

## **Analisis Fisis Briket Berbahan Baku *Sludge* Biogas dengan Perekat Daun Randu (*Ceiba Pentandra*)<sup>1</sup>**

### ***Physical Analysis of Biogas Sludge Briquettes Using Randu Leaf Adhesive (*Ceiba Pentandra*)***

Nur Faizin<sup>a,2</sup>, Hegy Eka Anugrah<sup>b</sup>, Zeni Ulma<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip PO. BOX 164 Jember

#### **ABSTRAK**

Limbah *sludge* biogas dari kotoran sapi berpotensi untuk dibuat briket. Kotoran sapi dapat digunakan sebagai bahan baku briket karena memiliki kandungan kimiawi cukup baik. Kandungan kimiawi kotoran sapi antara lain 22,59% selulosa, 18,32% hemiselulosa, 10,20% lignin, 34,72% total karbon organik, serta 1,26% total nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi terbaik dan karakteristik briket perekat daun randu terhadap kualitas briket *sludge* biogas. Data pada penelitian ini diperoleh dari 6 pengujian yaitu uji kadar air, kadar abu, densitas, densitas kamba, laju pembakaran, dan nilai kalor. Variasi sampel yang digunakan adalah rasio antara bahan baku dengan bahan perekat. Rasio sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu (75% : 25%), (70% : 30%), dan (65% : 35%). Metode pengarang yang digunakan adalah pirolisis, proses ini berlangsung selama 2-3 jam menggunakan suhu 200-300°C. Hasil terbaik diperoleh untuk variasi V1 yaitu kadar air 6,7638% (SNI<8), kadar abu 1,0199% (SNI<8), densitas 1,1627 g/cm<sup>3</sup>(SNI>0,44), densitas kamba 0,3563 g/cm<sup>3</sup>, serta laju pembakaran 0,0887 g/s. Sedangkan nilai kalor yang diperoleh sebesar 2,667 kkal/g. Nilai kalor ini masih belum memenuhi standar SNI yaitu  $\geq 5$  kkal/g sehingga membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: *sludge* biogas, briket, daun randu.

#### **ABSTRACT**

The biogas sludge from cow dung has the potential to be made into briquettes. Cow dung can be used as raw material for briquettes because it has a fairly good chemical content. The chemical content of cow dung includes 22.59% cellulose, 18.32% hemicellulose, 10.20% lignin, 34.72% total organic carbon, and 1.26% total nitrogen. This study aims to determine the best composition and characteristics of the adhesive briquettes of randu leaves on the quality of biogas sludge briquettes. The data in this study were obtained from 6 tests, namely water content, ash content, density, kamba density, combustion rate, and calorific value. The variation of the sample used is the ratio between the raw material and the adhesive. The sample ratios used in this study are (75%: 25%), (70%: 30%), and (65%: 35%). The writing method used is pyrolysis, this process lasts for 2-3 hours using a temperature of 200-300°C. The best results were obtained for the variation of V1, namely water content 6.7638% (SNI<8), ash content 1.0199% (SNI<8), density 1.1627 g/cm<sup>3</sup> (SNI>0.44), kamba density 0.3563 g/cm<sup>3</sup>, and combustion rate of 0.0887 g/s. While the calorific value obtained is 2.667 kcal/g. This calorific value still does not meet the SNI standard, namely > 5 kcal/g so that it requires further research. **Keywords:** *sludge* biogas, briquettes, randu leaves.

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 6 Oktober 2022, Revised: 6 Desember 2022, Accepted: 9 Desember 2022, Published: 22 Desember 2022

<sup>2</sup> E-mail: [nur.faizin@polije.ac.id](mailto:nur.faizin@polije.ac.id)

## PENDAHULUAN

Biomassa merupakan salah satu sumber energi yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya. Hal ini dikarenakan energi biomassa memiliki sejumlah keunggulan. Selain diproduksi sebagai bahan pangan, biomassa juga diproduksi sebagai sumber energi alternatif (bahan bakar) (Parinduri dan Parinduri, 2020). Contoh dari biomassa itu sendiri antara lain pepohonan, rumput, tanaman, ubi, limbah hutan, limbah pertanian, dan juga kotoran ternak (Suganal dan Hudaya, 2019). Disisi lain, Indonesia banyak menghasilkan limbah peternakan yang belum dimanfaatkan secara optimal, sisa konversi biogas dianggap sebagai masalah baru yakni produk samping biogas sebagai pupuk memakan tempat serta belum diimbangi dengan produksi kotoran tenak yang semakin tidak dapat dikendalikan (B. Suharto and A. T. Sutanhaji, 2018).

