

# instiper 15

## jurnal\_23082

 14 Maret 2025-4

 Cek Plagiat

 INSTIPER

---

### Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3185199370

Submission Date

Mar 17, 2025, 8:35 AM GMT+7

Download Date

Mar 17, 2025, 8:40 AM GMT+7

File Name

JOURNAL\_TURNITIN\_SIDANG\_PART\_3.docx

File Size

101.6 KB

10 Pages

3,967 Words

25,215 Characters

# 15% Overall Similarity




The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

---

## Top Sources

- 12%  Internet sources
- 6%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## Top Sources

- 12% Internet sources
- 6% Publications
- 4% Submitted works (Student Papers)

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	jurnal.instiperjogja.ac.id	4%
2	Internet	media.neliti.com	1%
3	Student papers	University of North Carolina, Greensboro	<1%
4	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
5	Internet	journal.unhas.ac.id	<1%
6	Internet	artikelpendidikan.id	<1%
7	Publication	Erina Riak Asie, Nyahu Rumbang, Shendy Simanulang, Bambang Supriyono Lutt....	<1%
8	Internet	docobook.com	<1%
9	Internet	es.scribd.com	<1%
10	Student papers	Sriwijaya University	<1%
11	Internet	docplayer.info	<1%

12	Internet	journal.untidar.ac.id	<1%
13	Internet	123dok.com	<1%
14	Internet	ejournal.unsrat.ac.id	<1%
15	Internet	online-journal.unja.ac.id	<1%
16	Internet	jurnal.um-palembang.ac.id	<1%
17	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
18	Internet	ojs.unm.ac.id	<1%
19	Internet	repository.unja.ac.id	<1%
20	Publication	D. MUOZ. "Effect of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> F12 on volatile compounds i...	<1%
21	Publication	Oki Herli Usmayadi, . Nurhaida, Dina Setyawati. "KUALITAS BRIKET ARANG DARI B...	<1%
22	Publication	Rany Puspita Dewi, Trisma Jaya Saputra, Sigit Joko Purnomo. "ANALISIS KARAKTE...	<1%
23	Internet	ejournal.edukhatulistiwa.com	<1%
24	Internet	ejournal.kemenperin.go.id	<1%
25	Internet	el-britz.blogspot.com	<1%

26	Internet	id.123dok.com	<1%
27	Internet	ind.legatechnics.com	<1%
28	Internet	jurnal.ugp.ac.id	<1%
29	Internet	ojs.uho.ac.id	<1%
30	Internet	talenta.usu.ac.id	<1%
31	Publication	Jimmy Titarsole, Rohny S Maail. "ANALISA KUALITAS BRIKET ARANG (STUDI KASUS...	<1%
32	Internet	jurnal.ugm.ac.id	<1%
33	Publication	Opir Rumape, Erni Mohamad, Rindi Antika Mohi. "Optimasi Briket Bungkil Jarak P...	<1%

# AGROFORETECH

Volume XX, Nomor XX, Tahun 2025

## PEMBUATAN BIOBRIKET KOMBINASI DAUN PINUS DAN ECENG GONDOK DENGAN VARIASI KONSENTRASI PEREKAT GETAH KARET

Muh. Indra Ismail<sup>1</sup>, Adi Ruswanto<sup>2</sup>, M. Prasanto Bimantio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

<sup>\*)</sup>Email Korespondensi: [Muhindraismail@gmail.com](mailto:Muhindraismail@gmail.com)

### ABSTRAK

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk biobriket. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biobriket perbandingan daun pinus ; eceng gondok dan variasi konsentrasi perekat getah karet, mengetahui pengaruh perbandingan daun pinus ; eceng gondok dalam pembuatan biobriket, mengetahui pengaruh variasi konsentrasi perekat getah karet pada pembuatan biobriket daun pinus ; eceng gondok dan mengetahui komposisi terbaik dalam pembuatan biobriket yang sesuai dengan SNI. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Blok Lengkap 2 faktor, faktor pertama yaitu perbandingan daun pinus ; eceng gondok dan faktor kedua konsentrasi penggunaan Perekat, Analisis dilakukan terhadap kadar air, kadar abu, nilai kalor, laju pembakaran, kerapatan, dan kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan daun pinus ; eceng gondok mempengaruhi karakteristik biobriket dan variasi konsentrasi perekat getah karet berpengaruh terhadap karakteristik biobriket. Formulasi terbaik diperoleh X3Y2 pada kombinasi 70% daun pinus dan 30% eceng gondok dengan perekat getah karet 90%, yang menghasilkan kadar air dengan hasil 1,43% dan kadar abu yang rendah dengan hasil 12,70%, nilai kalor yang tinggi 6582,29 kal/g, serta kuat tekan dengan hasil 65,25 kg/cm<sup>2</sup>, laju pembakaran yang optimal dengan hasil 2,93 g/menit dan kerapatan 0,52 g/cm<sup>3</sup>. Biobriket yang dihasilkan memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Biobriket, daun pinus, eceng gondok, energi alternative, getah karet.

