

# Pengaruh Komposisi Jerami Padi dan Kayu Sengon terhadap Kualitas Biopellet sebagai Sumber Energi Alternatif

*The Effect of Rice Straw and Sengon Wood Composition on the Quality of Biopellets as an Alternative Energy Source*

Rozalia<sup>1\*</sup>, Muhammad Romli<sup>2</sup>, Gustan Pari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang 25163, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

\*E-mail: rozalia@ae.unand.ac.id

Diterima: 21 September 2025; Disetujui: 23 April 2026

## ABSTRAK

Biopellet adalah bahan bakar alternatif terbarukan yang dibuat dari biomassa pertanian. Jerami padi merupakan biomassa pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku biopellet, namun memiliki nilai kalor yang relatif rendah. Oleh karena itu, diperlukan kombinasi dengan biomassa lain yang memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, seperti serbuk gergaji kayu sengon, untuk meningkatkan kualitas dan energi biopellet yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi bahan baku biomassa untuk menghasilkan biopellet yang baik dari campuran jerami padi dan serbuk gergaji kayu sengon. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode pengempaan pada suhu 200 °C dengan ukuran sampel 40 mesh. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor yaitu komposisi (% bobot) campuran bahan baku jerami:serbuk gergaji kayu sengon, yaitu jerami padi saja (A), 25:75 (AB1), 50:50 (AB2), 75:25 (AB3), dan serbuk gergaji kayu sengon saja (B). Faktor kedua adalah variasi waktu pengempaan (10, 15, dan 20 menit). Kualitas biopellet akan diuji sesuai persyaratan SNI 8675:2018. Penelitian memperlihatkan bahwa biopellet terbaik dihasilkan oleh campuran jerami:serbuk gergaji kayu sengon 25:75 (AB1) dengan waktu pengempaan 20 menit. Biopellet yang dihasilkan memiliki karakteristik densitas 1.00 g/cm<sup>3</sup>, kadar air 0.09%, kadar abu 5.5%, nilai kalor 23.3 MJ/kg, dengan laju konsumsi pembakaran biopellet 0.52 g/detik.

**Kata kunci:** Biopellet; laju konsumsi pembakaran; nilai kalor

## ABSTRACT

*Biopellets are renewable alternative fuels made from agricultural biomass. Rice straw is an agricultural biomass that has the potential as a raw material for biopellets, but has a relatively low calorific value. Therefore, a combination with other biomass that has a higher calorific value, is needed to improve the quality and energy content of the resulting biopellets. The purpose of this study was to obtain a biomass raw material formulation to produce good biopellets from a mixture of rice straw and sengon wood sawdust. The method used in this study was a pressing method at a temperature of 200 °C with a sample of 40 mesh. This study used a Factorial Completely Randomized Design with two factors, namely the composition (wt%) of the raw materials, straw: sengon wood sawdust, between them rice straw only (A), 25: 75 (AB1), 50: 50 (AB2), 75: 25 (AB3), and sawdust only (B). The second factor was the variation of pressing time (10, 15, and 20 minutes). The quality of the biopellets will be tested according to requirements of SNI 8675:2018. Research shows that the best biopellets are produced from a mixture of straw: sengon wood sawdust 25: 75 (AB1) with a pressing time of 20 minutes. The resulting biopellets have the characteristics of a density of 1.00 g/cm<sup>3</sup>, a water content of 0.09%, ash content of 5.5%, a calorific value of 23.3 MJ/kg, with a biopellet combustion consumption rate of 0.52 g/second.*

**Keywords:** biopellets; combustion consumption rate; calorific value

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Indonesia masih menjadi negara pengguna bahan bakar berbasis fosil. Tingginya permintaan sumber energi ini menyebabkan ketersediaan bahan bakar fosil mengalami penurunan. Penggunaan energi fosil menimbulkan masalah lingkungan, yaitu percepatan efek rumah kaca, akibat emisi CO<sub>2</sub>, yang menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global (Saleem, 2022). Pemakaian energi ramah lingkungan yang berasal dari sumber non-fosil dapat berkontribusi dalam mengurangi

emisi CO<sub>2</sub>. Salah satunya adalah penggunaan limbah biomassa pertanian kayu dan non-kayu.

Biomassa pertanian sebagai sumber energi memiliki kelemahan, diantaranya kemudahan menyerap air, kadar air yang tinggi, dan nilai kalor yang rendah sehingga perlu pengolahan lebih lanjut. Proses pematangan biomassa menjadi biopellet dapat mempermudah proses pembakaran dan menghasilkan bahan bakar alternatif yang bersih, ramah lingkungan, dan bersifat terbarukan (Rabier et al., 2006). Produksi biopellet dapat menjadi salah satu solusi dalam penanganan limbah padat pertanian sekaligus meningkatkan nilai tambahnya. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang biopellet dengan bahan baku serbuk gergaji (Simanjuntak, Wisnu, Telaumbanua, & Haryanto,

2022), pelepah pisang, ampas tebu dan jerami (Pradana T A., 2023), dan serutan rotan dan serbuk gergaji (Raudhatul Jannah, Sribudiani, & Somadona, 2022).

