menghasilkan laju pembakaran yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukan satu

pengujian laju pembakaran yaitu pada briket bioarang menggunakan perekat. Hasil dari pengukuran laju pembakaran dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

**Tabel 4.7 Hasil Nilai Laju Pembakaran Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No	Variasi	Standar SNI	Hasil Uji
1.	95% : 5%	$\leq 0,39$	0,117
2.	90% : 10%	$\leq 0,39$	0,108
3.	85% : 15%	$\leq 0,39$	0,117

## 8. Kuat tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan force gauge untuk mengetahui kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu (Pertwi, S., Tarigan, M., & Harahap, 2023). Tingkat kekuatan tersebut diketahui ketika briket tidak mampu menahan beban lagi.

Pada penelitian ini dilakukan satu kali pengujian kuat tekan yaitu pada briket bioarang menggunakan briket bioarang. Hasil dari pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.8 Hasil Nilai Kuat Tekan Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

No	Variasi	Standar SNI	Hasil Uji
1.	95% : 5%	$\geq 0,46$	80,680
2.	90% : 10%	$\geq 0,46$	42,654
3.	85% : 15%	$\geq 0,46$	12,705

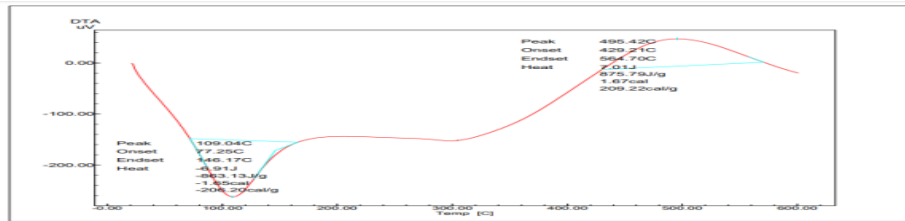
## C. Hasil Uji DTA dan TGA

### 1. Uji DTA dan TGA Briket Bioarang Tanpa Perekat

Differential Thermal Analysis (DTA) dan Termogravimetrik (TGA) merupakan dua jenis analisa termal. DTA merupakan pengujian untuk mengukur perbedaan suhu antara sampel dan referensi saat dipanaskan atau didinginkan. TGA sendiri digunakan untuk mengukur perubahan berat suatu bahan saat dipanaskan atau didinginkan.

**Winta Julian Indah Lase et all | Pengaruh Konsentrasi Perekat Amilum Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berasal Dari Hasil Pirolisis Limbah Padat Industri Kelapa**

**a. Hasil Uji DTA**

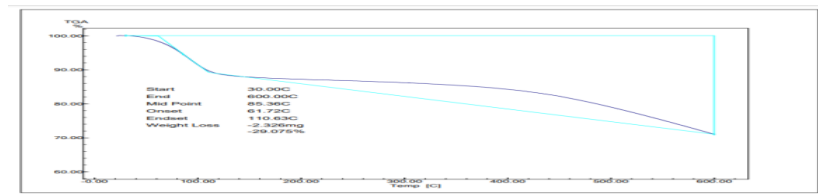


**Gambar 3. Uji DTA Briket Bioarang Tanpa Perekat**

Berdasarkan pengujian diatas dapat dilihat bahwa hasil uji DTA pada sampel briket bioarang tanpa perekat dengan variasi perbandingan 90% :

10% dimana nilai  $\Delta H$  sebesar -206.20 cal/g pada temperatur 100°C.

**b. Hasil Uji TGA**



**Gambar 4. Uji TGA Briket Bioarang Tanpa Perekat**

Berdasarkan pengujian diatas dapat dilihat bahwa hasil uji TGA pada sampel briket bioarang tanpa perekat

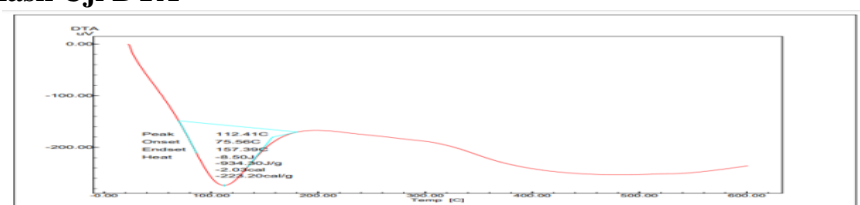
dengan variasi perbandingan 90% : 10%. TGA berat yang hilang (weight loss) sebesar -29.075% atau 29% pada temperatur 100°C.

**2. Uji DTA dan TGA Briket Bioarang menggunakan Perekat**

Analisa DTA dan TGA keduanya memberikan informasi yang lebih detail tentang sifat termal bahan. Analisa DTA dan TGA dilakukan pada sampel briket bioarang dengan variasi perbandingan 90% arang : 10% Perekat amilum dimana

perbandingan 90% : 10% ini merupakan perbandingan optimum yang diperoleh sehingga dilakukan pengujian selanjutnya yakni uji DTA dan TGA untuk mengetahui nilai  $\Delta H$  dan weight loss.

**a. Hasil Uji DTA**

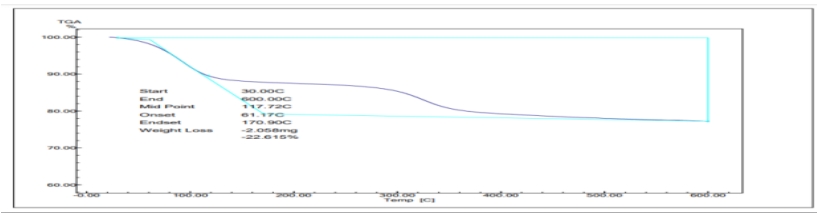


**Gambar 5. Uji DTA Briket Bioarang Menggunakan Perekat**

Hasil uji DTA pada sampel briket bioarang menggunakan perekat dengan variasi sampel 90% : 10% diperoleh nilai  $\Delta H$  sebesar -223.20 cal/g pada temperatur 100°C.



