

**Karakteristik Pelet dari Bagian Pohon Gelam (*Melaleuca cajuputi subsp. Cumingiana*) dengan Persentase Perekat Tapioka yang Berbeda**

***Characteristics of Pellets from Gelam Tree Parts (*Melaleuca cajuputi subsp. Cumingiana*) with Different Percentages of Tapioca Adhesive***

**Alpian, Nuwa, Wahyu Supriyati, Eritha Kristiana Firdara, Gimson Luhan, Yanciluk, Redi Saputra Pratama**

Jurusan/Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya

email : [wahyu.supriyati@for.upr.ac.id](mailto:wahyu.supriyati@for.upr.ac.id)

***Abstract***

*As fossil fuels continue to deplete, alternative energy sources need to be explored. Wood pellets process sawdust into fuel. This study examines wood pellets made from Gelam tree parts with different adhesive percentages. The research uses a completely randomized factorial design, with factors including tree parts (trunk, branches, twigs) and tapioca adhesive percentages (7.5%, 10%, 12.5%), followed by a Least Significant Difference (LSD) test. The results show that the tree part has no significant effect on moisture content, compressive strength, ash content, volatile matter, fixed carbon, or calorific value. However, the tree part significantly affects the density. The adhesive percentage has no significant effect on density and calorific value but significantly affects moisture content, compressive strength, ash content, volatile matter, and fixed carbon. The interaction between treatments has no significant effect on any pellet test parameters. The wood pellets show average values for the treatment interaction that meet the SNI 8021-2014 standards, except for moisture content.*

*Keywords: Fuel, Gelam, Quality, Pellets, Sawdust.*

***Abstrak***

Bahan bakar fosil semakin berkurang perlu dicari sumber energi alternatif. Pelet kayu mengolah serbuk gergaji kayu menjadi bahan bakar. Penelitian mengkaji pelet kayu organ pohon Gelam dengan presentase perekat berbeda. Analisis penelitian menggunakan rancangan faktorial acak lengkap. Faktor bagian pohon (batang, cabang, ranting) dan faktor persentase perekat tapioka (7,5%, 10%, 12,5%) dan uji lanjutan BNT. Hasil penelitian bagian pohon gelam berpengaruh tidak signifikan terhadap kadar air, keteguhan tekan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Bagian pohon berpengaruh signifikan terhadap kerapatan. Persentase perekat berpengaruh tidak signifikan terhadap kerapatan dan nilai kalor, tetapi berpengaruh signifikan terhadap kadar air, keteguhan tekan, kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Interaksi perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap semua parameter pengujian pelet kayu. Pelet kayu menunjukkan nilai rata-rata interaksi perlakuan memenuhi standar SNI 8021-2014, kecuali kadar air.

**Kata Kunci :** Bahan Bakar, Gelam, Kualitas, Pelet, Serbuk.

## PENDAHULUAN

Bahan bakar yang berasal dari fosil semakin hari semakin berkurang, karena itu untuk memenuhi keperluan bahan bakar perlu dicari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui sebagai pengganti bahan bakar. Pelet kayu salah satu sumber energi tersebut dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah hasil hutan. Kayu apabila langsung digunakan sebagai bahan bakar mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan karena kadar air tinggi, kadar zat mudah menguap tinggi sehingga berasap dan nilai kalornya rendah. Bahan bakar dari kayu yang umum digunakan secara langsung adalah sebetan dan serbuk gergaji. Limbah serbuk gergaji bisa langsung dipergunakan dan bisa diproses lanjutan dengan pengeringan dan pengepresan yang terkenal dengan nama pelet kayu (*wood pellet*)

Pelet kayu adalah salah satu produk yang dapat dijadikan sebagai sumber alternatif energi terbarukan yang digunakan sebagai bahan bakar. Pelet kayu digunakan untuk keperluan rumah tangga, industri kecil, industri besar dan pembangkit tenaga listrik. Pelet kayu dapat menjadi pembangkit listrik karena memiliki nilai kalor yang tinggi dan dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil yang jumlahnya semakin menipis. Perkembangan industri pelet kayu memiliki peluang potensi yang tinggi dan dapat dijadikan sebagai bahan bakar biomassa terbarukan. Irawansyah *et al*, (2022)

Pengembangan bioenergi seperti pelet biomassa kayu dapat diterapkan untuk

menghasilkan energi terbarukan (Rubiyanti *et al.*, 2019). Pelet kayu memiliki kelebihan sebagai bahan bakar yaitu, densitas tinggi, mudah dalam penyimpanan dan penanganan atau pengangkutan (Syamsiro, 2016). Peletisasi merupakan salah satu teknologi yang dilakukan secara mekanis untuk meningkatkan kepadatan biomassa menjadi biopelet agar kepadatan dan bentuk yang dihasilkan optimal. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari pelet adalah bahan baku, kadar air, ukuran partikel kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, dan perlakuan setelah proses produksi.

