



## Uji Mutu Pelet Kayu Durian (*Durio zibethinus*) dengan Perekat Tepung Tapioka (Quality Assessment of Durian Wood (*Durio zibethinus*) Pellets Using Tapioca Starch Binder)

Lies Indrayanti<sup>1</sup>, Alpian<sup>1</sup>, Penyang<sup>1</sup>, Chartina Pidjhat<sup>1</sup>, Wahyu Supriyati<sup>1</sup>, William A<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

\* Corresponding Author: [Indayantilies@gmail.ac.id](mailto:Indayantilies@gmail.ac.id)

### Article History

Received : May 25, 2026

Revised : June 04, 2026

Approved : June 06, 2026

### Keywords:

Wood Pellets, Durian Wood, Pellet Quality, SNI, ITEBE.

© 2026 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Forestry and Fisheries, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

### Sejarah Artikel

Diterima : 25 Mei, 2026

Direvisi : 04 Juni, 2026

Disetujui : 06 Juni, 2026

### Kata Kunci:

Pelet Kayu, Kayu Durian, Mutu Pelet, SNI, ITEBE

© 2026 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Kehutanan dan Perikanan Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

### ABSTRACT

The quality of wood pellets produced from durian wood (*Durio zibethinus*) sawdust with tapioca starch as an adhesive was evaluated. The research was conducted at the Forest Product Technology Laboratory, Department of Forestry, and the Integrated Laboratory of the University of Palangka Raya, as well as at the Standardization and Industrial Services Center (BSPJI) Banjarbaru. Six quality parameters were analyzed based on the Indonesian National Standard (SNI) 8041:2014, and the results were compared with the French standard (ITEBE). A factorial Completely Randomized Design (CRD) was applied with two factors: wood part (stem, branch, twig) and adhesive proportion (7.5%, 10%, 12.5%). It was found that durian wood pellets met the SNI requirements for moisture content, volatile matter, ash content, and calorific value in six treatment combinations with values exceeding 4,000 cal g<sup>-1</sup>. However, density, fixed carbon, and calorific value at 7.5% adhesive were below the standard. According to the ITEBE standard, only density did not meet the requirement, while other parameters complied, with seven treatment combinations failing to achieve the calorific value threshold. The analysis of variance indicated that adhesive proportion had no effect on moisture content. The stem part was shown to affect density, while the interaction of factors influenced ash content and calorific value. Both stem part and adhesive proportion affected fixed carbon and volatile matter. The best pellet quality was obtained from the stem part with 10% adhesive. Further studies are required to enhance density, particularly through hot pressing techniques.

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menguji mutu pelet kayu dari serbuk kayu durian (*Durio zibethinus*) dengan perekat tepung tapioka. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan dan Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya, serta Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Banjarbaru. Enam parameter mutu dianalisis dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8041:2014 dan hasilnya dibandingkan dengan standar Prancis (ITEBE). Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor: bagian kayu (batang, cabang, ranting) dan persentase perekat (7,5%, 10%, 12,5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelet kayu durian memenuhi SNI untuk kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, serta nilai kalor pada enam kombinasi perlakuan dengan nilai >4.000 kal g<sup>-1</sup>. Namun, kerapatan, kadar karbon terikat, dan nilai kalor pada perekat 7,5% berada di bawah standar. Berdasarkan standar ITEBE, hanya parameter kerapatan yang tidak memenuhi persyaratan, sedangkan parameter lain sesuai standar dengan tujuh kombinasi perlakuan yang tidak memenuhi yaitu nilai kalor. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor perekat tidak berpengaruh terhadap kadar air. Faktor bagian batang berpengaruh terhadap kerapatan, sedangkan interaksi antar faktor memengaruhi kadar abu dan nilai kalor. Selain itu, faktor bagian batang dan kadar perekat masing-masing berpengaruh terhadap kadar karbon terikat serta kadar zat mudah menguap. Kombinasi terbaik diperoleh pada bagian batang dengan perekat 10%. Penelitian lanjutan diperlukan untuk meningkatkan nilai kerapatan, salah satunya melalui teknik pengempaan panas.

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi global terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia diberbagai sektor, mulai dari pertanian, pertambangan, industri, hingga rumah tangga. Selama ini, energi fosil seperti minyak bumi, batubara, dan gas alam masih menjadi sumber energi utama. Namun, ketersediaannya sudah mulai terbatas karena sifatnya yang tidak terbarukan. Diperkirakan cadangan minyak bumi pada akhir tahun 2020 hanya tersisa 2,4 miliar barel dengan ketahanan  $\pm 9$  tahun, cadangan batubara 34,87 miliar ton yang dapat digunakan  $\pm 60$  tahun, dan cadangan gas alam 1,3 triliun/cm<sup>3</sup> yang diperkirakan habis dalam  $\pm 20$  tahun (British Petroleum, 2020). Selain keterbatasan cadangan, penggunaan energi fosil berdampak serius terhadap lingkungan karena menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang berkontribusi terhadap pemanasan global.

Sebagai alternatif, biomassa menawarkan solusi energi yang lebih berkelanjutan. Biomassa merupakan bahan organik terbarukan yang berasal dari organisme hidup maupun limbah biologis seperti limbah hutan, pertanian, peternakan, maupun industri (Diji, 2013). Beberapa keunggulan biomassa yaitu bersifat netral karbon, maksudnya adalah CO<sub>2</sub> hasil pembakarannya dapat diserap kembali oleh tanaman melalui fotosintesis (Yokoyama, 2008). Salah satu bentuk pemanfaatan biomassa yang berkembang pesat adalah pelet kayu, yaitu bahan bakar padat berbentuk silinder berdiameter 6–10 mm dan panjang 1–3 cm, dengan densitas sekitar 650 kg/m<sup>3</sup> atau 1,5 m<sup>3</sup>/ton. Pelet kayu dianggap unggul karena bersumber dari material terbarukan, harga yang relatif terjangkau, efisien, serta ramah lingkungan, emisi yang dihasilkan tergolong rendah (Szwaja, 2019).