### PENDAHULUAN

Energi tak terbarukan seperti minyak dan gas mempunyai fungsi atau peran yang sangat besar bagi kehidupan kita sehari-hari. Seiring waktu, populasi penduduk di Indonesia makin meningkat atau bertambah sehingga kebutuhan bahan bakar seperti minyak, gas dan lain-lain meningkat dengan pesat oleh alternatif karena itu sangat dibutuhkan sumber energi alternatif. Adapun sumber energi yang dapat diperbaharui adalah biomassa, biomassa sendiri merupakan limbah organik yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif salah satunya pembuatan briket.

2 Sebelumnya, pembuatan briket arang dari peneliti terdahulu telah menggunakan berbagai bahan baku, seperti serbuk gergajian kayu campuran, ranting dan dahan kecil berdiameter kurang dari 8 cm, bahbiran kayu, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, tempurung kemiri, dan briket kayu yang menggunakan serbuk gergajian kayu. Bahan-bahan ini umumnya digunakan karena ketersediaannya dan sifat-sifat pembakaran yang baik (Wicaksono & Nurhatika, 2019)

Secara umum, daun pinus mengandung sekitar 30-40% selulosa, 20-30% lignin, dan 15-25% hemiselulosa, menjadikannya sumber yang potensial untuk bahan bakar bioenergi seperti biobriket. Selain itu, terdapat kandungan mineral dan abu dalam jumlah yang bisa mencapai sekitar 1-5%, yang mempengaruhi sifat pembakaran dan stabilitas briket. Penggunaan daun pinus untuk biobriket juga menghadirkan manfaat ekonomi dan ekologis dengan memanfaatkan limbah biomassa dari industri kayu atau pengelolaan hutan secara berkelanjutan (Nining *et al.*, 2020)

27 Getah karet alam juga dapat digunakan sebagai perekat untuk briket. Proses pembuatan briket melibatkan pencampuran bahan bakar padat, seperti serbuk kayu atau serbuk arang, dengan bahan perekat untuk membentuk massa padat yang dapat dibakar. Getah karet alam dapat berfungsi sebagai perekat yang efektif dalam pembuatan briket karena memiliki sifat elastis dan plastisitas yang baik. Dengan menggunakan getah karet alam sebagai perekat, briket dapat dihasilkan dengan sifat mekanik yang baik dan daya rekat yang kuat. Namun, perlu diingat bahwa faktor-faktor lain seperti kelembaban dan proporsi campuran juga dapat mempengaruhi kualitas akhir dari briket yang diproduksi (Suluh, 2019).

19 Semakin tinggi kandungan selulosa dalam bahan baku biomassa, semakin baik kualitas briket yang dihasilkan. Oleh karena itu, eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang tinggi, maka dapat menjadi bahan baku yang baik untuk pembuatan briket. Namun, perlu dicatat bahwa meskipun proses produksi briket tergolong mudah dan tidak memerlukan keterampilan khusus, tetap diperlukan pengaturan dan pemantauan yang baik untuk memastikan kualitas briket yang dihasilkan. Hal ini meliputi pemilihan bahan baku yang tepat, pengeringan yang cukup, dan penggunaan teknik produksi yang benar. Kadar selulosa yang tinggi dalam eceng gondok menunjukkan bahwa bahan ini memiliki potensi yang baik untuk pembuatan briket (Setiowati & Tirono, 2014).

2  
2 Kombinasi daun pinus dan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan biobriket didasarkan pada karakteristik masing-masing bahan yang saling melengkapi. Daun pinus memiliki kandungan selulosa 30-40%, 15-25% hemiselulosa, dan lignin 20-30% yang tinggi, yang berperan sebagai perekat alami dalam proses pembuatan biobriket. Lignin ini berkontribusi dalam meningkatkan daya rekat antarpartikel, sehingga menghasilkan biobriket dengan struktur yang lebih padat dan kokoh. Sementara itu, eceng gondok memiliki kandungan selulosa 64% dan hemiselulosa sekitar 20-35%, yang berperan dalam mendukung proses pembakaran yang lebih stabil dan merata. Dengan demikian, kombinasi kedua bahan sangat berpotensi dapat menghasilkan biobriket dengan karakteristik fisik yang baik (Abdul Halim, Andi Setiawan, 2021).