Kayu gelam memiliki berat jenis yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku arang dan pelet kayu (Alpian *et.al*. (2015). Proses pembuatan pelet kayu yaitu dengan menambahkan perekat tapioka pada serbuk gergajian. Kayu gelam dengan potensi bahan baku yang melimpah di Kalimantan Tengah di hutan rawa gambut di Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan dan pesisir Sumatera Selatan.

Pelet kayu adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil. Pelet kayu merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berasal dari biomassa. Penggunaan pelet kayu telah berkembang pesat di negara-negara Amerika dan Eropa (Windarwati, 2011)

Penelitian pemanfaatan berupa batang, cabang dan ranting Gelam karena masyarakat pada umumnya hanya memanfaatkan Gelam sebagai kayu tiang pancang atau konstruksi bangunan.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah batang, cabang dan ranting Galam, tepung tapioka dan air mineral sebagai pelarut. Peralatan yang digunakan adalah alat pencetak pelet kayu, alat pengempa (hidrolik), microwave, oven, furnace (pengabuan), bomb calorimeter merk parr instrument 6400 auto, cawan porselin, timbangan analitik, desikator, gelas ukur, pengaduk, hot plate, suntik, corong, saringan ukuran 40 mesh dan 60 mesh, botol, plastik klip, kertas label, laptop dan alat dokumentasi (kamera handphone).

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 8021 : 2014). Persiapan bahan baku (serbuk batang, cabang dan ranting), pengayakan, persentase perekat (7,5%, 10 % dan 12,5%), Pencetakan pelet menggunakan tekanan 60 kg/cm<sup>3</sup>, diameter pelet 0,9 cm, panjang 4,5 cm, volume 2,86 cm<sup>3</sup>, kerapatan target 1 g/cm<sup>3</sup>, berat serbuk kayu 2,6 g, berat bahan perekat

(tapioka) 0,26 g dengan perbandingan perekat dan air 1:10. Pencetakan pelet kayu dengan alat kempa hidrolik dan pengeringan sampai kering udara dan pengujian pelet kayu.

### Pengujian Mutu Pelet Kayu

Pengujian pelet kayu meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor.

### Analisis Data

Penelitian dengan perlakuan faktor X (ranting=X1, cabang=X2 dan batang= X3) dan faktor Y (perekat tapioka 7,5%=Y1, Perekat tapioka 10%=Y2 dan perekat tapioka 12,5%=Y3). Analisis data menggunakan rancangan faktorial acak lengkap 3x3x5 dengan uji lanjutan beda nyata terkecil (BNT). Pengujian karakteristik pelet kayu dengan 5 kali ulangan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data Kualitas pelet kayu pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengolahan data

| Perlakuan                     | Parameter               |                                |                                       |                        |                             |                          |                             |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                               | Kadar Air (%)           | Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> ) | Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | Kadar Abu (%)          | Kadar Zat Mudah Menguap (%) | Kadar Karbon Terikat (%) | Nilai Kalor (kal/g)         |
| X <sub>1</sub>                | 16.35±0.96 <sup>a</sup> | 0.862±0.004 <sup>b</sup>       | 3.63±0.36 <sup>a</sup>                | 0.63±0.08 <sup>a</sup> | 67.07±0.70 <sup>a</sup>     | 16.01±1.62 <sup>a</sup>  | 4086.38±24.14 <sup>a</sup>  |
| X <sub>2</sub>                | 16.35±0.96 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>ab</sup>       | 3.63±0.36 <sup>a</sup>                | 0.63±0.08 <sup>a</sup> | 67.07±0.70 <sup>a</sup>     | 16.01±1.62 <sup>a</sup>  | 4134.06±140.15 <sup>a</sup> |
| X <sub>3</sub>                | 16.35±0.96 <sup>a</sup> | 0.859±0.003 <sup>a</sup>       | 3.63±0.36 <sup>a</sup>                | 0.63±0.08 <sup>a</sup> | 67.07±0.70 <sup>a</sup>     | 16.01±1.62 <sup>a</sup>  | 4110.30±44.94 <sup>a</sup>  |
| Y <sub>1</sub>                | 15.24±0.28 <sup>a</sup> | 0.861±0.004 <sup>a</sup>       | 3.44±0.24 <sup>a</sup>                | 0.55±0.08 <sup>a</sup> | 66.30±0.25 <sup>a</sup>     | 17.91±0.45 <sup>a</sup>  | 4143.87±132.08 <sup>a</sup> |
| Y <sub>2</sub>                | 16.35±0.96 <sup>b</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.40±0.21 <sup>a</sup>                | 0.65±0.03 <sup>b</sup> | 67.20±0.25 <sup>b</sup>     | 15.92±0.32 <sup>b</sup>  | 4081.70±23.80 <sup>a</sup>  |
| Y <sub>3</sub>                | 17.46±0.07 <sup>c</sup> | 0.860±0.004 <sup>a</sup>       | 4.04±0.08 <sup>b</sup>                | 0.69±0.02 <sup>b</sup> | 67.70±0.26 <sup>c</sup>     | 14.22±0.50 <sup>c</sup>  | 4083.76±19.92 <sup>a</sup>  |
| XY                            | tn                      | tn                             | tn                                    | tn                     | tn                          | tn                       | tn                          |
| X <sub>1</sub> Y <sub>1</sub> | 15.24±0.30 <sup>a</sup> | 0.864±0.005 <sup>a</sup>       | 3.44±0.26 <sup>a</sup>                | 0.55±0.09 <sup>a</sup> | 66.30±0.27 <sup>a</sup>     | 17.91±0.49 <sup>a</sup>  | 4103.75±8.95 <sup>a</sup>   |