Berdasarkan pelaksanaan survei pertanian pada tahun 2018 melalui proses verifikasi dan validasi data peternakan secara berjenjang dari tingkat daerah hingga nasional, diperoleh data bahwa perkiraan populasi ruminansia atau hewan pemamah besar berjumlah 17,9 juta ekor. Angka tersebut terdiri dari sapi potong, sapi perah, dan kerbau. Adapun jumlah dari masing-masing hewan tersebut adalah 16,43 juta ekor (sapi potong), 581.822 ekor (sapi perah), dan 894.278 ekor (kerbau). Pada tahun 2019, populasi ruminansia diproyeksikan tumbuh menjadi 18,12 juta ekor ruminansia besar (Sarwani, N. Sunardi, E. Nurzaman AM, M. Marjohan, and Hamsinah, 2020). Bahan baku utama biogas ialah non-fosil, kandungan yang terdapat pada kotoran sapi tersusun atas 22,59% selulosa, 18,32 hemiselulosa, 10,20% lignin, 34,72% total karbon organik, serta 1,26% total nitrogen. Berdasarkan kandungan selulosa yang tinggi maka kotoran sapi dapat menghasilkan biogas dalam jumlah yang banyak (Effendy dan Syarif, 2018). Contoh bentuk *sludge* biogas ditunjukkan oleh Gambar 1.



**Gambar 1.** *Sludge* Biogas

Untuk menghasilkan briket yang memiliki kualitas yang baik maka diperlukan bahan perekat yang baik pula. Penggunaan bahan perekat pada proses pembuatan briket sangat perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Jenis perekat yang digunakan pada pembuatan briket memiliki pengaruh pada nilai kalor, ketahanan tekan, kerapatan, kadar air serta kadar abu (B. Suharto and A. T. Sutanhaji, 2018).



**Gambar 2.** Daun Randu

Pada penelitian ini bahan perekat yang digunakan yakni daun randu (*Ceiba pentandra*). Dipilih daun randu karena ketersediaannya melimpah akan tetapi pemanfaatannya belum optimal bahkan dibiarkan begitu saja. Selain ketersediaan yang melimpah, daun randu juga memiliki kandungan senyawa polifenol yaitu tanin sebesar 17,454% dimana angka tersebut memenuhi syarat untuk di jadikan bahan perekat briket. Tanin merupakan senyawa yang cukup banyak terkandung pada tumbuhan lain yang berasa pahit dan kelat (Sribudiani dan Somadona, 2021).

### Briket

Briket adalah sebuah padatan yang diperoleh melalui proses pemberian tekanan serta pemampatan, apabila dibakar akan menghasilkan sedikit asap (Arni, Labania, & Nismayanti, 2014). Biobriket adalah suatu energi biomassa yang tidak merusak lingkungan (*eco friendly*) dan mudah terurai (*biodegradable*) (Ariyanto, Karim, & Firmansyah, 2014). Briket terdiri dari sisa-sisa makhluk hidup atau biomassa seperti, ranting, kayu-kayuan, rumput, daun, cangkang, sekam, kulit buah, jerami, kertas, limbah rumah tangga hingga limbah pertanian lainnya yang mampu di karbonisasi, sehingga briket ini termasuk bahan bakar padat ramah lingkungan serta bersifat terbarukan (Muhammad Faizal, Achmad Daniel Rifky, & Irwanto Sanjaya, 2018).

Briket dihasilkan melalui beberapa proses diantaranya karbonisasi, pembuatan perekat, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan. Limbah biomassa dibuat menjadi briket bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik serta nilai kalor. Limbah ini dapat diolah menjadi bahan baru dengan sifat-sifat yang lebih baik (lebih tahan terhadap cuaca, kualitas lebih stabil, serta waktu penyimpanan lebih lama) mudah ditangani dan memiliki nilai kalor yang tinggi (Haryono, Rahayu, & Deawati, 2021). Kualitas briket arang dapat diukur melalui Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam SNI sifat-sifat briket yang diukur antara lain nilai kalor, massa jenis, kadar air, keteguhan tekan, zat mudah menguap, kadar abu. Sedangkan standar kualitas briket arang di Indonesia mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6235-2000 serta mengacu pada sifat briket arang Jepang, Inggris dan USA. Seperti yang tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar Kualitas Briket Arang

Sifat Kualitas Briket Arang	Standar				
	P3HH*	SNI 01-6235-2000	Jepang	Inggris	Amerika
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	> 0,7	> 0,44	1-2	0,84	1
Kadar Air (%)	< 8	< 8	6-8	3-4	6

Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	> 12	-	60	12,7	62
Zat Mudah Menguap (%)	<30	< 15	15-30	16	19
Kadar Abu (%)	< 8	< 8	3-6	8-10	18
Karbon Terikat (%)	> 60	> 0,77	60-80	75	58
Nilai Kalor (kal/g)	> 6000	> 5000	6.000-7.000	7.300	6.500