Getah karet sebagai perekat dalam pembuatan biobriket didasarkan pada kandungan kimia dan sifat fisiknya yang berkontribusi terhadap peningkatan kualitas produk akhir. Getah karet mengandung *Cis-1,4-Polyisoprene* ( $\pm 94\%$ ) yang memberikan elastisitas dan daya rekat tinggi, memungkinkan partikel biomassa menyatu secara optimal, sehingga menghasilkan biobriket yang lebih padat dan kokoh. Selain itu, kandungan protein ( $\pm 2-3\%$ ) dalam getah karet membantu pembentukan struktur perekat yang lebih kuat serta meningkatkan daya ikat antarpartikel biomassa. Selain itu, penggunaan getah karet sebagai perekat alami dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan sintesis yang berpotensi merusak lingkungan,

menjadikannya alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Saputra *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan Mengetahui pengaruh kombinasi daun pinus dan eceng gondok dalam pembuatan biobriket. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi perekat getah karet pada pembuatan biobriket kombinasi daun pinus dan eceng gondok. Mengetahui komposisi terbaik dalam pembuatan biobriket yang sesuai dengan SNI. Diharapkan penelitian pembuatan biobriket ini memiliki potensi sebagai sumber energi alternative yang efisien dan ramah lingkungan.

## METODE PENELITIAN

### Alat, Bahan dan Tempat Penelitian

#### Alat

Adapun alat yang digunakan dari penelitian pembuatan biobriket dengan pemanfaatan daun pinus dan eceng gondok sebagai bahan utama ini adalah : alat pencetak briket, baskom *sterless*, sendok, timbangan, papan kayu, korek api, wadah plastik, ayakan 20 *mesh*, neraca analitik, sendok plastik, kompor tungku, , tong pembakaran, alat pirolisis, gunting.

Adapun alat yang di gunakan untuk analisis adalah Krus porselen , penjepit porselen, timbangan analitik, *muffle furnace*, desikator, timbangan analitik, botol timbang, oven, korek api, *stopwatch* dan *Bomb calorimeter*.

#### Bahan

Adapun bahan yang digunakan dari penelitian pembuatan biobriket dengan pemanfaatan daun pinus dan eceng gondok sebagai bahan utama ini adalah daun pinus, eceng gondok, getah karet dan larutan Ammonia 25%.

Bahan yang di gunakan untuk analisis adalah abu arang.

### Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian ini di lakukan di Pilot Plan, Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, dan KP 2 Instiper Ungaran.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan dua faktor perlakuan dengan pengulangan sebanyak 2 kali. Faktor I adalah Perbandingan Daun pinus dan Eceng gondok, dengan tiga taraf, meliputi X1 = 30 % Daun pinus : 70 % Eceng gondok, X2 = 50 % Daun pinus : 50 % Eceng gondok dan X3 = 70 % Daun pinus : 30 % Eceng gondok. Faktor II adalah konsentrasi Getah karet, dengan tiga taraf, meliputi Y1= 80 %, Y2= 90 % dan Y3= 100 %

Perlakuan dilakukan pengulangan 2 kali, maka akan diperoleh  $3 \times 3 \times 2 = 18$  satuan eksperimental. Hasil pengamatan dianalisa statistika dengan ANAKA, apabila berpengaruh nyata diantara perlakuan maka akan di lakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) dengan jengjang nyata 5% untuk melihat pengaruh perbedaan nyata antara perlakuan.

### Prosedur Penelitian

Daun pinus dari hutan Mangunan dan eceng gondok dari pengrajin di Bantul dijemur 3-5 hari, lalu dipotong 10-15 cm. Pengarbonan dilakukan terpisah dalam tong pembakaran/pirolisis selama 180 menit pada suhu 160°C - 200°C. Bioarang yang dihasilkan dihaluskan dan diayak 20 *mesh*. Getah karet dari KP 2 Ungaran disaring, lalu ditambahkan larutan Ammonia 25% (20 gram per kg getah) untuk mencegah koagulasi. Campuran diaduk hingga homogen sebelum digunakan sebagai perekat. Arang daun pinus (30%) dan eceng gondok (70%) dicampur dengan perekat 80% bb, menghasilkan campuran total 144 gram.