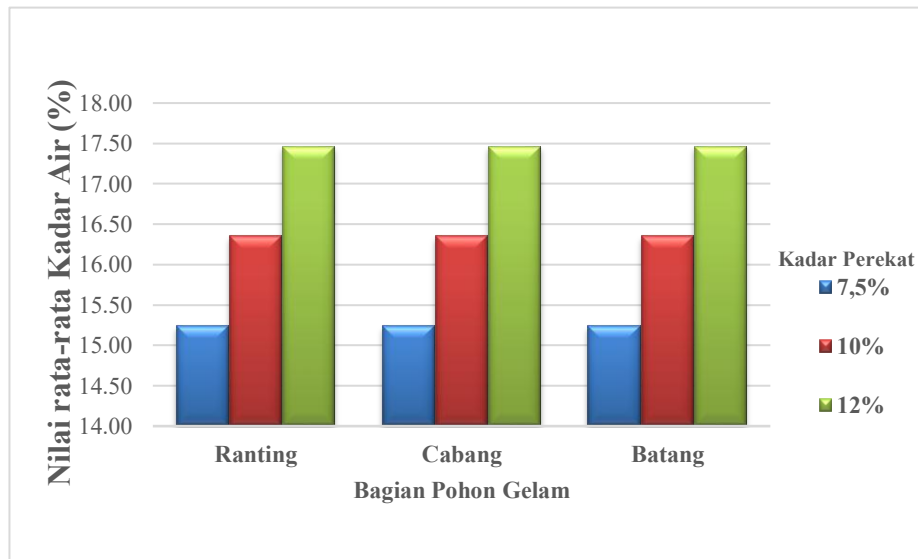
| Perlakuan                     | Parameter               |                                |                                       |                        |                             |                          |                             |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                               | Kadar Air (%)           | Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> ) | Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | Kadar Abu (%)          | Kadar Zat Mudah Menguap (%) | Kadar Karbon Terikat (%) | Nilai Kalor (kal/g)         |
| X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> | 16.35±0.28 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.40±0.22 <sup>a</sup>                | 0.65±0.04 <sup>a</sup> | 67.20±0.27 <sup>a</sup>     | 15.92±0.35 <sup>a</sup>  | 4079.62±37.83 <sup>a</sup>  |
| X <sub>1</sub> Y <sub>3</sub> | 17.46±0.08 <sup>a</sup> | 0.862±0.004 <sup>a</sup>       | 4.04±0.09 <sup>a</sup>                | 0.69±0.02 <sup>a</sup> | 67.70±0.57 <sup>a</sup>     | 14.22±0.54 <sup>a</sup>  | 4075.77±11.35 <sup>a</sup>  |
| X <sub>2</sub> Y <sub>1</sub> | 15.24±0.30 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.44±0.26 <sup>a</sup>                | 0.55±0.09 <sup>a</sup> | 66.30±0.27 <sup>a</sup>     | 17.91±0.49 <sup>a</sup>  | 4242.68±226.85 <sup>a</sup> |
| X <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> | 16.35±0.28 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.40±0.22 <sup>a</sup>                | 0.65±0.04 <sup>a</sup> | 67.20±0.27 <sup>a</sup>     | 15.92±0.35 <sup>a</sup>  | 4077.26±17.52 <sup>a</sup>  |
| X <sub>2</sub> Y <sub>3</sub> | 17.46±0.08 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 4.04±0.09 <sup>a</sup>                | 0.69±0.02 <sup>a</sup> | 67.70±0.57 <sup>a</sup>     | 14.22±0.54 <sup>a</sup>  | 4082.25±15.22 <sup>a</sup>  |
| X <sub>3</sub> Y <sub>1</sub> | 15.24±0.30 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.44±0.26 <sup>a</sup>                | 0.55±0.09 <sup>a</sup> | 66.30±0.27 <sup>a</sup>     | 17.91±0.49 <sup>a</sup>  | 4149.41±56.55 <sup>a</sup>  |
| X <sub>3</sub> Y <sub>2</sub> | 16.35±0.28 <sup>a</sup> | 0.860±0.00 <sup>a</sup>        | 3.40±0.22 <sup>a</sup>                | 0.65±0.04 <sup>a</sup> | 67.20±0.27 <sup>a</sup>     | 15.92±0.35 <sup>a</sup>  | 4088.23±20.66 <sup>a</sup>  |
| X <sub>3</sub> Y <sub>3</sub> | 17.46±0.08 <sup>a</sup> | 0.858±0.004 <sup>a</sup>       | 4.04±0.09 <sup>a</sup>                | 0.69±0.02 <sup>a</sup> | 67.70±0.57 <sup>a</sup>     | 14.22±0.54 <sup>a</sup>  | 4093.25±31.50 <sup>a</sup>  |