Selama ini bahan baku pelet kayu umumnya berasal dari limbah industri pengolahan kayu. Namun, pemanfaatan jenis kayu dari jenis buah-buahan yang sudah tidak produktif sebagai bahan baku alternatif masih terbatas. Salah satu potensi yang belum banyak diteliti adalah kayu durian. Pohon durian yang

sudah tidak produktif biasanya hanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar, padahal kayunya memiliki sifat fisik yang memungkinkan untuk diolah menjadi produk bernilai tambah (Anis, 2010). Keawetan alami, kayu durian tergolong rendah (Martawijaya, 2005), sehingga pemanfaatan langsung dalam bentuk konstruksi kurang diminati. Sejauh ini, belum diketahui penelitian tentang pemanfaatan kayu durian sebagai bahan baku pelet kayu. Sementara pemanfaatan kayu durian dari semua bagian pohon baik bagian batang, cabang, maupun ranting berpotensi mengurangi limbah, sekaligus memberikan salah satu alternatif sumber energi terbarukan. Gap dari penelitian ini adalah belum adanya kajian mutu pelet kayu berbahan dasar kayu durian, khususnya terkait pengaruh variasi jumlah perekat terhadap kualitas fisik dan energi pelet yang dihasilkan. Mutu pelet kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik bahan baku, kadar perekat, dan proses pemadatan. Parameter mutu yang umumnya diuji menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 8021-2014) adalah meliputi kadar air  $\leq 12\%$ , kadar abu  $\leq 1,5\%$ , kerapatan  $\geq 650$  kg/m<sup>3</sup>, nilai kalor  $\geq 4.000$  kal/g (16,7 MJ/kg), kadar zat mudah menguap  $\leq 80\%$  dan kadar karbon terikat  $\leq 14\%$ . Standar ini menjadi acuan secara nasional untuk menilai kelayakan pelet kayu sebagai energi alternatif terbarukan. Selain itu perlu dilakukan perbandingan nilai hasil pengujian standar SNI dengan standar Prancis ((Institut Technique Européen du Bois Énergie/ITEBE), untuk kemungkinan pelet kayu yang dihasilkan dapat peluang untuk ekspor.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana mutu pelet kayu yang dihasilkan dari serbuk batang, cabang, dan ranting kayu durian? Bagaimana pengaruh variasi jumlah perekat terhadap mutu pelet kayu durian yang dihasilkan jika dibandingkan dengan standar SNI 8021-2014? Penelitian ini bertujuan untuk menguji mutu pelet kayu menurut bagian pohon yaitu dari serbuk batang, cabang, dan ranting

kayu durian. Tujuan yang kedua adalah mengetahui pengaruh jumlah perekat terhadap kualitas pelet kayu durian yang dihasilkan berdasarkan standar SNI 8021-2014.

Hipotesis Penelitian yang diajukan dalam penelitian ini adalah pertama, pelet kayu dari bagian batang, cabang, dan ranting kayu durian memiliki mutu yang mendekati standar SNI 8021-2014. Hipotesis yang kedua adalah variasi jumlah perekat berpengaruh nyata terhadap mutu pelet kayu durian, baik dari aspek fisik maupun nilai kalor

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan di Workshop Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya yang meliputi pengujian kadar air, dan kerapatan, untuk pengujian kadar abu dan kadar zat mudah menguap dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya, sedangkan di Laboratorium Balai Penelitian Dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Banjar Baru, Kalimantan Selatan akan dilakukan pengujian nilai kalor. Waktu penelitian selama  $\pm 5$  bulan.

### 2.2. Obyek, Alat dan Bahan Penelitian

Obyek penelitian ini yaitu kayu durian yang sudah tidak produktif dan diperoleh dari Kecamatan Tasik Payawan, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Pohon berukuran tinggi kurang lebih 18m dan diameter batang 37cm. Bahan yang digunakan adalah perekat tepung tapioka, sedangkan bahan lainnya yaitu air mineral berfungsi sebagai pelarut. Peralatan yang digunakan meliputi alat pencetak pelet kayu, alat pengempa hidrolis tipe Yuken CHPM-100, oven, bomb calorimeter (*Parr Instrument 6400 Auto*), timbangan analitik, desikator, gelas ukur, *hot plate*, saringan ukuran 40 mesh dan 60 mesh.

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 1. Pembuatan perekat

Pembuatan bahan perekat dimulai dari bahan dasar tepung tapioka yang telah disaring

memakai ayakan 40 mesh tertahan di 60 mesh, lalu dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60 °C selama  $\pm 6$  jam, setelahnya ditempatkan kedalam botol yang kedap udara sebagai wadah penyimpanan perekat.

#### 2. Pencampuran serbuk dan perekat

Serbuk kayu durian yang telah lolos saringan dicampur dengan perekat sesuai variasi komposisi. Pencampuran dilakukan dalam gelas ukur dengan bantuan pengaduk hingga merata.

#### 3. Pencetakan pelet

Campuran serbuk dan perekat dimasukkan ke dalam cetakan menggunakan corong, kemudian dipadatkan menggunakan alat pengempa hidrolis tipe Yuken CHPM-100 hingga berbentuk silinder dengan ukuran sesuai standar pelet kayu, berat tekanan sebesar  $\pm 30$  kg, ketentuan ini untuk mencetak pelet kayu dalam kisaran waktu  $\pm 15$  menit. Cetakan pelet kayu ini terbuat dari besi berupa silinder dengan tinggi 8 cm dengan berat  $\pm 3$  kg serta memiliki 7 lubang dengan diameter 0,9 cm. Alat ini dilengkapi besi pendorong dengan tinggi 8 cm, diameter 0,9 cm digunakan untuk menekan serbuk kayu yang telah dimasukkan ke dalam alat cetak pelet kayu.