**b. Hasil Uji TGA**



**Gambar 6.** Uji TGA Briket Bioarang Menggunakan Perekat

Hasil uji TGA pada sampel briket bioarang menggunakan perekat dengan variasi sampel 90% : 10% diperoleh nilai menghasilkan nilai berat hilang (weight loss) sebesar -22.615% atau 22%.

**3 KESIMPULAN**

1. Briket bioarang yang berasal dari hasil pirolisis limbah padat industri kelapa dengan penambahan perekat amilum yang memiliki nilai optimum adalah briket bioarang dengan campuran bahan baku (arang) 90% dan perekat 10%. Briket bioarang tersebut telah memenuhi ketentuan SNI No. 01/6235/2000 meliputi nilai kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, karbon terikat, kerapatan, berat jenis, laju pembakaran, kuat tekan dengan nilai berturut yaitu 11,46%, 3,88%, 18,86 %, 77,26%, 1,105 gr/cm<sup>3</sup>,  $1,105 \times 10^{-16}$  Kg/m<sup>2</sup>.s<sup>2</sup>, 0,108 g/cm<sup>2</sup>, 42, 654 N/m<sup>2</sup>.
2. Nilai kalor pembakaran dari kedua jenis briket bioarang yakni briket bioarang tanpa perekat dan dengan perekat memiliki nilai berturut yaitu 6.600 cal/g dan 6.200 cal/g yang menandakan kualitas briket bioarang baik. Pada data hasil pengujian DTA dan TGA menghasilkan nilai pengujian untuk briket bioarang menggunakan perekat dengan nilai berturut yaitu -223.20 cal/g dan -22.615% sedangkan hasil data pengujian DTA dan TGA pada briket bioarang tanpa perekat menghasilkan nilai berturut yaitu -206.20 cal/g dan -29.075%.

**4. DAFTAR PUSTAKA**

- Anom, I. D. K., & Lombok, J. Z. (2020). Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Kantong Plastik sebagai Bahan Bakar Bensin. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 96–101. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i2.206>
- Ardiansyah, I., Putra, A. Y., & Sari, Y. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 4(2), 120–133.
- Fitriana, W., & Febrina, W. (2021). Analisis Potensi briket bioarang sebagai sumber energi terbarukan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(2), 147–154. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v10i2.147-154>
- Halawa, E. N. I., Tarigan, M., Gultom, E., Purwandari, V., & Jiamin, O. A. (2023). Processing of Sawdow Waste of Mahoni and Jati Wood as a Material Gypsum Ceiling Fillers with Polivinyll Adhesive Alcohol. *Jurnal kimia saintek dan pendidikan*, 7(1), 51-58.

**Winta Julian Indah Lase et all / Pengaruh Konsentrasi Perekat Amilum Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berasal Dari Hasil Pirolisis Limbah Padat Industri Kelapa**

- Naimah, S., & Aidha, N. N. (2017). Karakteristik gas hasil proses pirolisis limbah plastik polietilena (PE) dengan menggunakan katalis residue catalytic cracking (RCC). *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 39(1), 31–38. <https://doi.org/10.24817/jkk.v39i1.2750>
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut Dan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kalor Biobriket Dengan Perekat Molase. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 02(01), 8–14. <https://doi.org/10.24198/jiif.v2i1>
- Pertiwi, S., Tarigan, M., & Harahap, M. (2023). Mechanical Properties of Cellulose-based Extracted from Nata de coco. *Jurnal kimia saintek dan pendidikan*, 7(1), 46-50.
- Purwandari, V., Rianna, M., Isnaeni, I., Zou, Y., Harahap, M., Halawa, G., ... & Tok, A. I. Y. (2023). The role of biocatalysts in the synthesis of graphene nanosheets from sub-bituminous coal. *Materials Science for Energy Technologies*, 6, 282-289.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–21.
- Sondakh, R. C., & Hayatudin, H. (2022). Perbandingan Biomassa Pertanian Sebagai Energi Terbarukan Briket Arang. *Jurnal Ilmiah Giga*, 25(1), 45. <https://doi.org/10.47313/jig.v25i1.1720>
- Suryani, I., U, M. Y. P., & Dahlan, M. H. (2012). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Buah Bintaro dan Tempurung Kelapa menggunakan Perekat Amilum. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 24–29. <https://docplayer.info/59249275-Pembuatan-briket-arang-dari-campuran-buah-bintaro-dan-tempurung-kelapa-menggunakan-perekat-amilum.html>
- Warokka, A., & Sirun, A. (2018). Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Hasil Proses Pirolisis. *Jurnal Teknologi Infrastruktur Berkelanjutan (Jtib)*, 1(1), 52–61. <http://p3m.polimdo.ac.id/jurnal/index.php/JTIB/article/view/Warokka>
- Wicaksono, M. A., & Arijanto. (2017). Pengolahan sampah plastik jenis Pet(Polyethylene Perephthalathe) menggunakan metode pirolisis menjadi bahan bakar alternatif. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 9–15. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/>
- Yana, S., Hanum, F., Studi, P., Fakultas, M., Serambi, U., Banda, M., Indonesia, A., Studi, P., Fakultas, A., Serambi, U., Banda, M., & Indonesia, A. (2023). Peluang Ekspansi Energi Terbarukan Biomassa dengan Analisis SWOT. VIII(1),4947–4956. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i1.566>