Data analisis ragam (Anova) didapatkan bahwa Faktor X berpengaruh signifikan terhadap parameter kerapatan dan tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter lainnya. Faktor Y berpengaruh signifikan terhadap kadar air, keteguhan tekan, kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Faktor

Y tidak berpengaruh signifikan terhadap kerapatan dan Nilai Kalor. Interaksi Faktor XY tidak berpengaruh signifikan terhadap semua parameter pengujian.

### Kadar Air

Grafik nilai rata-rata kadar air pelet kayu pada Gambar 1



Gambar 1. Nilai rata-rata kadar air pelet kayu

Data analisis statistik Anova faktor bagian pohon gelam (X) berpengaruh tidak signifikan terhadap kadar air pada ranting, cabang dan batang pohon gelam. Faktor persentase perekat (Y) berpengaruh signifikan terhadap kadar air dengan kadar

air tertinggi yaitu pada persentase perekat 12.5% (Y<sub>3</sub>) dengan kadar air sebesar 17.46% dan berbeda nyata dengan persentase perekat 7.5% (Y<sub>1</sub>) dan persentase perekat 10% (Y<sub>2</sub>).

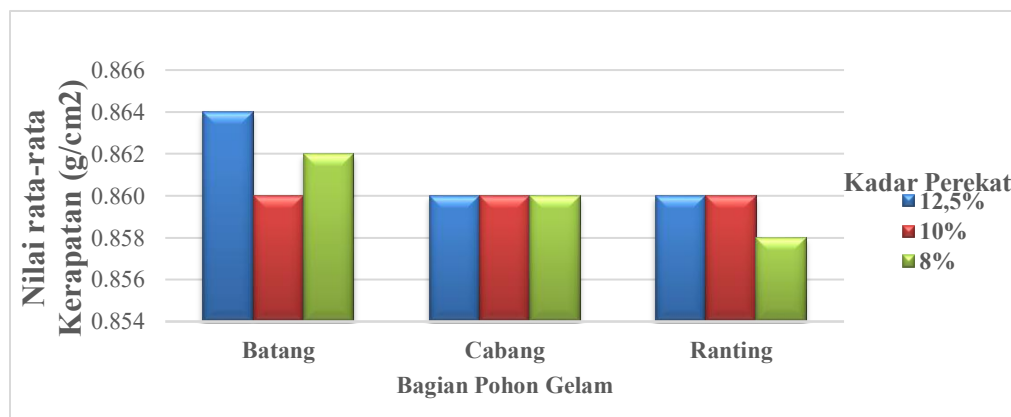
Interaksi antara bagian pohon gelam

dan persentase perekat (XY) berpengaruh tidak signifikan terhadap kadar air sehingga interaksi antara bagian pohon gelam dan persentase perekat menghasilkan kadar air berpengaruh signifikan. Penambahan perekat pada pelet kayu gelam menyebabkan peningkatan kandungan air pelet kayu, karena perekat yang digunakan pada keadaan basah. Perekat yang basah menyebabkan bahan baku pelet kayu dengan perekat mudah menyatu, sehingga meningkatkan daya rekat antar serbuk pelet kayu namun juga meningkatkan kadar airnya. Kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis pelet kayu yang dihasilkan dan merupakan salah satu penentu kualitas pelet kayu. Nilai kadar air pada pelet kayu diharapkan serendah mungkin untuk meningkatkan mutu pelet kayu. Tingginya kadar air pelet kayu dapat menurunkan nilai kalor pembakaran, menyebabkan proses penyalan menjadi lebih sulit dan menghasilkan banyak asap pada proses pembakaran. Nilai kadar air yang tinggi juga dapat meningkatkan polusi udara karena banyak menimbulkan asap pada saat pembakaran. Alpian *et.al* (2020)