Campuran diaduk merata sesuai rancangan percobaan. Campuran dimasukkan ke alat pencetak berukuran 60 cm x 25 cm dengan jari-jari 12,5 cm, lalu ditekan hingga padat. Biobriket berbentuk silinder dikeringkan dalam oven 50°C selama 24 jam sebelum diuji kualitasnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Kimia

#### 1. Kadar Air

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Kadar Air Biobriket dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Uji JBD Kadar Air (%).

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	4,67±0,00	4,73±0,01	4,83±0,04	4,74±0,01 <sup>a</sup>
X2 (50%:50%)	2,65±0,04	2,77±0,01	2,84±0,04	2,75±0,03 <sup>b</sup>
X3 (70%:30%)	1,35±0,00	1,43±0,01	1,53±0,00	1,43±0,003 <sup>c</sup>
Rerata Y	2,89±0,01 <sup>z</sup>	2,98±0,01 <sup>y</sup>	3,07±0,02 <sup>x</sup>	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan Duncan pada jenjang nyata 5%.

Berdasarkan uji jarak berganda Duncan, faktor X (campuran daun pinus dan eceng gondok) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air briket. Perlakuan X1 (30% daun pinus : 70% eceng gondok) menghasilkan kadar air tertinggi (4,7%), diikuti X2 (50% : 50%) sebesar 2,7%, dan X3 (70% : 30%) dengan kadar air terendah (1,43%). Semakin tinggi proporsi eceng gondok, kadar air meningkat karena sifatnya yang lebih lembab dibanding daun pinus. Kandungan air yang tinggi pada bahan baku dapat memengaruhi kualitas briket, khususnya dalam hal nilai kalor. Kadar air yang rendah cenderung menghasilkan nilai kalor yang lebih baik pada biobriket, sedangkan kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor (Ramadan, 2022)

Berdasarkan uji jarak berganda Duncan, faktor Y (perekat getah karet) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air briket, yang meningkat seiring bertambahnya persentase getah karet. Perlakuan Y1 (80% getah karet) menghasilkan kadar air 2,89%, Y2 (90%) sebesar 2,98%, dan Y3 (100%) tertinggi dengan 3,07%. Menurut penelitian Septianto (2018) Hal ini disebabkan oleh sifat higroskopis getah karet yang menyerap air. Meskipun meningkat, kadar air semua sampel tetap di bawah batas maksimal 8% menurut SNI (01-6235-2000), dengan kadar air tertinggi pada X1 (4,8%).

#### 2. Kadar Abu

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Kadar Abu Biobriket dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Analisis Uji JBD Kadar Abu (%).

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	14,02±0,001 <sup>b</sup>	14,06±0,04 <sup>b</sup>	14,25±0,08 <sup>a</sup>	14,11±0,04 <sup>a</sup>
X2 (50%:50%)	13,22±0,01 <sup>d</sup>	13,37±0,01 <sup>c</sup>	13,42±0,04 <sup>c</sup>	13,33±0,02 <sup>b</sup>
X3 (70%:30%)	12,41±0,06 <sup>f</sup>	12,70±0,01 <sup>e</sup>	12,73±0,01 <sup>e</sup>	12,61±0,02 <sup>c</sup>
Rerata Y	13,21±0,02 <sup>z</sup>	13,37±0,02 <sup>y</sup>	13,46±0,04 <sup>x</sup>	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan Duncan pada jenjang nyata 5%.

Berdasarkan uji Duncan, faktor X (bahan baku daun pinus dan eceng gondok) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu briket. Kadar abu menurun seiring meningkatnya proporsi daun pinus. Sampel X1 (30% daun pinus : 70% eceng gondok) memiliki kadar abu tertinggi (14,11%), diikuti X2 (50% : 50%) sebesar 13,3%, dan X3 (70% : 30%) terendah (12,61%). Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki kandungan mineral lebih tinggi dibanding daun pinus, sehingga meningkatkan kadar abu dalam briket. Dengan demikian, proporsi bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu biobriket (Iriany *et al.*, 2016).