#### 4. Pengeringan pelet

Sebelum pengujian, pelet kayu yang sudah dicetak dilakukan pengeringan dalam ruangan yang memiliki suhu berkisar pada 15-22 °C. Selama pengeringan dilakukan penimbangan setiap 1 x 24 jam. Setelah mencapai berat konstan pelet kayu dapat di uji.

#### 5. Pengujian Kualitas Pelet Kayu.

Parameter pengujian meliputi pengukuran kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, dan nilai kalor. Pengujian ini mengacu pada SNI 8021: 2014. Formula untuk menghitung besarnya nilai tiap parameter yang diuji disajikan dalam **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Formula menghitung nilai parameter yang diuji

No	Parameter yang diuji	Formula	Keterangan
1.	Kadar Air	$KA (\%) = \frac{Ba-Bkt}{Bkt} \times 100\%$	KA = Kadar air dalam persen Ba = Berat awal sesuai dengan kondisi pengukuran Bkt = Berat kering tanur.
2.	Kerapatan	$K (g.cm^{-3}) = \frac{B}{V}$	K = Kerapatan ( $g.cm^{-3}$ ), B = Berat setiap buah contoh uji sampel (g), V = Volume setiap contoh sampel uji ( $cm^3$ ).
3.	Kadar Abu (Kab)	$Kab (\%) = \frac{W1}{W2} \times 100\%$	W1 = (Berat cawan + berat abu) – Berat cawan ( $g.cm^{-3}$ ), W2 = Berat contoh uji (g).
4.	Kadar Zat mudah menguap (KZMM)	$KZMM (\%) = \frac{(w1-w2)}{w1} \times 100\%$	KZMM = Kadar Zat Mudah Menguap (%), W <sub>1</sub> = Bobot contoh semula (g), W <sub>2</sub> = Bobot contoh setelah pemanasan (g).
5.	Kadar Karbon terikat (KKT)	$KKT (\%) = 100 - (KA + KZMM + Kab)$	KKT = Kadar Karbon Terikat. KA = Kadar air dalam persen KZMM = Kadar Zat Mudah Menguap Kab = Kadar Abu
6.	Nilai Kalor	$Hg (ca.g^{-1}) = \frac{M}{T}$	Hg = Kalori per gram contoh ( $ca.g^{-1}$ ), T=Kenaikan temperatur pada termometer, W = 2426 kalori/ °C, L1 = ml Natrium karbonat yang terpakai untuk titrasi. L2 = 13,7 x 1.02 x berat contoh, L3 = 2,3 x panjang fuse wire yang terbakar, M = berat contoh (g).

#### 2.4. Analisis Data

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah bagian kayu dengan tiga level masing-masing yaitu Ranting (X1), Cabang (X2) dan batang utama (X3). Faktor kedua adalah prosentase perekat dengan 3 level yaitu 7,5 % (Y1), 10% (Y2) dan 10% (Y3). Masing-masing perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan, sehingga total jumlah sampel pelet kayu yang akan di uji sebanyak 3 x 3 x 5 = 45 pelet kayu per parameter.

### 3. Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa nilai Rata-Rata Kadar Air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor pelet kayu durian menurut bagian kayu dan persentase perekat, disajikan pada Gambar 1-6. Perbandingan antara hasil penelitian dengan Standar Nasional Indonesia dan Standar Prancis (ITEBE) disajikan pada Hasil penelitian berupa nilai Rata-Rata Kadar Air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah

menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor pelet kayu durian menurut bagian kayu dan persentase perekat, disajikan pada Gambar 1-6. Perbandingan antara hasil penelitian dengan Standar Nasional Indonesia dan Standar Prancis (ITEBE) disajikan pada **Tabel 2**. Hasil analisis ragam disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 2.** Perbandingan antara hasil penelitian dengan (SNI) 8041:2014 dan Standar Prancis (ITEBE).

Perlakuan	Kadar Air %	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	Kadar ZMM %	Kadar Abu %	Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Kalor (cal/g)
X1Y1	12,34	0,40	75,09	1,42	11,92	3950,13
X1Y2	11,66	0,40	74,42	1,32	12,76	3915,20
X1Y3	11,19	0,40	75,69	1,29	12,22	3924,83
X2Y1	11,80	0,51	75,56	0,87	12,12	4023,12
X2Y2	11,56	0,47	71,14	1,41	12,88	4035,39
X2Y3	10,99	0,42	75,44	1,30	12,26	4051,77
X3Y1	11,86	0,43	75,49	1,27	12,68	4124,26
X3Y2	11,84	0,40	74,08	1,32	12,76	4130,39
X3Y3	11,23	0,42	74,20	1,30	13,16	4107,90
SNI (8021-2014)	≤ 12%	≥ 0,8	≤ 80%	≤ 1,5%	≥ 14%	≥ 4000
Prancis (ITEBE)	≤ 15%	> 0,6	≤ 6,0%			≥ 4036,6

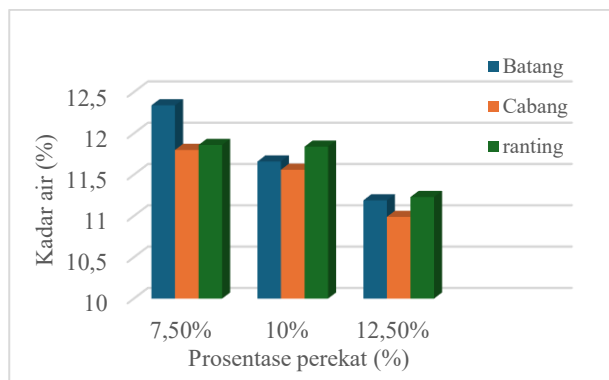
Keterangan X1=batang; X2=cabang; X3=ranting; Y1= perekat7,5%; X2= perekat 10%; X3=perekat 12,5%.