bahwa berat jenis kayu yang rendah mempunyai struktur ikatan antara partikel yang kurang kompak dan memiliki rongga sehingga diisi uap air dari udara yang menyebabkan kadar air lebih besar. Wibowo (2022) bahwa pelet kayu dari limbah cabang kayu jati memiliki kadar air antara 6,51-6,97% yang dianggap memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 8021-2014, menjadikannya sebagai bahan baku yang layak untuk pelet. Irawansyah *et al.* (2022) mengamati bahwa kadar air dalam pelet kayu berpengaruh signifikan terhadap nilai kalor dan ketahanan pelet, di mana kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan nilai kalor dan memperburuk kualitas fisik pelet. Penelitian Lestari *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pelet kayu dengan kadar air yang lebih rendah memiliki ketahanan yang lebih tinggi, sedangkan pelet dengan kadar air di atas 14% menunjukkan penurunan durabilitas dan peningkatan kekasaran permukaan.

### Kerapatan

Grafik nilai rata-rata kerapatan pelet kayu pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai rata-rata kerapatan pelet kayu

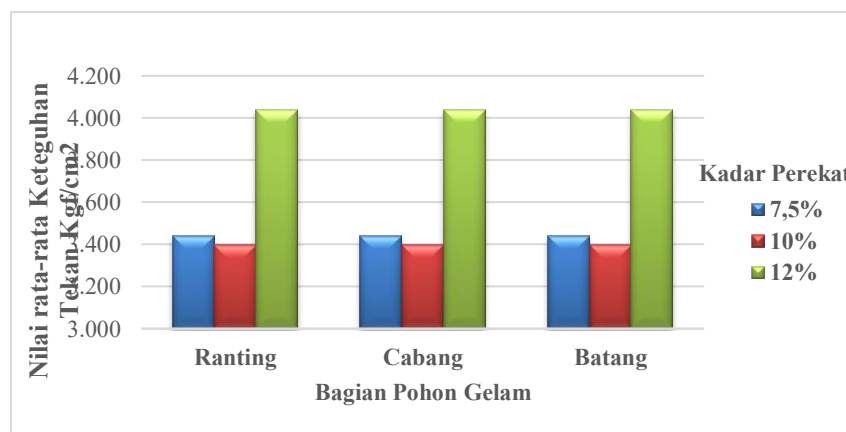
Data analisis ragam (Anova), bagian pohon gelam (X) berpengaruh signifikan (berbeda nyata) terhadap kerapatan dengan kerapatan tertinggi yaitu ranting sebesar 0,862. Persentase perekat tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga persentase perekat 7.5% ( $Y_1$ ), persentase perekat 10% ( $Y_2$ ) dan persentase perekat 12% ( $Y_3$ ) menghasilkan kerapatan yang sama. Interaksi bagian pohon gelam dengan persentase perekat (XY) tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun ranting dengan persentase perekat 7.5% ( $X_1Y_1$ ) dengan kerapatan tertinggi yaitu 0.864 namun secara statistik tidak berbeda nyata dengan kerapatan interaksi perlakuan yang lainnya.

Nilai kerapatan yang semakin tinggi pelet kayu maka semakin baik kualitas pelet yang dihasilkan dan memudahkan dalam hal penanganan, penyimpanan dan pengangkutan, sehingga dapat menurunkan tingkat kerusakan pelet. Nilai rata-rata kerapatan pelet kayu organ pohon gelam dari komposisi perekat tapioka bagian ranting, cabang dan batang perekat 7,5%,10% dan 12,5% berkisar antara 0,85