Sumber: (A. Ningsih, 2019)

### **Bahan perekat**

Bahan perekat briket merupakan suatu bahan yang dapat mempertahankan dua benda berdasarkan ikatan permukaannya. Secara umum, perekat merupakan zat yang memiliki kemampuan untuk menempel serta melekat pada suatu benda yang dapat merekatkan beberapa material satu sama lain dengan pengikat permukaan (Anizar, Sribudiani, & Somadona, 2020). Bahan pengikat pada proses pembriketan sangat dibutuhkan apabila biomassa yang digunakan sebagai bahan baku briket memiliki densitas, kadar karbohidrat, kadar lignin, mampu larut dalam air, dan kadar protein rendah, karena bahan-bahan tersebut mampu membentuk jembatan ikatan antar butiran-butiran arang (Haryono, Rahayu, & Deawati, 2021).

Terdapat 2 jenis perekat yaitu perekat organik dan anorganik. Perekat organik merupakan perekat yang berbahan dasar dari bahan organik tumbuhan. Perekat ini relatif mudah diperoleh dan murah. Pada saat proses pembakaran, perekat berbahan organik ini menghasilkan abu yang relatif sedikit. Perekat anorganik memiliki kemampuan mengikat bahan yang relatif kuat dibandingkan perekat organik, akan tetapi biaya yang dikeluarkan lebih tinggi dan menghasilkan abu yang lebih banyak dibandingkan perekat organik (H. P. Putra, L. Hakim, Y. Yuriandala, & D. A. K, 2013).

Daun pohon randu memiliki bentuk majemuk ujung runcing pangkal tumpul tepi rata, memiliki lebar sekitar 2-3 cm, panjang sekitar 5-16 cm, bertangkai panjang dan bertulang menyirip (N. Apriliani, A. Ardiansyah, Siswanti, & S. Sudarmi, 2016). Pada Bagian daun randu terkandung gula pereduksi, saponin, polifenol, poliuronoid, tannin, plobatanan, damar yang pahit, flavonoid dan damar pahit. Sedangkan daun muda randu memiliki kandungan yang berbeda diantaranya yakni, fenol, alkaloid, flavonoid, tannin serta ekstrak etanol (R. H. Pratiwi, 2014). Kadar tanin pada pohon randu sebesar 17,454% (Pratiwi & Heyne, 2014) dan komponen bioaktif tanin sebesar 0,48 mg (E. T. Friday, O. James, O. Olusegun, & A. Gabriel, 2011). Tanin merupakan polifenol alami yang banyak digunakan sebagai perekat tipe eksterior (D. M. Amaliyah, M.T., R. Y. Lestari, M. L. Raharjo, B. T. Cahyana, and N. Nurmilatina, 2020).

### **Parameter briket**

#### *Nilai kalor*

Nilai kalor bahan bakar merupakan jumlah energi panas maksimum yang dilepaskan oleh bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor dari bahan bakar bertujuan untuk mengetahui energi kalor yang dikeluarkan oleh bahan akibat proses pembakaran. Nilai kalor dari bahan dapat dihitung menggunakan persamaan (1) (ASTM E 711-87):

$$\text{Nilai kalor} = \frac{(T_1 - T_0) \times c}{m} \quad (1)$$

Dimana  $T_0$  adalah suhu awal bahan ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_1$  adalah suhu akhir bahan ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $c = 2575,6$  ( $\text{Cal}/^{\circ}\text{C}$ ), dan  $m$  adalah massa bahan (gram).

#### ***Kadar air***

Kegunaan hasil uji kadar air ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya. Di samping itu pula nilai kadar air ini dapat digunakan untuk pengujian lainnya seperti pada pengujian penentuan batas cair dan batas plastis (Norhadi, Fauzi, & Rukmana, 2018). Pada umumnya pengujian kadar air melalui proses pengeringan bahan. Saat proses pengeringan energi kalor diserap oleh air yang ada di dalam bahan. Energi kalor yang diserap air cukup untuk proses penguapan sehingga bahan akan menjadi kering (Aminah, Faizin, & Mahardiyanto, 2022). Nilai kadar air bahan dapat dihitung menggunakan persamaan (2) (P. Jittabut, 2015):

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana  $w$  adalah kadar air (%),  $m_1$  adalah massa awal bahan (gram), dan  $m_2$  adalah massa bahan setelah dikeringkan (gram).

#### ***Massa jenis***

Massa jenis bahan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan yang konvensional yaitu (D. Huko, D. N. Kamau, & W. O. Ogola, 2015):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Dimana  $\rho$  adalah massa jenis bahan ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ ),  $m$  adalah massa bahan,  $V$  adalah volume bahan. Massa jenis dapat ditentukan dengan mengetahui massa dan volume bahan. Massa bahan diukur langsung dengan menggunakan alat ukur massa. Sedangkan volume bahan dapat diketahui dengan menggunakan metode Archimedes.