Salah satu jenis limbah biomassa pertanian yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku biopelet adalah jerami padi dan serbuk kayu sengon. Jerami padi merupakan produk samping tanaman padi, yang selama ini dibakar begitu saja atau dibiarkan saja di lahan. Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) melaporkan luas panen padi di Indonesia pada tahun 2024 sebesar 10.05 juta hektar dan produksi padi sebesar 53.1 juta ton gabah kering giling (GKG). Menurut data Litbang Pertanian, produksi padi sebesar 1 ton (GKG) dapat menghasilkan jerami padi sebesar 1.5 ton (GKG). Jika jumlah produksi padi sebesar 53.1 juta ton GKG, potensi jumlah jerami padi sekitar 79.65 juta ton (GKG). Jumlah jerami padi yang tinggi tersebut bila tidak dimanfaatkan akan memberikan dampak pada lingkungan, sehingga diperlukan solusi dengan cara memanfaatkan jerami padi tersebut menjadi bahan bakar biopelet.

Biopelet merupakan bahan bakar padat yang diperoleh dari proses pengempaan biomassa pada suhu tinggi (Mustamu, Hermawan, & Pari, 2019). Proses pemadatan biomassa untuk dijadikan biopelet dapat menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) dan polutan lain seperti CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, dioksin dan furan (Haryanto, 2019) yang ditimbulkan dari pembakaran biomassa jerami padi secara langsung tanpa proses pengolahan. Jerami padi mengandung nilai kalor sebesar 15 MJ/kg (Haryanto, 2019). Menurut penelitian, jerami padi dapat dijadikan sebagai bahan bakar biopelet melalui pencampuran dengan biomassa lain yang memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, sehingga nilai kalor biopelet yang dihasilkan akan lebih tinggi (Buhang, Ginantaka, Widodo, & Rachmat, 2024). Namun demikian, penelitian Buhang et al., (2024) masih menggunakan kategori serbuk kayu secara umum tanpa mengkaji secara spesifik pengaruh jenis kayu tertentu terhadap karakteristik biopelet yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan, setiap jenis kayu memiliki komposisi lignoselulosa dan nilai kalor yang berbeda, sehingga berpotensi menghasilkan kualitas biopelet yang berbeda pula. Oleh karena itu, kajian lebih lanjut mengenai pencampuran jerami padi dengan jenis kayu spesifik, seperti kayu sengon, perlu dikaji. Salah satu biomassa dengan nilai kalor yang tinggi adalah limbah gergajian kayu sengon.

Sengon merupakan jenis pohon yang cepat tumbuh dan banyak ditanam oleh masyarakat Indonesia karena masa panen yang pendek, produktivitas yang tinggi serta mudah diperoleh (Putra, Wardenaar, & Husni, 2018). Industri pengolahan kayu sengon untuk berbagai produk olahan menghasilkan limbah serbuk gergajian. Beberapa penelitian tentang pemanfaatan serbuk gergajian kayu sengon telah dilakukan, misalnya pembuatan papan partikel (Syafitri, Zakhrah, Annissa, & Alamsyah, 2022) dan bahan bakar biopelet (Noor, Mahdie, & Yuniarti, 2023; Sucahyo, Dyah, & Zavira, 2024). Menurut (Sucahyo et al., 2024) kayu sengon dapat meningkatkan nilai kalor dari biomassa lain yang memiliki nilai kalor yang rendah. Nilai kalor kayu sengon yang dilaporkan adalah sebesar 17.17 MJ/kg. Oleh karena itu, kombinasi dengan serbuk kayu sengon diharapkan dapat meningkatkan nilai kalor jerami padi sebagai bahan biopelet.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi komposisi bahan dan kondisi proses terbaik dari campuran jerami padi dan kayu sengon sebagai bahan pembuatan biopelet.

## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu neraca analitik, tanur, oven, kawat, *pellet mill*, *disk mill*, jangka sorong dan *bomb calorimeter*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu jerami padi yang diperoleh dari persawahan di daerah Dramaga-Bogor, dan serbuk gergaji kayu sengon yang diperoleh dari *workshop* Departemen Teknologi Hasil Hutan IPB.

### Prosedur Penelitian

#### 1. Persiapan Bahan

Jerami padi dan serbuk kayu sengon dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya. Setelah kering, jerami padi dikecilkan ukurannya dengan menggunakan *disk mill*. Kemudian dilakukan penyeragaman ukuran dengan mengayaknya pada saringan 40 mesh. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran antara jerami padi dan serbuk gergaji kayu sengon. Pencampuran dilakukan dengan komposisi (% bobot) jerami padi dan serbuk kayu sengon 0:100 (A); 25:75 (AB1), 50:50 (AB2), 75:25 (AB3), dan 100:0 (B).

#### 2. Proses Pembuatan Biopelet

Bahan jerami padi dan serbuk kayu sengon yang telah dicampur, kemudian dilakukan pencetakan menggunakan alat *pellet mill* dengan perlakuan waktu pengempaan 10, 15 dan 20 menit dengan suhu pengempaan 200 °C kemudian hasilnya disimpan selama 5 hari dalam kemasan plastik. Biopelet diuji karakteristiknya berdasarkan SNI 8675-2018, meliputi densitas, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor.