$\text{g/cm}^3$  - 0,86  $\text{g/cm}^3$  artinya pelet kayu tersebut memenuhi mutu pelet kayu SNI 8021 : 2014 yang mensyaratkan nilai kerapatan pelet kayu yaitu minimal 0,8  $\text{g/cm}^3$ . Hasna *et al.* (2019) bahwa pelet kayu memiliki kerapatan yang bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan, dengan pelet kayu sengon yang dicampur dengan tempurung kelapa menawarkan peningkatan karakteristik pembakaran melalui penambahan kerapatan yang lebih optimal, meskipun pelet kayu sengon cenderung memiliki kerapatan dan nilai kalor yang lebih rendah. Penelitian Wibowo (2022) menunjukkan pentingnya pengolahan limbah kayu, di mana limbah cabang kayu jati diolah menjadi pelet yang dapat disesuaikan kerapatannya menurut kebutuhan penggunaannya. Penelitian Hidayati *et al.* (2018) mengungkapkan hubungan antara kerapatan kayu dan sifat mekaniknya, seperti modulus elastisitas dan ketahanan terhadap tekanan.

### Keteguhan Tekan

Grafik nilai rata-rata keteguhan tekan pelet kayu pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai rata-rata keteguhan tekan pelet kayu

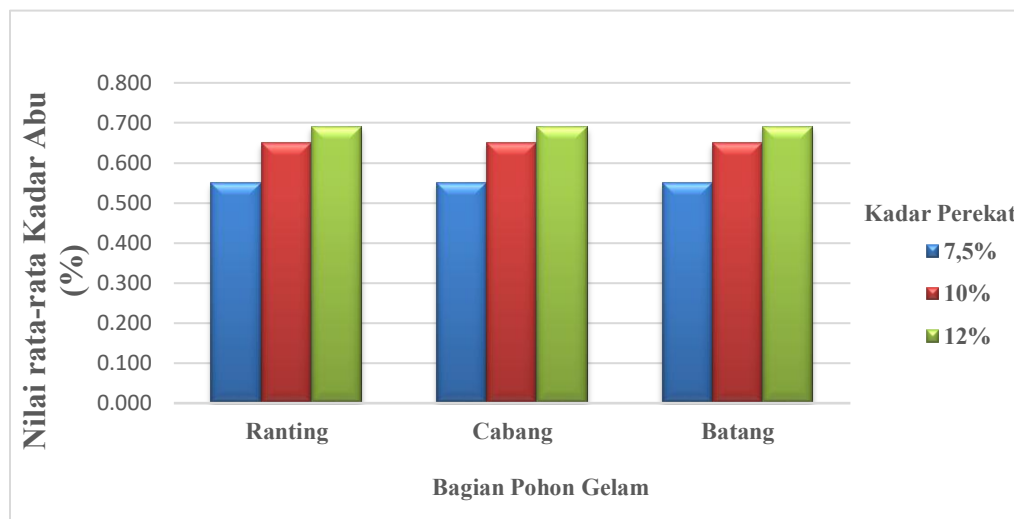
Data analisis ragam (Anova), bagian pohon gelam (X) tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap keteguhan tekan sehingga disimpulkan bahwa bagian pohon gelam (ranting, cabang dan batang) memiliki keteguhan tekan yang sama. Persentase perekat berpengaruh signifikan (berbeda nyata) terhadap keteguhan tekan. keteguhan tekan tertinggi yaitu pada persentase perekat 12,5% ( $Y_3$ ) sebesar 4.04 berbeda nyata dengan persentase perekat 7.5% ( $Y_1$ ) dan persentase perekat 10% ( $Y_2$ ). Interaksi bagian pohon gelam dengan persentase perekat (XY) juga tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun ranting dengan persentase perekat 12,5% ( $X_1Y_3$ ), cabang dengan persentase perekat 12,5% ( $X_2Y_3$ ) dan Batang dengan Persentase perekat 12,5% ( $X_3Y_3$ ) yaitu sebesar memiliki keteguhan tekan tertinggi namun karena tidak

berbeda nyata artinya memiliki keteguhan tekan yang sama dengan interaksi yang lainnya.

Keteraturan dalam ukuran dan kepadatan pelet mempengaruhi efisiensi pembakaran, yang menjadikan pelet kayu sebagai pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Barus & Sriwana, 2022). Fungsi keteguhan pelet kayu sangat berkaitan dengan proses produksi dan bahan baku yang digunakan. Pelet yang dibuat dengan penambahan bahan pengikat, seperti tepung tapioka, dapat meningkatkan ketahanan dan kualitas pelet (Wibowo, 2022).