Berdasarkan uji Duncan, faktor Y (perekat getah karet) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu biobriket. Sampel X1 – Y3 (100% getah karet) memiliki kadar abu tertinggi (14,25%), sedangkan X3 – Y1 (80% getah karet) terendah (12,41%). Meskipun peningkatannya tidak terlalu besar, jumlah perekat tetap memengaruhi kadar abu biobriket. Kadar abu meningkat seiring bertambahnya persentase getah karet, yang mengandung mineral seperti kalium (0,5%-1,5%), kalsium (0,5%-1,0%), dan magnesium (0,2%-0,5%) yang merupakan senyawa anorganik yang tidak mengalami pembakaran sempurna (Jayanti *et al.*, 2019)

Berdasarkan uji Duncan, interaksi bahan baku (daun pinus dan eceng gondok) serta perekat (getah karet) berpengaruh nyata terhadap kadar abu biobriket. Kadar abu meningkat seiring tingginya proporsi eceng gondok dalam bahan baku dan konsentrasi getah karet sebagai perekat. Hal ini disebabkan oleh kandungan mineral eceng gondok dan getah karet yang lebih tinggi. Hasil penelitian menunjukkan kadar abu berkisar antara 12,36%–14,30%, melebihi batas SNI (01-6235-2000) (10%), menandakan kadar abu masih cukup tinggi.

### 3. Nilai Kalor

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Nilai Kalor Biobriket dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis Uji JBD Nilai Kalor (kal/g)

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	5935,54±7,08	5887,22±2,53	5777,20±11,63	5866,65±7,08 <sup>c</sup>
X2 (50%:50%)	6372,60±6,31	6261,09±2,56	6172,94±6,99	6268,88±5,28 <sup>a</sup>
X3 (70%:30%)	6654,06±52,11	6582,29±22,72	6471,70±0,99	6569,35±25,27 <sup>b</sup>
Rerata Y	6320,73±21,8 <sup>x</sup>	6243,54±9,27 <sup>y</sup>	6140,61±6,53 <sup>z</sup>	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom apapun baris menunjukkan adanya berbeda nyata berdasarkan Duncan pada jenjang nyata 5%.

Berdasarkan uji Duncan, faktor bahan baku (daun pinus dan eceng gondok) berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor biobriket. Peningkatan proporsi daun pinus meningkatkan nilai kalor, dengan X1 sebesar 5866,65 kal/g, X2 6268,88 kal/g, dan X3 6569,35 kal/g. Daun pinus memiliki kandungan lignin lebih tinggi dibandingkan eceng gondok, yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor karena energi pembakaran lignin lebih tinggi dibandingkan selulosa. Sebaliknya, eceng gondok memiliki kadar air dan abu lebih tinggi, yang menurunkan nilai kalor akibat energi yang digunakan untuk menguapkan air saat pembakaran (Wirawan *et al.*, 2021)

Berdasarkan hasil uji Duncan, faktor Y (perekat getah karet) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu biobriket. Nilai kalor cenderung menurun seiring meningkatnya konsentrasi perekat. Meskipun daun pinus memiliki kandungan energi tinggi (selulosa dan lignin), penambahan perekat yang sulit terbakar mengurangi efisiensi pembakaran. Jika pembakaran tidak sempurna, sebagian energi terbuang dalam bentuk abu, mengurangi nilai kalor briket (Setiorini, 2020). Menurut SNI (01-6235-2000), nilai kalor minimum briket biomassa adalah 5600 kal/g. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi dengan lebih banyak daun pinus memiliki nilai kalor lebih tinggi dari standar SNI.

**B. Analisis Fisik**

**1. Analisis Laju Pembakaran**

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Laju Pembakaran Biobriket dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Analisis Laju Pembakaran (gr/menit)

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	2,18±0,00	2,16±0,01	2,13±0,01	2,15±0,00 <sup>c</sup>
X2 (50%:50%)	2,52±0,01	2,49±0,01	2,47±0,01	2,49±0,01 <sup>a</sup>
X3 (70%:30%)	2,95±0,06	2,91±0,03	2,87±0,01	2,91±0,03 <sup>b</sup>
Rerata Y	2,55±0,02 <sup>x</sup>	2,52±0,01 <sup>y</sup>	2,49±0,01 <sup>z</sup>	

Berdasarkan uji Duncan, perbandingan daun pinus dan eceng gondok (faktor X) berpengaruh sangat nyata terhadap laju pembakaran biobriket. Laju pembakaran meningkat seiring bertambahnya proporsi daun pinus. Daun pinus memiliki kandungan lignin lebih tinggi, yang menghasilkan panas lebih besar saat terbakar. Sebaliknya, eceng gondok memiliki lebih banyak selulosa dan kadar air lebih tinggi, yang memperlambat pembakaran karena sebagian energi digunakan untuk menguapkan air. Dengan demikian, semakin tinggi komposisi daun pinus, semakin tinggi nilai kalor dan efisiensi pembakaran biobriket (Pambudi *et al.*, 2018)

Hasil uji Duncan (Faktor Y) menunjukkan bahwa perekat getah karet berpengaruh sangat nyata terhadap laju pembakaran briket. Semakin banyak perekat yang digunakan, semakin lambat laju pembakaran. Hal ini terjadi karena getah karet bersifat sulit terbakar (*non-volatile*), sehingga meningkatkan kandungan bahan yang tidak mudah terurai dalam briket (Harlinda *et al.*, 2016).