#### Densitas

Penetapan kerapatan dihitung berdasarkan hasil perbandingan antara berat dan volume biopelet.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Massa (g)}}{\text{Volume biopelet (m}^3\text{)}} \quad (1)$$

#### Kadar air

Penetapan kadar air dilakukan dengan dua gram biopelet dimasukkan ke dalam cawan porselin yang bobotnya sudah diketahui. Kemudian dikeringkan ke dalam oven suhu 103±2 °C selama 3 jam sampai kadar air konstan. Kadar air sampel dihitung dengan rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{BB (g) - BKT (g)}{BKT (g)} \times 100\% \quad (2)$$

BB = bobot biopelet sebelum dikeringkan dalam oven (g)

BKT = bobot biopelet setelah dikeringkan dalam oven (g)

#### Kadar zat terbang

Penentuan kadar zat terbang dilakukan untuk mengetahui kadar bahan yang teruapkan tanpa oksigen pada suhu 950±20 °C. Satu gram sampel dimasukkan kedalam cawan porselen bertutup yang bobotnya sudah diketahui, lalu dimasukkan kedalam tanur bersuhu 950±20 °C selama 7 menit. Lalu diangkat dan didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan ditimbang. Kadar zat terbang sampel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar zat terbang} = \frac{B - C}{W} \times 100\% \quad (3)$$

B = bobot biopelet setelah dikeringkan dari uji kadar air (g)

C = bobot biopelet setelah dipanaskan dalam tanur (g)

W = bobot biopelet awal sebelum pengujian kadar air (g)

### Kadar abu

Penentuan kadar abu dilakukan dengan bobot sampel setelah uji kadar zat terbang, dimasukkan ke dalam oven suhu 600-900 °C selama 5 jam. Setelah itu diangkat dan didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil lalu ditimbang. Kadar abu sampel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot sampel awal}} \times 100\% \quad (4)$$

### Nilai kalor

Penentuan nilai kalor dilakukan dengan menimbang sebanyak ± 1 gram sampel dan diletakkan kedalam cawan silika dan diikat dengan kawat nikel. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung dan ditutup rapat. Tabung tersebut dialiri oksigen selama 30 detik. Tabung dimasukkan dalam *Oxygen Bomb Calorimeter*. Pembakaran dimulai saat suhu air dalam kondisi tetap, hingga suhu dalam kondisi optimum. Pengujian nilai kalor dilakukan di Laboratorium Terpadu Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor (P3HH).

### Analisis Data

Data percobaan yang diperoleh diolah menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah komposisi perbandingan antara jerami padi dan serbuk kayu sengon dengan 5 taraf, sedangkan faktor kedua adalah variasi waktu pengempaan dengan 3 taraf. Ulangan dilakukan sebanyak 2 kali, sehingga total percobaan 30 unit (Tabel 1).

### Uji laju konsumsi biopelet

Untuk uji ini digunakan biopelet yang memenuhi standar SNI 8675:2018. Pengujian dilakukan dengan menghitung waktu yang diperlukan oleh biopelet untuk mendidihkan (94 °C) satu liter air dari suhu awal 25 °C dan dibandingkan dengan penggunaan gas LPG.

Waktu yang diperoleh akan digunakan untuk menghitung laju konsumsi biopelet yaitu massa biopelet yang digunakan per waktu biopelet dalam mendidihkan air 1 liter.

Tabel 1. Rancangan acak lengkap faktorial

Faktor A (%)	Faktor B (menit)	Ulangan	
		1	2
0 : 100	10	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
	15	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
	20	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
25 : 75	10	AB1 <sub>1</sub>	AB1 <sub>1</sub>
	15	AB1 <sub>2</sub>	AB1 <sub>2</sub>
	20	AB1 <sub>3</sub>	AB1 <sub>3</sub>
50 : 50	10	AB2 <sub>1</sub>	AB2 <sub>1</sub>
	15	AB2 <sub>2</sub>	AB2 <sub>2</sub>
	20	AB2 <sub>3</sub>	AB2 <sub>3</sub>
75 : 25	10	AB3 <sub>1</sub>	AB3 <sub>1</sub>
	15	AB3 <sub>2</sub>	AB3 <sub>2</sub>
	20	AB3 <sub>3</sub>	AB3 <sub>3</sub>
100 : 0	10	B <sub>1</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>1</sub>
	15	B <sub>2</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>2</sub>
	20	B <sub>3</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>3</sub>

Keterangan : Faktor A = komposisi Jerami padi dan serbuk gergajian kayu sengon; Faktor B = waktu pengempaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik bahan baku awal biopelet

Setiap biomassa mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda. Biomassa yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu jerami padi dan serbuk gergaji kayu sengon memiliki karakteristik fisiko kimia sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2. Karakterisasi bahan baku awal diperlukan agar dapat memperhitungkan komposisi campuran bahan baku untuk menghasilkan biopelet yang baik. Persiapan bahan baku meliputi penjemuran dan pengecilan ukuran serta penyeragaman ukuran, yaitu 40 mesh. Bahan baku dilakukan pengujian berupa kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan nilai kalor.

Tabel 2 Karakteristik bahan baku berukuran 40 mesh

Parameter	Satuan	Jerami Padi	Kayu Sengon
Kadar Air	%	12.7 ± 0.2	11.0 ± 0.2
Kadar Abu	%	16.1 ± 0.6	0.5 ± 0.2
Kadar zat terbang	%	59.0 ± 0.3	78.1 ± 0.9
Nilai kalor	MJ/kg	12.4	17.0

Tabel 2 menunjukkan bahwa serbuk kayu sengon memiliki nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan jerami padi, berturut-turut yaitu 17.0 dan 12.4 MJ/kg. Rendahnya nilai kalor dikarenakan bahan baku belum melalui proses pemadatan sehingga nilai kalor yang dihasilkan juga belum meningkat seperti yang dilaporkan (Haryanto, 2019).