### Kadar Abu

Grafik nilai rata-rata kadar abu pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu

Data hasil analisis ragam (Anova), bagian pohon gelam (X) tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap kadar abu sehingga disimpulkan bahwa bagian pohon gelam

(ranting, cabang dan batang) memiliki kadar abu yang sama. Persentase perekat berpengaruh signifikan (berbeda nyata) terhadap kadar abu, kadar abu tertinggi yaitu pada persentase perekat 12,5% ( $Y_3$ )

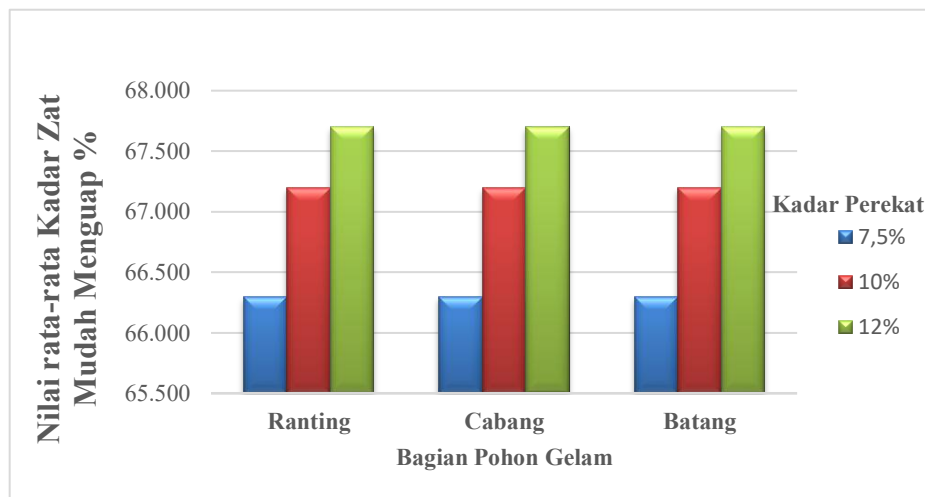
sebesar 4.69 berbeda nyata dengan persentase perekat 7.5% ( $Y_1$ ) dan persentase perekat 10% ( $Y_2$ ). interaksi bagian pohon gelam dengan persentase perekat (XY) juga tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun ranting dengan persentase perekat 12,5% ( $X_1Y_3$ ), cabang dengan persentase perekat 12,5% ( $X_2Y_3$ ) dan batang dengan persentase perekat 12,5% ( $X_3Y_3$ ) yaitu sebesar memiliki kadar abu tertinggi namun karena tidak berbeda nyata artinya memiliki kadar abu yang sama dengan Interaksi yang lainnya.

Kadar abu yang tinggi mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi kadar abunya, menyebabkan kualitas pelet kayu yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan pada abu terdapat silika

yang dapat menurunkan nilai kalor kadar abu juga dipengaruhi spesies kayu. Penelitian Herianto *et al.* (2022) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar abu yang terkandung dalam pelet, semakin rendah kualitas pelet tersebut karena penumpukan abu yang terjadi pada saat pembakaran. Hal ini penting untuk diperhatikan karena pengoperasian dalam suhu tinggi, seperti pada pembangkit listrik industri, memerlukan bahan bakar dengan kadar abu rendah untuk menghindari masalah slagging dan fouling yang dapat mengganggu proses pembakaran (Haryanto *et al.*, 2023).

### Kadar Zat Mudah Menguap

Grafik nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu

Data hasil analisis ragam (Anova), bagian pohon gelam (X) berpengaruh tidak signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap kadar zat mudah menguap sehingga disimpulkan bahwa bagian pohon gelam (ranting, cabang dan batang) memiliki kadar zat mudah menguap yang

sama. Persentase perekat berpengaruh signifikan (berbeda nyata) terhadap kadar zat mudah menguap, kadar zat mudah menguap tertinggi yaitu pada persentase perekat 12,5% ( $Y_3$ ) sebesar 67.50 berbeda nyata dengan persentase perekat 7.5% ( $Y_1$ ) dan persentase perekat 10% ( $Y_2$ ). Interaksi