**2. Analisis Kerapatan**

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Kerapatan Biobriket dapat

dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	0,51±0,007 <sup>c</sup>	0,59±0,02 <sup>b</sup>	0,67±0,04 <sup>a</sup>	0,59±0,02 <sup>a</sup>
X2 (50%:50%)	0,49±0,01 <sup>c</sup>	0,56±0,01 <sup>b</sup>	0,61±0,01 <sup>b</sup>	0,55±0,01 <sup>b</sup>
X3 (70%:30%)	0,48±0,03 <sup>c</sup>	0,52±0,01 <sup>c</sup>	0,56±0,00 <sup>b</sup>	0,52±0,01 <sup>c</sup>
Rerata Y	0,49±0,01 <sup>z</sup>	0,55±0,01 <sup>y</sup>	0,61±0,01 <sup>x</sup>	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom apapun baris menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan Duncan pada jenjang nyata 5%.

Berdasarkan uji Duncan (Faktor X), campuran bahan baku daun pinus dan eceng gondok berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan briket. Sampel X1Y3 (30% daun pinus, 70% eceng gondok, 100% perekat) memiliki kerapatan tertinggi ( $0,67 \text{ g/m}^3$ ) karena dominasi eceng gondok yang lebih padat dan membentuk ikatan kuat dengan perekat. Sebaliknya, sampel X3Y1 (70% daun pinus, 30% eceng gondok, 80% perekat) memiliki kerapatan lebih rendah ( $0,48 \text{ g/m}^3$ ) akibat serat daun pinus yang lebih kasar dan ringan serta perekat yang lebih sedikit. Hasil ini menunjukkan bahwa dominasi eceng gondok dan konsentrasi perekat yang optimal meningkatkan kerapatan briket. akibat serat daun pinus yang lebih kasar dan ringan serta perekat yang lebih sedikit.

Menurut penelitian Asmara, (2023) Serat dalam bahan baku memainkan peran krusial dalam menentukan kepadatan briket. Struktur dan karakteristik serat memengaruhi ikatan antarpartikel, sehingga berdampak pada kekuatan tekan, efisiensi pembakaran, serta kualitas keseluruhan briket yang dihasilkan.

Uji Duncan (Faktor Y) menunjukkan bahwa penggunaan perekat getah karet berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan briket. Semakin tinggi konsentrasi perekat, semakin meningkat kerapatan briket. Hal ini disebabkan oleh peran perekat dalam memperkuat ikatan antar partikel bahan baku, mengurangi ruang pori, dan meningkatkan kepadatan struktur briket. Dengan lebih banyak perekat, partikel lebih erat terikat, volume udara berkurang, dan densitas briket meningkat (Jannah *et al.*, 2022)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara bahan baku (daun pinus dan eceng gondok) serta perekat (getah karet) berpengaruh nyata terhadap kerapatan biobriket. Eceng gondok yang lebih dominan cenderung menghasilkan biobriket lebih padat, sedangkan daun pinus yang lebih banyak menurunkan kerapatan. Getah karet meningkatkan ikatan antar partikel, tetapi dengan banyak daun pinus, kerapatan bisa menurun. Sampel X1Y3 (30% daun pinus, 70% eceng gondok, 100% perekat) memiliki kerapatan tertinggi  $0,67 \text{ g/m}^3$ , melebihi standar SNI (01-6235-2000) yaitu ( $0,5-0,6 \text{ g/m}^3$ ). Sebaliknya, sampel X3Y1 (70% daun pinus, 30% eceng gondok, 80% perekat) memiliki kerapatan lebih rendah ( $0,48 \text{ g/m}^3$ ), di bawah standar SNI, akibat dominasi serat kasar daun pinus dan perekat yang lebih sedikit.