Bahan baku yang belum mengalami proses pemadatan pada suhu tinggi memiliki karakteristik yang masih jauh dari memenuhi persyaratan SNI. Karakteristik setiap bahan berbeda tergantung dari senyawa penyusunnya. Kayu sengon memiliki kandungan hemiselulosa sebesar 26% dan lignin sebesar 25% (Kristiani, Fauzie, & Narto, 2017). Sedangkan jerami padi memiliki kandungan selulosa sebesar 26.1% dan lignin sebesar 14.14% (Sukaryani, 2018). Menurut Aliyyansyah & Maharani (2025) biomassa dengan kandungan lignin yang tinggi juga memiliki nilai kalor yang tinggi. Proses pemadatan pada suhu tinggi dan lama waktu tertentu akan dapat meningkatkan kualitas biomassa untuk dijadikan bahan bakar biopelet. Biomassa yang belum melalui proses tersebut masih memiliki nilai kalor yang kecil, kadar air yang tinggi, kadar abu tinggi dan kadar zat terbang yang tinggi.

Kadar abu yang tinggi pada jerami padi, yaitu 16.1%, disebabkan oleh tingginya kandungan silika, kalsium, magnesium, natrium dan kalium yang menjadi kendala pada saat pembakaran (Haryanto, 2019). Kadar abu yang tinggi akan memberikan nilai kalor bahan yang kecil. Kadar zat terbang berpengaruh terhadap kualitas biopelet yang dihasilkan karena dapat menimbulkan asap dalam jumlah yang banyak (Lubis et al., 2016). Setiap bahan baku akan mempunyai kadar zat terbang yang berbeda sesuai kandungan bahan organik dan anorganik dari masing-masing bahan baku tersebut.

### Karakteristik Biopelet

#### Densitas

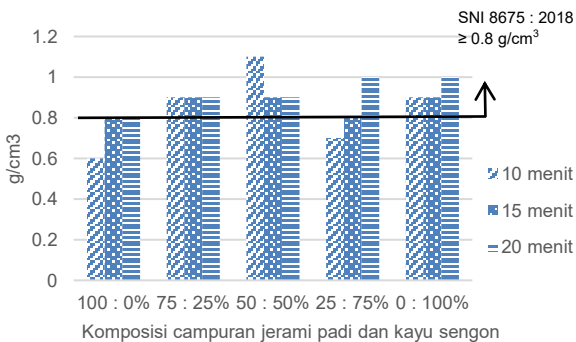
Berdasarkan data penelitian yang diperoleh (Gambar 1), nilai densitas pada biopelet yang dihasilkan berkisar antara 0.61-1.08 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas terendah terjadi pada biopelet yang hanya menggunakan bahan baku jerami (100%) dengan waktu pengempaan 10 menit, yaitu 0.61 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi terjadi pada biopelet dengan komposisi

Jerami:serbuk kayu sengon 50:50 (AB2) dengan waktu pengempaan 10 menit yakni 1.08 g/cm<sup>3</sup>. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan faktor komposisi berpengaruh signifikan terhadap densitas biopelet, sedangkan waktu pengempaan dan interaksi kedua faktor memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap densitas yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase kayu sengon maka nilai densitas juga semakin tinggi. Nilai densitas biopelet yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Buhang et al., (2024) yang melaporkan formulasi jerami padi dan serbuk kayu memiliki densitas sebesar 1,457 g/cm<sup>3</sup>. Perbedaan ini diduga oleh karakteristik bahan baku seperti ukuran partikel yang digunakan serta kandungan lignin yang dapat mempengaruhi proses pemadatan. Selain itu, variasi kondisi proses seperti tekanan dan suhu pencetakan juga dapat mempengaruhi tingkat kerapatan biopelet yang dihasilkan.

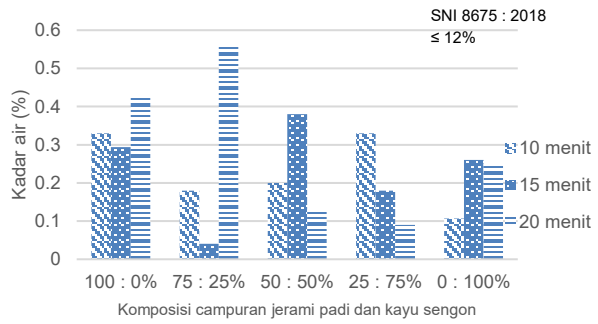
Nilai densitas yang tinggi terjadi akibat dari tekanan dan waktu yang diberikan saat proses pengempaan biopelet. Ukuran partikel bahan baku yang digunakan juga dapat memberikan pengaruh penting karena partikel yang halus dapat mengisi rongga yang ada pada biopelet. Menurut SNI 8675:2018 standar nilai minimum densitas pelet biomassa adalah 0.8 g/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan penelitian, biopelet yang sesuai dengan standar adalah yang dihasilkan dari perlakuan dengan penambahan serbuk kayu sengon yang tinggi. Oleh karena lignin berperan dalam perekatan biopelet, maka semakin tinggi persentase kayu sengon akan menghasilkan densitas biopelet yang lebih tinggi.