#### ***Kadar abu***

Kadar abu dari sampel briket dapat diketahui dengan membandingkan antara massa bahan sebelum diabukan dengan massa bahan setelah diabukan. Proses pengabuan menggunakan *furnace* dimana suhu yang digunakan, disetting secara bertingkat mulai dari  $450^{\circ}\text{C}$  hingga  $950^{\circ}\text{C}$ . nilai kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) (D. Huko, D. N. Kamau, & W. O. Ogola, 2015):

$$\%abu = \frac{m_a}{m_b} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana  $m_a$  adalah massa abu (gram) dan  $m_b$  adalah massa awal briket (gram).

#### ***Laju pembakaran***

Laju pembakaran briket dapat diketahui dengan cara membandingkan antara massa briket sebelum dibakar dengan waktu pembakaran sampai briket habis terbakar atau menjadi abu. Laju pembakaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) (L. G. Hassan, N. A. Sani, A. . Sokoto, and U. G. Tukur, 2018):

$$v_b = \frac{m_t}{t} \quad (5)$$

Dimana  $v_b$  adalah laju pembakaran briket ( $\text{gram}/\text{s}$ ),  $m_t$  adalah massa abu briket (gram), dan  $t$  adalah waktu pembakaran (sekon).

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan

Penelitian ini membutuhkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat briket serta dalam proses pengujianya. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Alat:

1. Tungku untuk karbonisasi *sludge* biogas
2. Alat pengempa (pengepres briket) untuk mencetak briket
3. *Sieve Shaker* untuk mengayak ukuran butir arang
4. Furnace untuk pengujian kadar abu
5. Oven untuk proses pengeringan briket
6. Gelas ukur untuk mengukur volume briket
7. Neraca digital untuk mengukur massa briket
8. *Stopwatch* untuk mengukur lama waktu pembakaran briket
9. *Bomb Calorimeter* untuk mengukur nilai kalor briket
10. *Thermometer alcohol* untuk mengukur suhu pemanasan briket

Bahan:

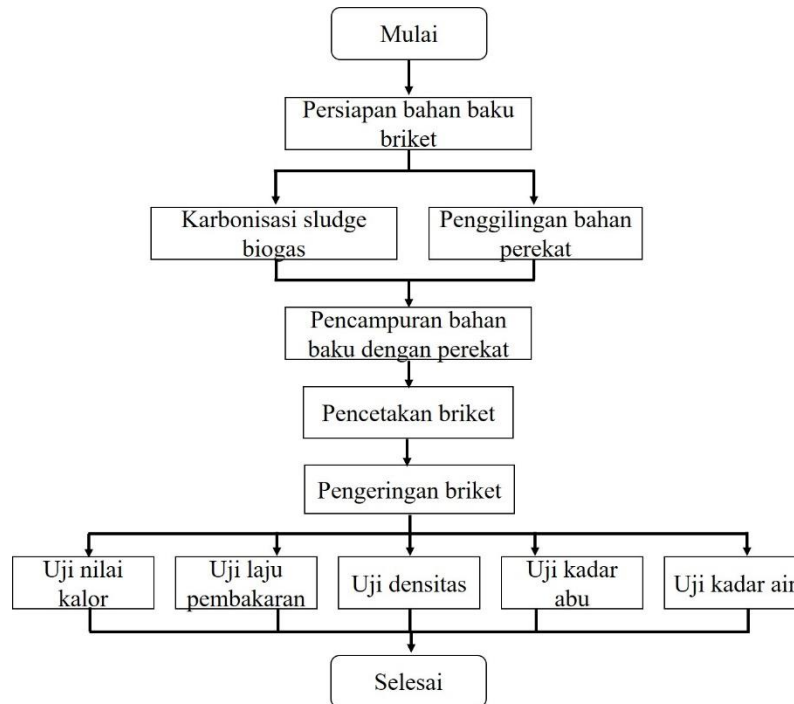
1. *Sludge* Biogas dari kotoran sapi.
2. Daun Randu yang masih segar dan berwarna hijau.

Alat dan bahan diatas digunakan untuk membuat briket dengan komposisi briket yang divariasikan. Briket yang dibuat bermassa total 30 g (*sludge* biogas dan perekat). Adapun variasi komposisi dari briket yaitu:

- a) Variasi 1 (V1) = 75% (22,5g) *sludge* biogas dengan 25% (7,5g) Perekat daun randu,
- b) Variasi 2 (V2) = 70% (21g) *sludge* biogas dengan 30% (9g) Perekat daun randu,
- c) Variasi 3 (V3) = 65% (19,5g) *sludge* biogas dengan 35% (10,5g) Perekat daun randu.