### 3. Kuat Tekan

Adapun hasil uji jarak Berganda Duncan Analisis Kuat Tekan Biobriket dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kuat Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )

Konsentrasi Daun Pinus : Eceng Gondok (%)	Variasi Perbandingan Perekat Getah Karet (%)			Rerata X
	Y1 (80%)	Y2 (90%)	Y3 (100%)	
X1 (30%:70%)	57,95±0,21 <sup>d</sup>	63,30±0,28 <sup>c</sup>	68,95±0,78 <sup>a</sup>	63,40±0,42 <sup>a</sup>
X2 (50%:50%)	55,05±0,21 <sup>e</sup>	65,10±0,28 <sup>b</sup>	68,70±0,28 <sup>a</sup>	62,95±0,25 <sup>a</sup>
X3 (70%:30%)	54,60±0,14 <sup>e</sup>	65,25±0,64 <sup>b</sup>	69,30±0,85 <sup>a</sup>	63,05±0,54 <sup>a</sup>
Rerata Y	55,87±0,18 <sup>z</sup>	63,30±0,4 <sup>y</sup>	68,98±0,64 <sup>x</sup>	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom apapun baris menunjukkan adanya berbeda nyata berdasarkan Duncan pada jenjang nyata 5%.

Uji Duncan Faktor X menunjukkan bahwa komposisi daun pinus dan eceng gondok tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tekan briket. Komposisi bahan baku daun pinus dan eceng gondok tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tekan biobriket karena perbedaan ukuran dan tekstur partikel arang tidak cukup besar untuk memengaruhi hasil akhir, meskipun perbedaan tidak terlalu signifikan. Arang daun pinus lebih kasar karena kandungan lignin tinggi, sementara arang eceng gondok lebih halus karena dominasi selulosa dan hemiselulosa, menghasilkan partikel kecil yang mudah menyatu. Dalam pembuatan biobriket, partikel kasar menciptakan lebih banyak ruang udara, sehingga meskipun ditekan, pori-pori tetap besar dan kepadatan rendah. Sebaliknya, partikel halus dari arang eceng gondok mengisi celah lebih baik, menghasilkan struktur yang lebih rapat dan padat. Partikel kasar memang cenderung meninggalkan lebih banyak ruang udara dibanding partikel halus, tetapi selama masih ada perekat yang cukup, celah-celah ini dapat tertutup, sehingga perbedaan bahan baku tidak memberikan dampak besar terhadap kuat tekan (Jaswella *et al.*, 2022)

Berdasarkan uji Duncan, faktor Y (perekat getah karet) berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tekan briket. Variasi konsentrasi perekat menunjukkan dampak nyata, di mana peningkatan kuat tekan terjadi seiring bertambahnya konsentrasi perekat. Hal ini disebabkan oleh daya rekat getah karet yang berfungsi sebagai pengikat antar partikel bahan baku. Semakin banyak perekat yang digunakan, semakin padat dan kuat struktur biobriket, karena perekat mengisi ruang antar partikel, meningkatkan densitas, serta mengurangi kekosongan, sehingga memperkuat daya tahan terhadap tekanan (Syukri *et al.*, 2024)

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi faktor X (komposisi bahan baku) dan faktor Y (perekat getah karet) berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tekan briket. Faktor X sendiri tidak berpengaruh nyata, sedangkan faktor Y berpengaruh nyata. Namun, kombinasi keduanya menghasilkan efek lebih besar, membuktikan bahwa hubungan antara bahan baku dan perekat memengaruhi kuat tekan secara signifikan. Perekat memiliki peran dominan dalam meningkatkan kuat tekan, sementara variasi bahan baku hanya mempengaruhi sifat fisik briket. Menurut Sutrisno *et al.* (2013), perekat lebih menentukan kuat tekan dibandingkan bahan baku, tetapi kombinasi optimal keduanya menghasilkan briket berkualitas tinggi. Hasil analisis menunjukkan semua sampel memenuhi standar SNI 01-6235-2000 ( $\geq 50$  kg/cm<sup>2</sup>).



## KESIMPULAN

22 Kombinasi daun pinus dan eceng gondok berpengaruh signifikan terhadap kualitas biobriket, di mana peningkatan daun pinus meningkatkan nilai kalor (5768,98–6690,90 kal/g), menurunkan kadar air (1,43%–4,74%) dan kadar abu (12,36%–14,30%), serta mempercepat laju pembakaran (1,85–2,99 gr/menit). Sebaliknya, dominasi eceng gondok meningkatkan kadar air dan abu, menghasilkan biobriket lebih padat (0,48–0,67 g/cm<sup>3</sup>) namun dengan laju pembakaran lebih lambat. Penggunaan perekat getah karet berperan dalam menentukan kualitas biobriket, terutama pada kuat tekan (54,60–69,90 kg/cm<sup>2</sup>). Kombinasi terbaik diperoleh pada Sampel X3Y2 (70% daun pinus, 30% eceng gondok, dan 90% perekat getah karet), dengan kadar air 1,43%, nilai kalor 6.582,29 kal/g, kerapatan 0,53 g/cm<sup>3</sup>, kuat tekan 65,70 kg/cm<sup>2</sup>, dan kadar abu 12,70%, yang sebagian besar memenuhi standar SNI.