**Kadar Air**

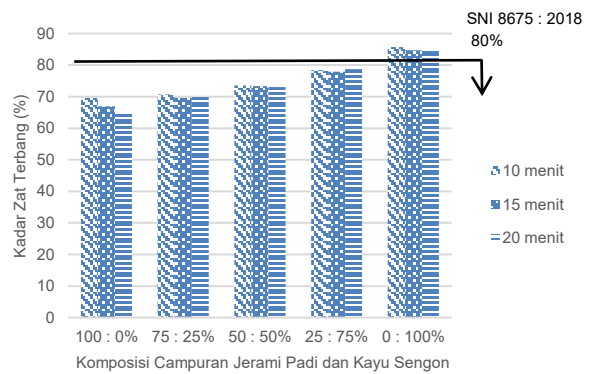
Kadar air merupakan penentu kualitas dari bahan bakar karena dapat mempengaruhi nilai kalor dan menimbulkan asap yang banyak selama pembakaran. Kadar air yang tinggi dapat melemahkan ikatan hidrogen dan gaya Van der Waals karena adanya jarak antar partikel yang semakin besar sehingga air dapat terperangkap dalam rongga (Hettiarachchi, Jayathilake, Fernando, & Gunawardena, 2019). Berdasarkan data hasil penelitian (Gambar 2), kadar air biopelet berkisar antara 0.04% - 0.56%. Kadar air terendah diperoleh pada biopelet dengan komposisi Jerami: serbuk kayu sengon 75:25 (AB3) dengan waktu pengempaan 15 menit, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada biopelet AB3 dengan waktu pengempaan 20 menit. Hasil penelitian ini memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu 9.076% (Buhang et al., 2024), 5.196% (Noor et al., 2023), 7.27% (Istaniah, Ma'ruf, Rachmat, & Wikan Widodo, 2024). Kadar air yang rendah dapat disebabkan oleh proses pengepresan pada suhu tinggi dalam durasi yang lama.



Gambar 1. Densitas biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon



Gambar 2. Kadar air biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon



Gambar 3. Kadar zat terbang biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor komposisi bahan, waktu pengempaan, dan interaksi kedua faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air. Semakin lama waktu pengempaan maka semakin tinggi nilai kadar air yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase kayu sengon maka semakin rendah nilai kadar air biopelet yang dihasilkan. Pada biopelet, rongga kosong cenderung diisi oleh zat penyusun kayu dibandingkan air. Hal inilah yang menyebabkan kadar air pada biopelet rendah. Menurut SNI 8675:2018 standar kadar air pelet biomassa maksimum adalah 12%. Semua perlakuan yang diberikan, memberikan hasil kadar air sesuai dengan SNI yaitu dibawah 12%. Biopelet dengan kadar air yang lebih dari 10-12% bobot rentan terhadap pertumbuhan jamur, sehingga dapat menyebabkan terdekomposisi (Yu, Lau, & Sokhansanj, 2021).

**Kadar Zat Terbang**

Kadar zat terbang mempunyai peran dalam proses pembakaran dan intensitas nyala api (Sucahyo et al., 2024). Kadar zat terbang biopelet akan mempengaruhi kandungan asap yang dihasilkan dan kemudahan briket untuk dinyalakan (Hasfianti.E.F, Sriningsih.E, & Subhanuddin.D, 2019). Berdasarkan hasil penelitian, kadar zat terbang biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon berkisar 64.97% - 85.73%. Kadar zat terbang terendah diperoleh dari biopelet berbahan baku jerami padi 100% (B) dengan waktu pengempaan 20 menit, sedangkan kadar zat terbang tertinggi diperoleh pada biopelet kayu sengon 100% (A) dengan waktu pengempaan selama 10 menit.

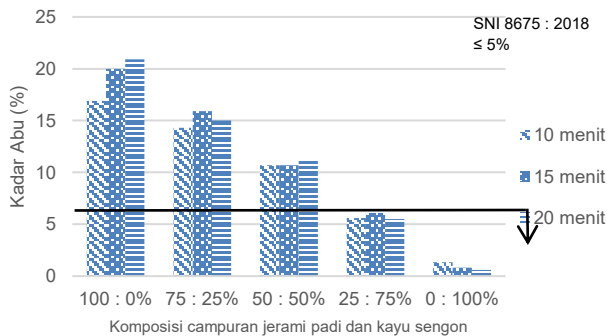
Analisis sidik ragam menunjukkan faktor komposisi dan waktu pengempaan berpengaruh signifikan terhadap kadar zat terbang biopelet, sedangkan interaksi kedua faktor

memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap kadar zat terbang biopelet. Semakin lama waktu pengempaan maka semakin rendah nilai zat terbang yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena pemanasan pada suhu tinggi dan waktu pengempaan yang lama dapat menurunkan kadar zat terbang pada biopelet.

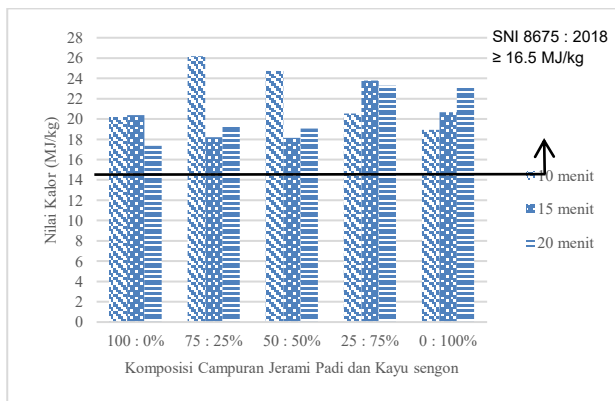
Semakin tinggi persentase kayu sengon semakin tinggi nilai kadar zat terbang yang dihasilkan. Menurut SNI 8675:2018 kadar zat terbang maksimum pelet biomassa adalah 80%. Kadar zat terbang biopelet yang tinggi dapat terjadi pada bahan baku yang tidak melalui proses karbonisasi. Kandungan zat terbang yang tinggi akan dapat mempercepat proses pembakaran dan nyala api yang lebih pendek.

### Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter penting dari bahan bakar biomassa. Kadar abu yang tinggi dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran biopelet karena komponen tersebut tidak dapat menghasilkan energi (Simanjuntak et al., 2022). Berdasarkan data hasil penelitian, kadar abu berkisar antara 0.57% - 20.94%. Kadar abu terendah terdapat pada biopelet yang berasal dari kayu sengon 100% (A) dengan waktu pengempaan 20 menit, sedangkan nilai kadar abu tertinggi terdapat pada biopelet dengan bahan baku jerami padi 100% (B) dengan waktu pengempaan 20 menit. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor komposisi, waktu, pengempaan dan interaksi antara kedua faktor mempunyai pengaruh yang signifikan. Hasil ini sama seperti yang dilakukan Liu et al., (2013) mengenai biopelet jerami padi yang dicampur dengan bambu memiliki kadar abu bernilai 15.94%. Biopelet Jerami padi yang memiliki kandungan abu tinggi dapat dikurangi melalui pencampuran dan optimasi pemrosesan.



Gambar 4. Kadar abu biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon



Gambar 5. Nilai kalor biopelet campuran jerami padi dan kayu sengon

Semakin tinggi persentase serbuk kayu sengon maka semakin rendah nilai kadar abu biopelet yang dihasilkan. Begitu pula dengan waktu pengempaan, semakin lama kontak bahan dengan alat pengempa maka semakin rendah kadar abu yang dihasilkan. Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar abu yang dihasilkan pada biopelet dengan variasi komposisi antara jerami padi dan kayu sengon tidak memenuhi standar SNI 8675:2018 yaitu maksimal 5%. Biopelet yang memenuhi standar hanya yang dihasilkan dari kayu sengon 100%. Tingginya kadar abu disebabkan oleh kandungan silika yang tinggi pada Jerami, sehingga mempengaruhi biopelet dengan campuran jerami padi dan kayu sengon. Haryanto (2019) menjelaskan bahwa abu dari jerami padi memiliki kandungan silika, kalsium, magnesium, natrium dan kalium yang bertanggung jawab atas penurunan efisiensi pembakaran.

### Nilai Kalor

Nilai kalor menjadi parameter paling penting untuk bahan bakar karena dapat menentukan kualitas biopelet yang dihasilkan. Nilai kalor yang tinggi menunjukkan bahwa kualitas biopelet tersebut sangat baik. Gambar 5 menunjukkan nilai kalor setiap perlakuan. Berdasarkan data hasil penelitian, nilai kalor biopelet berkisar antara 17.35 – 26.18 MJ/kg. Nilai kalor yang dihasilkan dari penelitian telah memenuhi SNI 8675:2018 yaitu minimal 16.5 MJ/kg. Nilai kalor terendah dimiliki oleh biopelet B pada waktu pengempaan 20 menit, sedangkan nilai kalor tertinggi diperoleh pada biopelet AB3 dengan waktu pengempaan 20 menit. Dalam penelitian ini dihasilkan nilai kalor biopelet yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan jerami padi seperti Buhang et al., (2024) melaporkan nilai kalor sebesar 3924.48 kal/g setara dengan 16.43 MJ/kg yang dikombinasikan dengan serbuk kayu, dan Sawasdee & Nethip, (2026) juga melaporkan nilai kalor sebesar 3951 ± 7.21 kal/g atau setara dengan 16.54 MJ/kg untuk campuran sekam padi dan Jerami. Penambahan kayu sengon dapat meningkatkan nilai kalor biopelet. Beberapa penelitian melaporkan biopelet kayu sengon menghasilkan nilai kalor sebesar 17.17 MJ/kg (Suahyo et al., 2024), 19.68 MJ/kg (Setyawan & Paepen, 2024).

Tingginya nilai kalor suatu biopelet dipengaruhi oleh karakteristik dan komposisi bahan baku yang digunakan (Ulfa, Lusyani, & A.R. Thamrin, 2021). Peningkatan nilai kalor dapat terjadi akibat pemberian suhu tinggi dan lama waktu saat mengempa. Hal ini dikarenakan suhu tinggi dan waktu pengempaan yang lama dapat menguraikan unsur-unsur yang terdapat dalam bahan, sehingga partikel-partikel bahan baku tersebut saling mengikat dan mengisi rongga yang kosong. Panas yang diberikan saat proses pengempaan dapat meningkatkan nilai densitas, menurunkan kadar air, menurunkan kadar abu dan menurunkan kadar zat terbang biopelet. Oleh karena itu nilai kalor yang tinggi dapat mempengaruhi jumlah energi yang dikeluarkan oleh biopelet tersebut dalam proses pembakaran.