**Tabel 3.** Analisis ragam bagian pohon dan konsentrasi perekat terhadap kualitas pelet kayu durian

Parameter	SK	DB	JK	KT	F. Hit	Sig
Kadar air	X	2	0,435	0,218	1,116	0,339tn
	Y	2	5,619	2,810	14,399	0,000**
	X*Y	4	0,947	0,237	1,213	0,332tn
Kerapatan	X	2	0,039	0,19	10,269	0,000**
	Y	2	0,011	0,006	2,945	0,065tn
	X*Y	4	0,015	0,004	2,048	0,108tn
Kadar Abu	X	2	0,177	0,088	3,250	0,05*
	Y	2	0,208	0,104	3,826	0,031*
	X*Y	4	0,659	0,165	6,057	0,001**
Kadar Karbon terikat	X	2	2,675	1,338	5,782	0,007**
	Y	2	2,359	1,18	5,099	0,011**
	X*Y	4	1,75	0,438	1,891	0,133tn
Kadar zat mudah menguap	X	2	5,922	2,961	8,512	0,001**
	Y	2	7,793	3,897	11,201	0,000**
	X*Y	4	3,168	0,792	2,277	0,08tn
Nilai kalor	X	2	274346,196	137173,098	999,05	0,000**
	Y	2	252,313	126,156	0,919	0,408tn
	X*Y	4	6413,726	1603,432	11,678	0,000**

#### 3.1. Kadar Air

Pelet kayu durian yang dihasilkan memiliki kadar air berkisar antara 10,99%-12,34%. Kadar air tertinggi pada pelet kayu bagian batang dengan kadar perekat 7,5%. Kadar air terendah pada pelet kayu bagian cabang dengan kadar perekat 12,5%, dan menjadi satu satunya pelet yang mempunyai kadar air > 12% (**Gambar 1**).



**Gambar 1.** Nilai rata-rata KA pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Keseluruhan pelet kayu lainnya mempunyai kadar air <12%. Oleh karena itu pelet kayu durian menurut bagian batang dan menurut kadar perekat yang berbeda telah memenuhi standar SNI 8041: 2014 yang mensyaratkan kadar air sebesar  $\leq 12\%$  dan memenuhi standar Prancis (ITEBE) yang mensyaratkan kadar air sebesar  $\leq 15\%$  (**Tabel 2**).

Pelet kayu yang memiliki kadar air di atas standar cenderung menghasilkan asap lebih banyak, efisiensi pembakaran yang rendah, serta berpotensi terjadi pembentukan tar dan kerak pada tungku atau boiler (Oberberger & Thek, 2010). Selain itu, kadar air tinggi dapat menurunkan daya simpan pelet kayu karena berpotensi terjadi pertumbuhan jamur atau akan terjadi degradasi biologis (Kaliyan & Morey, 2009). Kadar air kayu merupakan salah satu sifat dasar yang menentukan kualitas, kestabilan, dan pemanfaatan kayu. Perbedaan kadar air antara batang, cabang, dan ranting erat kaitannya dengan struktur anatomi dan fungsi fisiologis. Kayu batang umumnya memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan cabang dan ranting, karena didominasi oleh jaringan dewasa dengan dinding sel tebal dan lumen relatif kecil (Haygreen & Bowyer, 1996; Skaar, 1988). Hasil analisis ragam untuk mengetahui pengaruh bagian kayu dan perbedaan kadar perekat menunjukkan pengaruh terhadap kadar air pelet kayu durian (**Tabel 3**).

Untuk mendapatkan perlakuan terbaik dilakukan uji beda nyata jujur (BNJ) hasilnya

menunjukkan bahwa kadar perekat 7,5% dan 10% tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbedanya terhadap kadar perekat 12,5%. Sehingga perlakuan terbaik pada perekat 12,5% (Y3). Faktor perlakuan perekat berperan penting dalam peningkatan kadar air pelet kayu yang dapat menekan partikel air yang terperangkap dirongga-rongga pelet kayu atau disebut air terikat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Junaidi (2017), semakin banyak perekat kanji yang diberikan maka kadar air pelet kayu yang dihasilkan semakin rendah, karena ukuran partikel perekat kanji lebih kecil dibandingkan ukuran partikel serbuk. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kadar air pada pelet kayu ialah tekanan pada saat pencetakan, tekanan menyebabkan partikel biomassa dapat saling mengisi pori-pori yang kosong serta dapat menekan molekul air yang menempati pori-pori (Styks, J., et al. 2020).

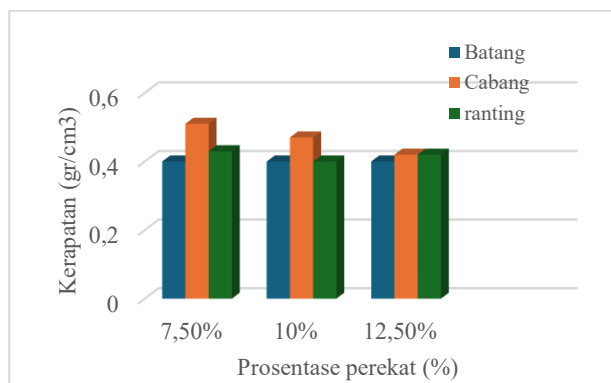
### 3.2. Kerapatan

Kerapatan merupakan faktor penting yang menentukan kualitas pelet kayu, sebab berperan dalam penanganan (*handling*) yang dapat mengurangi biaya transportasi. Disisi lain kerapatan juga berperan dalam efisiensi pembakaran (Badan Standardisasi Nasional, 2014; ITEBE, 2006).