### Diagram alir pembuatan briket

Pelaksanaan kegiatan dari penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan baku, karbonisasi *sludge* biogas pencampuran bahan baku, pencetakan, pengeringan dan pengujian karakteristik briket. Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

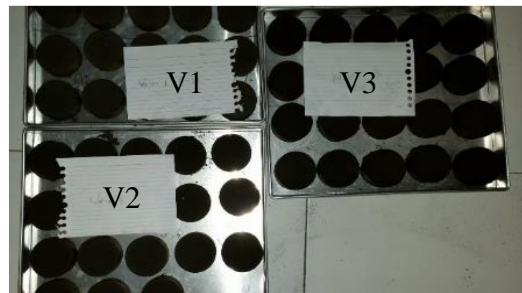


**Gambar 3.** Diagram Alir Pembuatan Briket

Proses persiapan bahan baku meliputi penyiapan *sludge* biogas sebagai bahan baku dan daun randu sebagai perekat. Setelah bahan disiapkan selanjutnya adalah mengkarbonisasi *sludge* biogas. Proses karbonisasi bertujuan untuk membuat *sludge* biogas menjadi arang. Pengarangan *sludge* biogas berlangsung selama 2-3 jam. Dalam waktu yang bersamaan dengan proses karbonisasi, daun randu ditambahkan air dan dihancurkan dengan blender. Setelah *sludge* biogas sudah menjadi arang maka dicampur dengan bahan perekat sesuai dengan variasi yang telah ditetapkan yaitu V1, V2, dan V3. Selanjutnya proses pencetakan briket menggunakan alat pengempa. Briket yang dibuat berbentuk tabung dengan dimensi rata-rata diameter 60 mm dan tinggi 30 mm. Setelah briket tercetak selanjutnya adalah proses pengeringan briket, proses ini bermaksud untuk mengurangi kadar air dalam briket berkurang akibat proses pencampuran dengan bahan perekat. Proses pengeringan briket dilakukan selama 8 jam di dalam oven bersuhu 105°C. Briket yang sudah kering dilanjutkan ke proses pengujian atau karakterisasi yaitu nilai kalor, kadar air, densitas, kadar abu, dan laju pembakaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan briket dengan variasi V1 (75% bahan: 25% perekat), V2 (70% bahan: 30% perekat), dan V3 (65% bahan: 35% perekat). Briket yang telah dibuat seperti ditunjukkan oleh Gambar 4. Karakterisasi briket diketahui dengan mengukur 5 parameter briket yaitu nilai kalor, kadar air, densitas, kadar abu, dan laju pembakaran. Dari 5 parameter tersebut nilai kalor briketlah yang paling diutamakan. Nilai kalor menunjukkan potensi briket terhadap energi kalor yang dihasilkan oleh briket. Sedangkan 4 parameter yang lain melengkapi karakteristik dari briket yang telah dibuat.

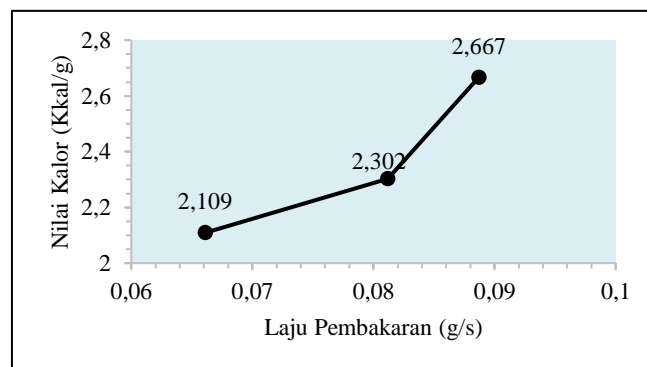


Gambar 4. Briket *Sludge* Biogas

### Karakteristik briket

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan alat *bomb* calorimeter. Dengan menggunakan alat ini diketahui besar energi bruto yang terdapat pada briket *sludge* biogas. Nilai kalor untuk 3 variasi menunjukkan nilai kalor briket yang berbeda. Variasi 1 (V1) dengan komposisi briket 75% *Sludge Biogas* dengan 25% perekat menghasilkan nilai kalor sebesar 2,667 kkal/g, V2 dengan komposisi briket 70% *Sludge Biogas* dengan 30% perekat menghasilkan nilai kalor sebesar 2,302 kkal/g, kemudian nilai kalor untuk V3 dengan komposisi 65% *Sludge Biogas* dengan 35% perekat daun randu sebesar 2,109 kkal/g. Nilai kalor tertinggi pada penelitian ini masih belum memenuhi SNI yaitu  $>5$  kkal/g.