### Uji laju konsumsi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh hasil terbaik pada biopelet AB1 pada waktu pengempaan 20 menit. Pemilihan tersebut didasarkan pada nilai kadar abu yang rendah, kadar karbon terikat tinggi, dan nilai kalor yang tinggi. Lama waktu pembakaran perlu dilakukan untuk mengetahui efektifitas penggunaan biopelet tersebut.

Berdasarkan pengujian, lama pembakaran yang diperoleh dengan cara mendidihkan air 1 liter yaitu 9 menit 54 detik. Sebagai perbandingan, gas LPG dapat mendidihkan air 1 liter dalam waktu 6 menit 53 detik. Beda

waktu penggunaan kedua bahan bakar tersebut terjadi karena perbedaan nilai kalor keduanya. Bahan bakar LPG mempunyai nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 47.08 MJ/kg (Ditjen Migas, 2025). Lama pembakaran biopellet yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan perbedaan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yang mempunyai lama pembakaran yaitu 284 detik (Buhang et al., 2024). Perbedaan tersebut salah satunya diduga karena densitas biopellet yang lebih rendah sehingga struktur yang kurang rapat dapat memperlambat laju pembakaran.

Hasil laju konsumsi pembakaran biopellet campuran jerami dan kayu sengon diperoleh dari perbandingan massa 313 gram dan waktu 9 menit 54 detik yaitu 0.53 g/detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembakaran biopellet menghasilkan nyala api berwarna merah pada awal proses pembakaran dan asap yang dihasilkan berwarna hitam. Setelah nyala api stabil, api yang dihasilkan berubah menjadi merah kebiruan dan asap yang dihasilkan semakin berkurang. Asap yang dihasilkan disebabkan oleh zat terbang pada biopellet. Pada biopellet dengan perlakuan AB1 dihasilkan nilai zat terbang sebesar 78.7%. Semakin tinggi nilai zat terbang pada biopellet akan menghasilkan asap yang lebih banyak pada proses pembakaran.

Hasil penelitian memberikan pemahaman mengenai pencampuran biomassa dengan karakteristik energi yang berbeda, khususnya jerami padi yang memiliki nilai kalor yang rendah dan serbuk kayu sengon yang memiliki nilai kalor lebih tinggi, dapat memperbaiki karakteristik biopellet yang dihasilkan. Sehingga penelitian ini menegaskan peran dari komposisi bahan baku dan waktu pengempaan merupakan faktor penting dalam menentukan sifat fisik dan energi biopellet. Pemanfaatan limbah jerami padi dan serbuk kayu sengon sebagai bahan baku biopellet memberikan peluang untuk meningkatkan nilai tambah sekaligus mengurangi praktik pembakaran terbuka di lahan pertanian. Sehingga dapat menjadi acuan bagi pelaku usaha dan pengelola limbah biomassa dalam menentukan formulasi dan parameter proses produksi biopellet yang lebih efisien.

## KESIMPULAN

Biopellet terbaik diperoleh pada komposisi jerami padi 25% dan kayu sengon 75% (AB1) dengan waktu pengempaan 20 menit. Biopellet yang dihasilkan memiliki nilai densitas 1.00 g/cm<sup>3</sup>, kadar air 0.09%, kadar abu 5.5%, dan nilai kalor 23.29 MJ/kg, dengan laju konsumsi pembakaran biopellet 0.52 g/detik.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena penentuan formulasi terbaik masih didasarkan pada kombinasi parameter yang terbatas, yaitu komposisi jerami padi dan serbuk kayu sengon serta waktu pengempaan, sehingga peluang optimasi parameter proses lainnya seperti variasi tekanan dan suhu pengempaan, dan integrasi analisis pembakaran dan ekonomi perlu dikembangkan guna memperoleh formulasi biopellet yang paling optimal dan aplikatif pada skala industri.

Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pemanfaatan limbah jerami padi secara lebih optimal sebagai biopellet sebagai bahan bakar alternatif, sehingga mendukung dalam efisiensi sumber daya dan pengurangan dampak lingkungan akibat dari proses pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

Aliyansyah, M. F., & Maharani, C. W. (2025). Biobriket Berbasis Limbah Lignoselulosa Berstandar Mutu SNI. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, 7(1),

103–112.