Nilai kerapatan pelet kayu durian hasil pengujian adalah antara  $0,40 \text{ g.cm}^{-3}$  sampai  $0,51 \text{ g.cm}^{-3}$ . Nilai rata-rata kerapatan pelet kayu durian tertinggi terdapat pada pelet kayu bagian cabang dengan kadar perekat 7,5% yaitu  $0,51 \text{ g.cm}^{-3}$ , sedangkan nilai rata-rata kerapatan pelet kayu durian terendah terdapat pada beberapa pelet kayu bagian ranting dengan kadar perekat 7,5%, 10%, 12,5% (**Gambar 2**).

Hasil pengujian kerapatan pelet kayu durian secara keseluruhan berada dibawah nilai standar SNI: 8041: 2014 yang mensyaratkan kerapatan  $\geq 0,8 \text{ g.cm}^{-3}$  demikian juga hasil uji ini tidak masuk kerapatan standar Prancis (ITEBE) tidak mensyaratkan lebih tinggi yaitu  $> 1,15 \text{ g.cm}^{-3}$  (**Tabel 2**) Menurut Demirbaş, 2001; Oberberger & Thek, 2004, kerapatan pelet kayu umumnya lebih tinggi dari kerapatan kayu solidnya, sebab dalam proses

pencetakannya dibantu dengan tekanan yang menyebabkan pori-pori semakin kecil. Kerapatan hasil uji ini hampir sama dengan kerapatan kayu aslinya yang berkisar antara 0,45-0,8 g/cm<sup>3</sup> (Martawijaya dkk,1989).



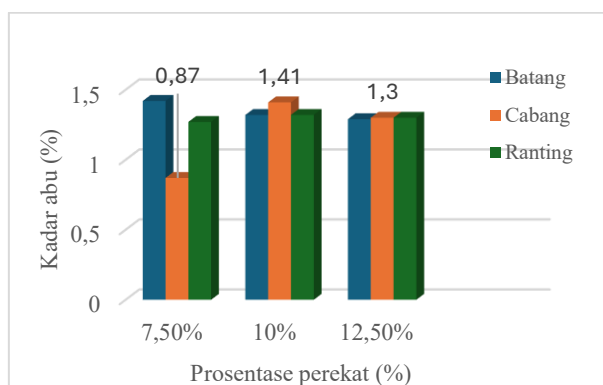
**Gambar 2.** Nilai rata-rata kerapatan pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Namun demikian rendahnya hasil pengujian ini diduga disebabkan kurangnya tekanan serta dilakukan dengan pengempaan dingin pada saat pengempaan atau pencetakan pelet kayu. Rendahnya kerapatan pelet kayu durian ini juga dapat disebabkan oleh sifat dasar bahan atau kayunya seperti berat jenis, karena makin tinggi berat jenis maka kerapatan akan semakin besar. Mahdie et.al (2019) berpendapat bahwa faktor suhu berpengaruh terhadap nilai kerapatan, semakin tinggi suhu yang diberikan pada pembuatan pelet kayu maka kerapatan yang dihasilkan semakin tinggi pula. Suhu akan membantu lignin melunak sehingga ikatan antar serbuk kayu semakin kuat dan kerapatan semakin tinggi (Kaliyan dan Morey, 2009; Basu, 2010).

Hasil analisis ragam menunjukkan hanya pada faktor bahan yang digunakan menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan faktor kadar perekat maupun interaksi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (**Tabel 3**). Pada hasil uji beda nyata jujur (BNJ) terhadap ketiga perlakuan bagian kayu menunjukkan tidak terjadi perbedaan atau tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan, dengan kata lain ketiga bagian kayu cenderung menghasilkan kerapatan yang seragam.

### 3.3. Kadar Abu

Nilai kadar abu pelet kayu durian menurut bagian pohon dan kadar perekat berkisar antara 0,87% sampai 1,42%. Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu durian tertinggi pada pelet kayu bagian ranting dengan kadar perekat 7,5%, sedangkan untuk nilai rata-rata kadar abu pelet kayu durian terendah terdapat pada pelet kayu bagian cabang dengan kadar perekat 7,5% pada **Gambar 3**.



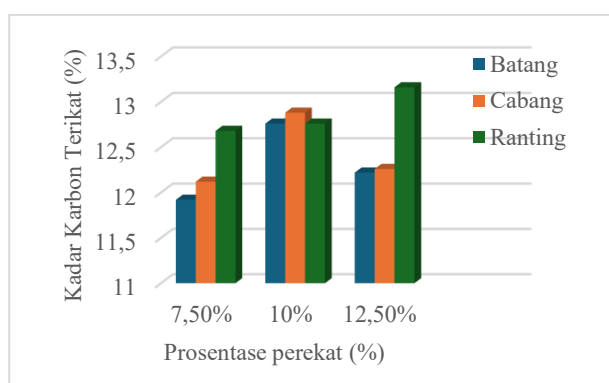
**Gambar 3.** Nilai rata-rata kadar abu pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Hasil dari pengujian kadar abu pelet kayu durian secara keseluruhan masuk dalam SNI 8041: 2014, yang mensyaratkan nilai kadar abu sebesar  $\leq 1,5\%$  (**Tabel 2**), hasil uji ini juga masuk kedalam standar Prancis (ITEBE mensyaratkan nilai kadar abu  $\leq 6,0\%$ ). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor bagian kayu dan kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu pelet kayu durian, demikian pula dengan faktor interaksi (**Tabel 3**). Untuk mengetahui mana perlakuan terbaik pada faktor interaksi dilakukan Uji Beda Nyata jujur. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan bagian pohon yaitu kombinasi bagian cabang dengan kadar perekat 7,5% berbeda dengan perlakuan lainnya dengan perekat yang sama. Keduanya ini berbeda dengan bagian pohon lainnya yaitu batang, cabang dan ranting dengan kadar perekat 10% dan 12,5%. Nilai kadar abu pelet kayu, semakin kecil yang didapat maka mutu kadar abu pelet kayu semakin baik. Oleh karena itu perlakuan terbaik dalam pengujian ini adalah interaksi antara bagian kayu cabang dengan penggunaan