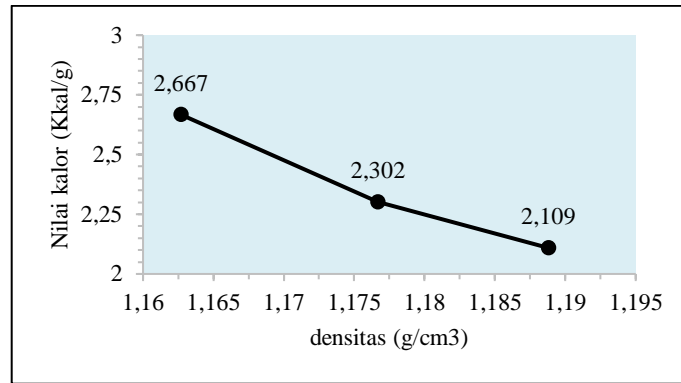
Pengujian laju pembakaran briket menghasilkan nilai yang berbeda juga untuk setiap variasi. Nilai laju pembakaran dari masing-masing variasi V1, V2, dan V3 berturut-turut yaitu 0,0887 g/s, 0,0812 g/s, dan 0,0661 g/s. Jika dihubungkan antara laju pembakaran dengan nilai kalor briket maka diperoleh hubungan yang beriringan. Plot grafik hubungan antara nilai kalor dengan laju pembakaran ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Kalor vs Laju Pembakaran

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa laju pembakaran briket berbanding lurus dengan nilai kalor. Semakin tinggi laju pembakaran briket maka nilai kalor yang terkandung dalam briket juga semakin tinggi. Dilihat dari nilai kalor, briket yang memiliki komposisi bahan perekat paling besar memiliki nilai kalor paling rendah yaitu 2,109 kkal/g. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kalor dari perekat daun randu dapat menurunkan nilai kalor dari arang *sludge* biogas. Nilai kalor kotoran sapi dapat mencapai 4 kkal/g sedangkan limbah pertanian dapat menghasilkan kalor 6 kkal/g (Santosa, Mislaini, & Anugrah, 2010).

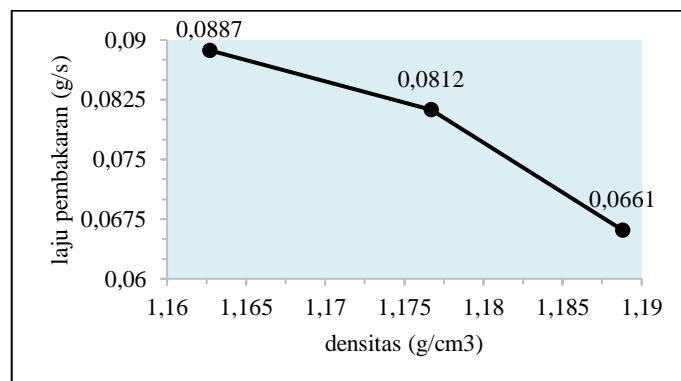




**Gambar 6.** Nilai Kalor vs densitas

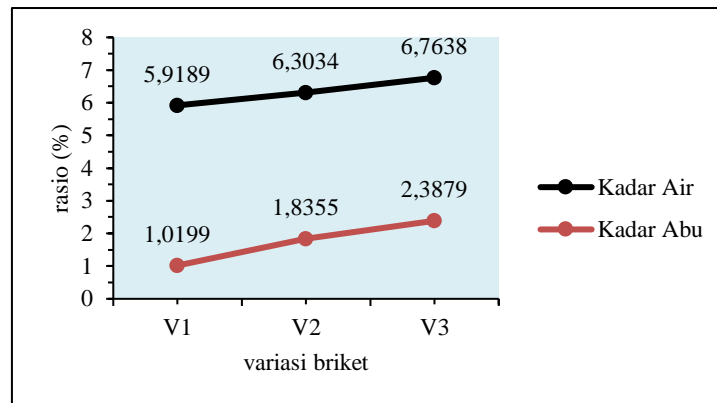
Salah satu karakteristik fisik yang dimiliki briket adalah densitas. Dalam penelitian ini densitas dari briket yang divariasikan komposisinya diperoleh nilai V1, V2, dan V3 berturut turut adalah 1,1627 g/cm<sup>3</sup>, 1,1767 g/cm<sup>3</sup>, dan 1,1888 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas paling besar diperoleh pada V3 yaitu 1,1888 g/cm<sup>3</sup>. Besarnya densitas dari briket dipengaruhi oleh komposisi bahan perekat. Diketahui bahwa untuk V3 komposisi bahan perekatnya adalah 35% dan 10% lebih tinggi dari V1. Hal inilah yang menyebabkan nilai densitas V3 lebih tinggi dibandingkan dengan V1. Jika dikomparasikan dengan nilai kalor briket, semakin besar densitasnya maka nilai kalor briket semakin rendah. Gambaran hubungan nilai kalor briket dengan densitasnya ditunjukkan pada Gambar 6. Grafik pada Gambar 5 menunjukkan tren yang menurun seiring dengan meningkatnya massa jenis atau densitas bahan briket. Nilai kalor tertinggi briket diperoleh untuk densitas briket yang bernilai 1,1627 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas untuk masing-masing variasi masih memenuhi SNI yaitu >0,44 g/cm<sup>3</sup>.