- BPS. (2024). Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi, 2024.
- Buhang, N. F. A., Ginantaka, A., Widodo, T. W., & Rachmat, R. (2024). *Pemanfaatan Jerami Padi dan Serbuk Kayu Menjadi Biopellet sebagai Bahan Bakar Alternatif*. 10, 250–261.
- Ditjen Migas. (2025). Konversi Mitan ke LPG.
- Haryanto, A. (2019). Energi Terbarukan dari Jerami Padi Review Potensi. In *Jurnal Keteknikan Pertanian*.
- Hasfianti.E.F, Sriningsih.E, & Subhanuddin.D. (2019). Kualitas Briket Limbah Tebangan Kayu Galam Sebagai Sumber Energi Alternatif ( Briquettes Quality Made Of Left Over Galam Felling Waste For Alternative Energy Sources ). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(3), 223–232.
- Hettiarachchi, L., Jayathilake, N., Fernando, S., & Gunawardena, S. (2019). Effects of compost particle size, moisture content and binding agents on co-compost pellet properties. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(4), 184–191. <https://doi.org/10.25165/ij.ijabe.20191204.4354>
- Istaniah, Ma'ruf, A., Rachmat, R., & Wikan Widodo, T. (2024). Karakteristik Biopellet dari Serbuk Kayu dan Sekam Padi. *Jurnal Agroindustri Halal*, 10(2), 262–272. <https://doi.org/10.30997/jah.v10i2.12041>
- Kristiani, I. R., Fauzie, M. M., & Narto, N. (2017). Pemanfaatan Sampah Kertas Hvs, Serbuk Kayu Sengon (Paraserianthes Falcataria) Dan Kulit Singkong (Manihot Utilissima) Sebagai Bahan Pembuatan Kertas Karton. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(3), 111. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v7i3.58>
- Liu, X., Liu, Z., Fei, B., Cai, Z., Jiang, Z., & Liu, X. (2013). Comparative properties of bamboo and rice straw pellets. *BioResources*, 8(1), 638–647. <https://doi.org/10.15376/biores.8.1.638-647>
- Lubis, A. S., Romli, M., Yani, M., Pari, G., Teknologi, J., Penelitian, B., & Kehutanan, P. (2016). Mutu Biopellet Dari Bagas, Kulit Kacang Tanah Dan Pod Kakao. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(1), 77–86.
- Mustamu, S., Hermawan, & Pari, G. (2019). KAYU PUTIH DAN GONDORUKEM ( Characteristic of Biopellet Made of Solid Waste of Cajuput and Pine Resin ). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(3), 191–204.
- Noor, M. F., Mahdie, M. F., & Yuniarti, Y. (2023). KARAKTERISTIK BIOPELET CAMPURAN SERBUK KAYU SENGON (Paraserianthes falcataria) DAN SERBUK PELEPAH KELAPA SAWIT (Elaeis guineensis). *Jurnal Sylva Scientae*, 6(6), 951. <https://doi.org/10.20527/jss.v6i6.11024>
- Pradana T A., Y. B. & M. (2023). Analisis Karakteristik Biopellet Berbahan Dasar Limbah Pertanian Dan Perkebunan Dengan Campuran Zat Perekat Alami. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(3), 494–499.
- Putra, A. F. R., Wardenaar, E., & Husni, H. (2018). Analisa Komponen Kimia Kayu Sengon (Albizia falcataria (L.) Fosberg) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang. *Jurnal Hutan Lestari*, 6, 83–89.
- Rabier, F., Temmerman, M., Böhm, T., Hartmann, H., Daugbjerg Jensen, P., Rathbauer, J., ... Fernández, M. (2006). Particle density determination of pellets and briquettes. *Biomass and Bioenergy*, 30(11), 954–963. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2006.06.006>
- Raudhatul Jannah, Sribudiani, E., & Somadona, S. (2022). Biopellet Dari Limbah Biomassa Serbuk Serutan Rotan Dan Serbuk Gergaji Campuran Menggunakan Perekat Sagu Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Wahana*

- Forestra: Jurnal Kehutanan*, 17(2), 1478–161.  
<https://doi.org/10.31849/forestra.v17i2.9628>
- Saleem, M. (2022). Possibility of utilizing agriculture biomass as a renewable and sustainable future energy source. *Heliyon*, 8(2), e08905.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08905>
- Sawasdee, A., & Nethip, M. (2026). Biofuel Pellet Production and Characterization from Rice Production Waste. *Nature Environment and Pollution Technology*, 25(1), D1798.  
<https://doi.org/10.46488/nept.2026.v25i01.d1798>
- Setyawan, E. Y., & Paepenon, S. P. (2024). Utilization of Sengon Wood Sawdust as Bio-Pellet Feedstock: Characteristics, Potential, and Feasibility for Renewable Energy. *Jurnal Polimesin*, 22(4), 389.  
<https://doi.org/10.30811/jpl.v22i4.4916>
- Simanjuntak, F. A., Wisnu, F. K., Telaumbanua, M., & Haryanto, A. (2022). Pengaruh Durasi Penekanan dan Ukuran Partikel terhadap Kualitas Pelet Serbuk Gergaji. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(3), 349. <https://doi.org/10.23960/jabe.v1i3.6331>
- Sucahyo, L., Dyah, & Zavira, S. (2024). Formulasi Biopellet dengan Campuran Limbah Tongkol Jagung dan Kayu Sengon sebagai Bahan Bakar Padat Terbarukan. *Jurnal Agroekoteknologi Dan Agribisnis*, 8(1), 33–49.  
<https://doi.org/10.51852/jaa.v8i1.770>
- Sukaryani, S. (2018). Kajian kandungan lignin dan selulosa jerami padi fermentasi. *Jurnal Agrisaintifika*, 2(2), 160–164.
- Syafitri, N., Zakhrakh, A. S., Annissa, S. N., & Alamsyah, E. M. (2022). Characteristics of Particle Board Made from Sengon Wood Sawdust and Coffee Bean Bark using Cassava Flour Waste-based Dextrin Adhesive. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 40(1), 19–30.  
<https://doi.org/10.20886/jphh.2022.40.1.19>
- Ulfa, D., Lusyani, L., & A.R. Thamrin, G. (2021). Kualitas Biopellet Limbah Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Salah Satu Solusi Dalam Menghadapi Krisis Energi. *Jurnal Hutan Tropis*, 9(2), 412.  
<https://doi.org/10.20527/jht.v9i2.11293>
- Yu, Y., Lau, A., & Sokhansanj, S. (2021). Improvement of the pellet quality and fuel characteristics of agricultural residues through mild hydrothermal treatment. *Industrial Crops and Products*, 169(January), 113654.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113654>

Halaman ini sengaja dikosongkan