perekat 7,5% dengan nilai kadar abu sebesar 0,87%. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Picchio, R., et al. 2023; Fernadez, M., et al. 2023) pada kayu cabang yang menghasilkan pelet kayu kualitas rendah. Kadar abu pada bagian ranting lebih besar dibandingkan dari cabang dan batang kayu durian. Winarni (2013) menyatakan bahwa bahan baku yang diaplikasikan memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda sehingga menyebabkan kadar abu yang dihasilkan berbeda pula. Kadar abu juga akan semakin tinggi, tergantung pada kandungan silika pelet, sehingga semakin tinggi kadar silika pada suatu pelet akan berdampak pada kualitas dan nilai kalor pada proses pembakaran (Oberberger & Thek, 2010).

### 3.4. Kadar Karbon Terikat

Nilai kadar karbon terikat pada pengujian pelet kayu durian yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata antara 11,92% sampai 13,16 %. Nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu durian tertinggi ialah pada pelet kayu durian bagian batang dengan kadar perekat 12,5%, sedangkan untuk nilai rata-rata kadar karbon terikat terendah pada pelet kayu durian bagian ranting dengan kadar perekat 7,5% (**Gambar 4**).



**Gambar 4.** Nilai rata-rata Kadar Karbon terikat pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Hasil dari semua pengujian kadar karbon terikat pelet kayu durian tidak masuk dengan standar SNI 8041: 2014, karena disyaratkan kadar karbon terikat sebesar 14,00%, namun

standar Prancis (ITEBE) tidak mensyaratkan terhadap nilai kadar karbon terikat ini **Tabel 2**. Faktor yang mempengaruhi rendahnya kadar karbon terikat hasil pengujian diduga adalah bahan perekat yang digunakan. Menurut (Kaliyan & Morey, 2009) bahan perekat yang berbasis pati akan menyebabkan kadar zat mudah menguap tinggi dan akan berdampak pada kadar karbon terikat yang rendah. Kadar karbon terikat berhubungan dengan kualitas pembakaran. Faktor lainnya diduga berasal dari bahan pelet kayu yaitu kayu durian yang mempunyai kadar lignin yang rendah. Menurut (Demirbaş, 2001; Yang et al., 2007) kayu dengan kadar lignin yang rendah lebih cenderung kadar karbon terikat yang dihasilkan rendah. Pelet kayu yang memiliki kadar karbon terikat tinggi cenderung akan menghasilkan pembakaran yang lebih stabil, lama panas yang lebih panjang, juga akan menghasilkan residu abu yang lebih sedikit dibandingkan dengan pelet kayu dengan karbon terikat yang rendah (Sheng & Azevedo, 2011).

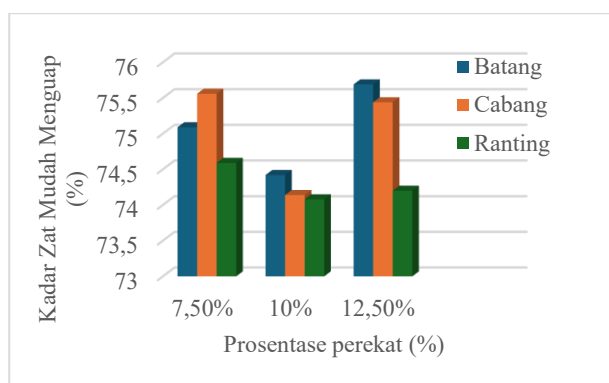
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor bagian kayu dan kadar perekat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai kadar karbon terikat pelet kayu durian yang dihasilkan sementara untuk faktor interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar karbon terikat pelet kayu (**Tabel 3**). Hasil uji beda nyata jujur pada perlakuan bagian kayu menunjukkan bahwa bagian kayu batang dan cabang tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan bagian ranting. Pada mutu kadar karbon terikat, semakin besar nilai yang dihasilkan maka semakin bagus nilai kadar karbon terikat pelet kayu yang didapat. Sehingga perlakuan terbaik dihasilkan oleh bagian kayu batang karena memiliki nilai tertinggi diantara ketiga perlakuan bagian kayu. Kecenderungan nilai bagian batang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu cabang pada penelitian pelet kayu Kawui (*Vernonia arborea*) sama dengan penelitian yang dilakukan oleh (Indrayanti et al (2023); Indrayanti dan Siska (2021)).

Adapun hasil uji beda nyata jujur pada perlakuan kadar perekat menunjukkan bahwa

menunjukkan bahwa antara perlakuan perekat 7,5% dan 10,0% tidak berbeda nyata, dan keduanya berbeda nyata terhadap perekat 12,5%. Kadar perekat 10% menghasilkan nilai tertinggi yaitu 12,80, sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar perekat terbaik yang dapat digunakan ialah kadar perekat 10%. Kandungan kadar karbon terikat yang semakin tinggi akan menghasilkan nilai kalor semakin tinggi, kadar karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor, sehingga kualitas bahan bakar akan semakin baik (Kusman, et al.20234).