Selain nilai kalor, laju pembakaran briket juga dapat ditinjau dari densitas briket. Laju pembakaran tertinggi pada penelitian ini adalah 0,0887 g/s yang diperoleh untuk densitas briket 1,1627 g/cm<sup>3</sup>. Nilai laju pembakaran dan densitas ini diperoleh pada variasi briket yang pertama atau V1 yaitu dengan komposisi bahan 75% *sludge* biogas dan 25% bahan perekat daun randu. Sedangkan laju pembakaran terendah adalah 0,0661 g/s untuk densitas briket 1,1888 g/cm<sup>3</sup>. Tren hubungan antara laju pembakaran dengan densitas sejalan dengan grafik hubungan antara nilai kalor dengan densitas. Grafik yang menunjukkan tren hubungan antara laju pembakaran dengan densitas ditunjukkan pada Gambar 7. Dalam grafik tersebut ditunjukkan bahwa briket yang memiliki komposisi bahan perekat paling tinggi memiliki nilai laju pembakaran yang paling rendah.



**Gambar 7.** Laju pembakaran vs densitas

Pengujian selanjutnya pada penelitian ini adalah kadar air dan kadar abu briket. Nilai kadar air briket ditunjukkan dengan nilai rasio antara massa awal briket dengan massa briket setelah dikeringkan dengan oven. Dari hasil pengujian kadar air diperoleh bahwa nilai kadar air briket tertinggi pada V3 yaitu dengan bahan perekat 35%. Bahan perekat mempengaruhi kadar air briket dikarenakan saat proses pencampuran material, bahan perekat memiliki kandungan air yang sangat tinggi. Nilai kadar air untuk tiap variasi V1, V2, dan V3 berturut-turut adalah 5,9189%, 6,3034%, dan 6,7638%. Nilai ini menunjukkan bahwa kadar air dari masing-masing variasi masih memenuhi SNI yaitu <8%. Grafik nilai kadar air dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Nilai Kadar air dan Kadar Abu