## SARAN

26 Penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti uji ketahanan biobriket dalam penyimpanan jangka panjang terkait perubahan kadar air dan kekuatan mekanik. Selain itu, disarankan membandingkan getah karet dengan perekat lain seperti pati atau tepung kanji untuk mengetahui alternatif terbaik. Pengaruh suhu dan kelembaban saat pencetakan serta pengeringan juga perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi daya rekat dan kerapatan biobriket.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim, Andi Setiawan, A. A. dan S. B. (2021). Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Nitroselulosa. *Journal of Social Science, Humanities and Humaniora*, 1, 29–39.
- Asmara. (2023). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Effect of Differences Composition and Size Cassava Stick Particle and Coal Againsts Fuel Quality Biocoal Briquette*.
- Harlinda, P. ., Enih, K., Sukaton, R. E., Tangke, E., Irawan, A., Kusuma, W., & Kiswanto, E. : (2016). *Buku Pengetahuan Jenis Getah, Gum-Lateks-Resin*.
- Iriany, Meliza, Firman Abednego S. Sibarani, & Irvan. (2016). Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok Dan Tempurung Kelapa Serta Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 20–26. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i1.1520>
- Jannah, B. L., Pangga, D., & Ahzan, S. (2022). Pengaruh Jenis dan Persentase Bahan Perekat Biobriket Berbahan Dasar Kulit Durian terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v10i1.5293>
- Jaswella, R. W. A., Sudding, S., & Ramdani, R. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), 7. <https://doi.org/10.35580/chemica.v23i1.33903>
- Jayanti, A., Adriani, A., Kristiani, M., & Hapsani, A. H. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Getah Karet Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Biobriket. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(1), 1–9.
- Nining, M., Muhammad Irfan Taufan Asfar, A., Muhamad Iqbal Akbar Asfar, A., sari, A., Yusuf, A., & Muhammadiyah, B. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Briket Arang Bakar Masa Depan Melalui Pemberdayaan Ibu PKK Desa Matajang. *SNPKM: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 36–41.

- <http://journal.unilak.ac.id/index.php/SNPKM/article/view/5249>
- Pambudi, F. K., Nuriana, W., & Hantarum. (2018). Pengaruh Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran Pada Biobriket Limbah Kayu Sengon. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 547–554.
- Ramadan, A. (2022). Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan sampah plastik low density polyethylene sebagai bahan baku briket. *Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Saputra, R. M., Sumarjo, J., & Gusniar, I. N. (2022). Pemanfaatan Limbah Pasca Panen Getah Karet dan Kayu Pohon Karet Sebagai Briket Arang Untuk Kemandirian Energi. *Media Bina Ilmiah*, 16(11), 7719–7726. <http://binapatria.id/index.php/MBI/article/view/28>
- Septianto, M. M. (2018). *Pengaruh Penambahan Kadar Zat Aditif NaOH dan Waktu Curing Terhadap Kekuatan Tarik pada Natural Adhesive dari Getah Karet*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/167203/>
- Setiorini, I. A. (2020). Karakteristik Termoplastik Elastomer Dari Karet Alam Dan Polipropilena Dengan Penambahan Carbon Black Filler. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(02), 41–44. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v10i02.93>
- Setiowati, R., & Tirono, M. (2014). Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Arang. *Jurnal Neutrino*, 7(1), 23. <https://doi.org/10.18860/neu.v7i1.2636>
- Suluh, S. (2019). Studi eksperimen pemanfaatan limbah daun bambu, daun kopi dan daun pinus sebagai bahan bakar alternatif. *Mechanical Engineering Science (MES)*, 2(1), 18–23. <http://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/mes/article/view/577%0Ahttps://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/mes/article/download/577/460>
- Syukri, M., Ucha, I., Rangkuti, P., Ali, K., Harahap, T., & Nurhidayat, T. (2024). *Jurnal Teknik Kimia USU Pengaruh Variasi Ukuran Partikel pada Pembuatan Bio-Briket dari Pelepah dan Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit The Effect of Particle Size Variations on Bio-Briquettes from Palm Fronds and Empty Fruit Bunches*. 13(2), 146–153.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37231>
- Wirawan, P., Fatriani, F., & Arryati, H. (2021). KARAKTERISTIK BRIKET ARANG ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) DAN KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*). *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(4), 719. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i4.3950>