### 3.5. Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu durian antara 74,08 % sampai dengan 75,69 %. Nilai rata-rata kadar zat mudah tertinggi ialah pada pelet kayu durian bagian ranting dengan kadar perekat 12,5 %, sedangkan untuk nilai rata-rata kadar zat mudah menguap terendah pada bagian batang dengan kadar perekat 10% (**Gambar 5**)



**Gambar 5.** Nilai rata-rata Kadar Zat mudah menguap pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Kadar zat mudah menguap pelet kayu durian hasil pengujian ini masuk dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 8041: 2014 yang mensyaratkan besaran kadar zat mudah menguap sebesar  $\leq 80\%$  (**Tabel 2**). Namun standar Prancis (ITEBE) tidak mensyaratkan pada parameter ini. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan faktor bagian batang dan faktor kadar perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat mudah menguap ini. Berikutnya pada uji beda nyata jujur (BNJ)

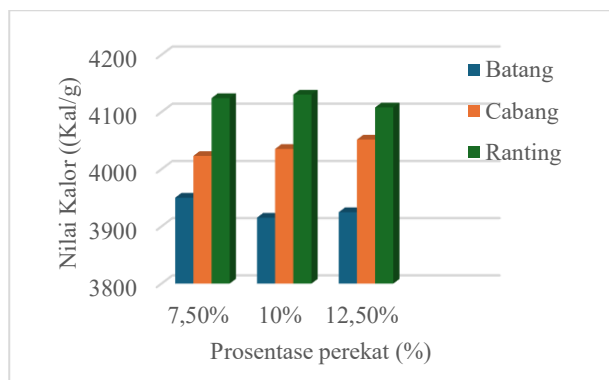
didapatkan bahwa bagian kayu batang dan cabang tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda dengan bagian ranting. Analisis ragam untuk faktor kadar perekat didapatkan kadar perekat 7,5% dan 12,2% tidak berbeda nyata tetapi keduanya berbeda dengan kadar perekat 10%. Nilai kadar perekat terbaik yang dapat digunakan terdapat pada perekat 10%, karena memiliki nilai kadar zat mudah menguap yang paling rendah diantara ketiga perlakuan kadar perekat yang diuji. Penambahan perekat tepung tapioka menjadi faktor meningkatnya zat terbang pada pelet kayu, perekat tepung kanji berbasis pati mencapai 88,8% (Grace & Henry 2020). Pati ialah polisakarida yang dihasilkan dari fotosintesis pada tumbuhan, seperti pembentukan polimer selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Polimer alami ini akan terurai dan menghasilkan zat mudah menguap jika dibakar karena terdiri dari unsur seperti karbon, oksigen, dan hidrogen (Basu, 2010). Hansen et al. (2019) menjelaskan bahwa kadar zat mudah menguap berdampak pada proses dan kecepatan pembakaran serta asap yang dihasilkan, karena semakin tinggi nilai kadar zat mudah menguap maka akan semakin mudah untuk terbakar dan menyala, tetapi akan menghasilkan banyak asap.

### 3.6. Nilai Kalor

Nilai kalor rata-rata pelet kayu durian 3915 kal.g<sup>-1</sup> sampai dengan 4130 kal.g<sup>-1</sup>. Rata-rata nilai kalor tertinggi pelet kayu durian berada pada pelet kayu durian bagian batang dengan menggunakan kadar perekat 10% dengan nilai 4130 kal.g<sup>-1</sup>, sedangkan untuk nilai kalor terendah terdapat pada pelet kayu durian bagian ranting dengan kadar perekat 10% dengan nilai 3915 kal.g<sup>-1</sup> (**Gambar 6**).

Nilai kalor yang dihasilkan dari pengujian pelet kayu durian ini masuk Standar Nasional Indonesia (SNI) 8041: 2014) untuk enam kombinasi perlakuan dengan nilai rata-rata kalor  $\geq 4000$  kal.g<sup>-1</sup>. sedangkan lainnya tidak masuk standar karena kurang dari yang disyaratkan SNI. Sementara itu terdapat empat kombinasi perlakuan yang masuk dalam

standar ITEBE Prancis yang mensyaratkan nilai kalor  $\geq 4036 \text{ Kal.g}^{-1}$  (Tabel 2).



**Gambar 6.** Nilai rata-rata Kadar Zat mudah menguap pelet Kayu menurut bagian batang dan prosentasi perekat

Basu (2010) dan Pasmehr (2013) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, dan kadar karbon terikat. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat faktor interaksi yang berpengaruh terhadap nilai kalor pelet kayu durian (Tabel 3). Selanjutnya dilakukan uji beda nyata jujur (BNJ) menunjukkan bahwa didapatkan dua kombinasi perlakuan yang tidak berbeda nyata yaitu bagian kayu ranting dengan kadar perekat 7,5% dan 10 %, tetapi keduanya berbeda nyata dengan semua kombinasi perlakuan lainnya. Perlakuan kombinasi terbaik pada bagian kayu batang dengan penggunaan perekat 7,5% dan bagian kayu batang dengan kadar perekat 10% dengan nilai  $4124,26 \text{ kal. g}^{-1}$  dengan  $4130,39 \text{ kal. g}^{-1}$ . Nilai kalor berbanding terbalik dengan nilai kadar air, semakin tinggi kandungan kadar air suatu pelet maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah. Hendra (2012) yang menerangkan bahwa pelet kayu yang mempunyai mutu baik ialah pelet kayu yang memiliki kadar air, kadar zat mudah menguap dan kadar abu yang rendah, sebaliknya dengan kerapatan, kadar karbon terikat dan nilai kalor harus memiliki nilai yang tinggi

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Pelet kayu durian (*Durio zibethinus*) dengan perekat tepung tapioka memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 8041:2014)

pada empat parameter, yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, serta enam kombinasi perlakuan pada nilai kalor. Dua parameter yang tidak memenuhi standar adalah kerapatan dan kadar karbon terikat, serta tiga kombinasi perlakuan pada nilai kalor. Berdasarkan standar Prancis (ITEBE), dari empat parameter yang diuji, hanya kerapatan yang tidak memenuhi persyaratan, dengan tujuh kombinasi perlakuan pada nilai kalor. Parameter lainnya, yaitu kadar air dan kadar abu, sesuai dengan standar ITEBE. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor perekat tidak berpengaruh terhadap kadar air, sedangkan faktor bagian batang berpengaruh terhadap kerapatan. Interaksi kedua faktor berpengaruh terhadap kadar abu dan nilai kalor. Selain itu, faktor bagian batang dan persentase perekat masing-masing berpengaruh terhadap kadar karbon terikat dan kadar zat mudah menguap. Kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada bagian batang dengan perekat 10%.

#### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada kepala Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan dan Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya serta Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Banjarbaru (BSPJI) yang telah membantu dalam proses pengujian.

#### Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials. (2013). *ASTM D3172-13: Standard practice for proximate analysis of coal and coke*. ASTM International. <https://www.astm.org/d3172-13.html>
- Anis, S. L., Titik, K., Deni, Z., & Maya, I. (2010). Sifat antijamur dari ekstrak biji pinang (*Areca catechu*) dan daun saga (*Abrus precatorius*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 8(1), 47–54. <https://doi.org/10.51850/jitkt.v8i1.509>
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *Pelet kayu (SNI 8021:2014)*. BSN.

- Basu, P. (2010). *Biomass gasification and pyrolysis: Practical design and theory*. Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374988-8.00020-6>
- BP (British Petroleum). (2020). *Statistical review of world energy 2020* (69th ed.). BP p.l.c.  
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Demirbaş, A. (2001). Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1357–1378.  
[https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00137-0](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00137-0)
- Diji, C. J. (2013). Electricity production from biomass in Nigeria: Options, prospects and challenges. *Advanced Materials Research*, 824, 444–450.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.824.444>
- Fernández, M., Arranz, J. I., Álvarez, A., & Ramiro, A. (2023). Quality of the pellets obtained with wood and cutting from different tree species. *Forests*, 14(3), 496.  
<https://doi.org/10.3390/f14030496>
- Grace, N. C. F., & Henry, C. J. (2020). The physicochemical characterization of unconventional starches and flours used in Asia. *Foods*, 9(2), 112.  
<https://doi.org/10.3390/foods9020112>
- Hansen, M. T., Jain, A. R., Hayes, S., & Bateman, P. (2019). *English handbook for wood pellet combustion*. FORCE Technology.
- Haygreen, J. G., & Bowyer, J. L. (1996). *Forest products and wood science: An introduction* (3rd ed.). Iowa State University Press.
- Hendra, D. (2012). Rekayasa pembuatan mesin pelet kayu dan pengujian hasilnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2), 144–154.  
<https://doi.org/10.20886/jphh.2012.30.2.144-154>
- Indrayanti, L., & Siska, G. (2021). Lesser-known species, Kawui (*Vernonia arborea*): Menggali potensi energi biomassa dari hutan rawa gambut. *Agrienvi: Jurnal Ilmu Pertanian*, 15(2), 77–88.  
<https://doi.org/10.33084/agrienvi.v15i2.2321>
- Indrayanti, L., Siska, G., Luhan, G., & Jesica, I. (2023). Kualitas biopellet cabang kayu Kawui (*Vernonia arborea* Buch. Ham) menggunakan tiga level persentase perekat: Quality of bio-pellets from Kawui wood branches (*Vernonia arborea* Buch. Ham) using three levels of adhesive percentage. *Hutan Tropika*, 18(2), 279–285. DOI:  
<https://doi.org/10.36873/jht.v18i2.11964>
- Institut Technique Européen du Bois Énergie. (2006). *Qualité des granulés de bois: Spécifications et recommandations*. ITEBE.
- Junaidi, A., Ariefin, & Mawardi, I. (2017). Pengaruh persentase perekat terhadap karakteristik pellet kayu dari kayu sisa gergajian. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 1(1), 13–17.  
<https://doi.org/10.30811/jmst.v1i1.379>
- Kaliyan, N., & Morey, R. V. (2009). Factors affecting strength and durability of densified biomass products. *Biomass and Bioenergy*, 33(3), 337–359.  
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.005>
- Kusman, M., Susanto, H., & Hartono, R. (2024). The impact of carbonization temperature on the quality of biomass. *Journal of Science and Nature*, 4(2), 85–94.  
<https://ejournalunb.ac.id/JSN/article/download/766/600/4251>
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K., & Prawira, S. A. (2005). *Atlas kayu Indonesia* (Vol. 1). Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

- Mursidah. (2008). Kajian persediaan bahan baku industri lempok durian di Kota Samarinda. *Jurnal EPP*, 5(2), 8–11. <https://agb.faperta.unmul.ac.id/wp-content/uploads/2017/04/jurnal-vol-5-no-2-mursidah.pdf>
- Obernberger, I., & Thek, G. (2004). Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels regarding their combustion behaviour. *Biomass and Bioenergy*, 27(6), 653–669. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2003.07.006>
- Picchio, R., Tocci, D., Proto, A. R., & Pari, L. (2023). Pellet production from pruning residues and alternative forest feedstocks: A review. *Forests*, 14(6), 1187. <https://doi.org/10.3390/f14061187>
- Sheng, C., & Azevedo, J. L. T. (2011). Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data. *Biomass and Bioenergy*, 35(1), 384–389. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.09.038>
- Skaar, C. (1988). *Wood-water relations*. Springer-Verlag
- .Styks, J., Wróbel, M., Frączek, J., & Knapczyk, A. (2020). Effect of compaction pressure and moisture content on quality parameters of perennial biomass pellets. *Energies*, 13(8), 1859. <https://doi.org/10.3390/en13081859>
- Wulandari, D., Sari, N. M., & Mahdie, M. F. (2019). Pengaruh limbah serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T. et. B) dan kayu jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) terhadap karakteristik biopelet sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Sylva Scientiae*, 1(2), 251–262. <https://doi.org/10.20527/jss.v1i2.489>
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D. H., & Zheng, C. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12–13), 1781–1788. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.12.013>
- Yokoyama, S. (2008). *Buku panduan biomassa Asia: Panduan untuk produksi dan pemanfaatan biomassa*. Japan Institute of Energy.