Salah satu karakteristik briket yang penting juga adalah kadar abu briket. Adapun unsur utama abu yakni silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan oleh suatu briket maka akan semakin rendah kualitas briket yang dihasilkan hal ini dikarenakan kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor pada briket (Satmoko, Saputro, & Budiyo, 2013). Dalam penelitian ini diperoleh hasil kadar abu untuk masing-masing variasi V1, V2, dan V3 berturut-turut adalah 1,0199%, 1,8355%, dan 2,3879%. Kadar abu tertinggi diperoleh pada variasi V3 hal ini dikarenakan pada variasi ke-3 komposisi bahan perekatnya tinggi yaitu 35%. Nilai kadar abu briket ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 8. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan bahan perekat briket maka kadar abu dari briket tersebut semakin tinggi pula. Walaupun kadar abu yang diperoleh dalam penelitian ini paling tinggi 2,3879% tetapi nilai ini masih memenuhi SNI yaitu <8%.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pada variasi V1 dengan perbandingan 75% *sludge* biogas dengan 25% perekat daun randu yakni menghasilkan nilai kalor 2,667 kkal/g, laju pembakaran 0,0887 g/s, densitas 1,1627 g/cm<sup>3</sup>, kadar air 6,7638%, dan kadar abu sebesar 1,0199%. Kelima nilai pengujian briket tersebut memenuhi SNI kecuali nilai kalor yang masih belum memenuhi nilai SNI. Untuk meningkatkan nilai kalor pada briket dapat dilakukan dengan reformulasi komposisi antara *sludge* biogas dengan perekat daun randu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, M.T., D. M., Lestari, R. Y., Raharjo, M. L., Cahyana, B. T., & Nurmilatina, N. (2020). Efektivitas ekstrak kayu ulin (*Euxideroxylon zwageri*) sebagai pengawet alami kayu terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(2), 85. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v11i2.5652>
- Aminah, S., Faizin, N., & Mahardiyanto, A. (2022). Implementasi Rotary Dryer dan Website Guna Meningkatkan Pendapatan pada Kelompok Tani Kopi Sumber Kembang. *Journal of Community Development*, 3(2), 97–105. <https://doi.org/10.47134/comdev.v3i2.74>
- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11–17. <http://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i1.9159>
- Apriliansi, N., Ardiansyah, A., Siswanti, & Sudarmi, S. (2016). Ekstraksi Daun Kapuk Randu (*Ceiba pentandra* Gaertn) dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan," ISSN 1693-4393*, 1–7. <https://core.ac.uk/download/pdf/291847925.pdf>
- Ariyanto, E., Karim, M. A., & Firmansyah, A. (2014). Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. *Reaktor*, 15(1), 59. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.1.59-63>
- Arni, Labania, H. M., & Nismayanti, A. (2014). Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang sebagai Sumber Energi Alternatif. *Online Journal of Natural Science*, 3(March), 89–98.
- Effendy, S., & Syarif, A. (2018). *Bahan Bakar Genset Untuk Menghasilkan Energi*. 97–102.
- Friday, E. T., James, O., Olusegun, O., & Gabriel, A. (2011). Investigations on the nutritional and medicinal potentials of *Ceiba pentandra* leaf: A common vegetable in Nigeria. *Plant Physiology and Biochemistry*, 3(June), 95–101.
- Haryono, H., Rahayu, I., & Deawati, Y. (2021). Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Kualitas Briket dari Tongkol Jagung dengan Limbah Plastik Polietilen Terephthalat sebagai Bahan Pengikat. *Jurnal Teknotan*, 14(2), 49. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n2.3>
- Hassan, L. G., Sani, N. A., Sokoto, A. ., & Tukur, U. G. (2018). Comparative Studies of Burning Rates and Water Boiling Time of Wood Charcoal and Briquettes Produced from Carbonized *Martynia annua* woody Shells. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 25(2), 21. <https://doi.org/10.4314/njbas.v25i2.4>
- Huko, D., Kamau, D. N., & Ogola, W. O. (2015). Effects Of Varying Particle Size On Mechanical And Combustion Characteristics Of Mango Seed Shell Cashew Nut Shell Composite Briquettes. *International Journal of Engineering Science Invention*, 4(5), 32–39.
- International, A. (2003). Standard test method for gross calorific value of refuse-derived fuel by the bomb calorimeter. E 711-87. In *ASTM International West Conshohocken*.
- Jittabut, P. (2015). Physical and thermal properties of briquette fuels from rice straw and sugarcane leaves by mixing molasses. *Energy Procedia*, 79, 2–9.
- Muhammad Faizal, Achmad Daniel Rifky, & Irwanto Sanjaya. (2018). Pembuatan briket dari campuran limbah plastik LDPE dan kulit buah kapuk sebagai energi alternatif. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 8–16. <https://doi.org/10.36706/jtk.v24i1.412>
- Ningsih, A. (2019). Analisis kualitas briket arang tempurung kelapa dengan bahan perekat tepung kanji dan tepung sugu sebagai bahan bakar alternatif. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 7(2), 101–110. <https://doi.org/10.32487/jtt.v7i2.708>
- Norhadi, A., Fauzi, M., & Rukmana, M. Y. I. (2018). Penentuan Nilai CBR dan Nilai Penyusutan Tanah Timbunan (Shrinkage Limit) Daerah Barito Kuala. *Poros Teknik*,

- 9(1), 1. <https://doi.org/10.31961/porosteknik.v9i1.506>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbaru. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(2), 88–92.
- Pratiwi & Heyne. (2014). *Morfologi dan Taksonomi Randu (Ceiba pentandra (L.) Gaertn.) Kapuk. Gambar 1*, 7–10.
- Pratiwi, R. H. (2014). Potensi Kapuk Randu dalam Penyediaan Obat Herbal. *Kesehatan Lingkungan*, 1(1), 53–60.
- Putra, H. P., Hakim, L., Yuriandala, Y., & K, D. A. (2013). Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 5(1), 27–35. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol5.iss1.art4>
- Santosa, Mislaini, R., & Anugrah, P. (2010). Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Dari Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian. *Jurnal Teknik Pertanian*, 1–26.
- Satmoko, M. E., Saputro, D. D., & Budiyo, A. (2013). Karakteristik Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 2(1), 1408–1412.
- Sribudiani, E., & Somadona, S. (2021). Karakteristik Perekat Dan Perekatan Tanin Resorsinol Formaldehida Pada Sirekat Akasia (*Acacia Mangium*) Dan Pulai (*Alstonia Scholaris*). *Perennial*, 17(2), 35–44.
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk briket (Skala laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(1), 31–48. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no1.2019.971>
- Suharto, B., & Sutanhaji, A. T. (2018). Uji Kualitas Briket Kotoran Sapi Pada Variasi Kadar Perekat Tapioka dan Suhu Pengeringan. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 39–44.