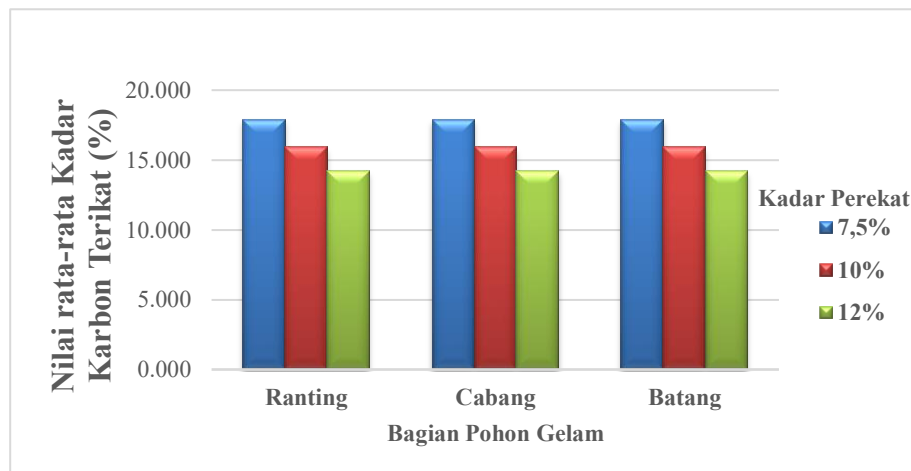
bagian pohon gelam dengan persentase perekat (XY) juga tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun ranting dengan persentase perekat 12,5% ( $X_1Y_3$ ), cabang dengan persentase perekat 12,5% ( $X_2Y_3$ ) dan batang dengan persentase perekat 12% ( $X_3Y_3$ ) yaitu sebesar memiliki kadar zat mudah menguap tertinggi namun karena tidak berbeda nyata artinya memiliki kadar zat mudah menguap yang sama dengan Interaksi yang lainnya.

Kadar zat mudah menguap dalam pelet kayu mendukung penentuan kualitas pelet sebagai sumber energi terbarukan. Penyesuaian parameter produksi, seperti

ukuran partikel dan proses pengolahan, dapat meningkatkan kadar zat mudah menguap, yang berpotensi menciptakan pelet dengan efisiensi energi yang lebih baik dan emisi yang lebih rendah selama pembakaran (Hidayatullah *et al.* 2023; Irawansyah *et al.* 2022). Keberadaan zat mudah menguap menandakan potensi pelepasan energi selama proses gasifikasi dan pembakaran, yang penting untuk evaluasi kinerja bahan bakar (Barmina *et al.*, 2017; Yunusa *et al.*, 2024).

### Kadar Karbon Terikat

Grafik nilai rata-rata kadar karbon terikat pada Gambar 6



Gambar 6. Nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu

Data hasil analisis ragam (Anova), bagian pohon gelam (X) berpengaruh tidak signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap kadar karbon terikat sehingga disimpulkan bahwa bagian organ pohon gelam (ranting, cabang dan batang) memiliki kadar karbon terikat yang sama. Persentase perekat berpengaruh signifikan (berbeda nyata) terhadap kadar karbon terikat, kadar karbon terikat tertinggi yaitu pada persentase perekat 7,5% ( $Y_1$ ) sebesar

17,91% berbeda nyata dengan persentase perekat 7,5% ( $Y_1$ ) dan persentase perekat 10% ( $Y_2$ ). Interaksi Bagian organ pohon gelam dengan persentase perekat (XY) juga tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun ranting dengan persentase perekat 7,5% ( $X_1Y_1$ ), cabang dengan persentase perekat 7,5% ( $X_2Y_1$ ) dan batang dengan persentase perekat 7,5% ( $X_3Y_1$ ) memiliki kadar karbon terikat tertinggi namun tidak

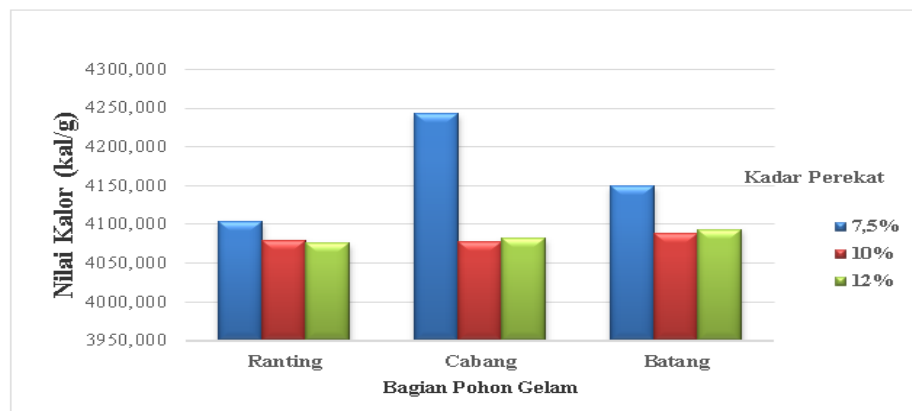
berbeda dengan kadar karbon terikat interaksi perlakuan lainnya.

Kadar karbon terikat merupakan salah satu penentu kualitas pelet kayu. Kadar karbon terikat yang tinggi menunjukkan kualitas pelet kayu yang baik dan begitu juga sebaliknya karena kadar karbon terikat mempengaruhi besarnya nilai kalor. Penelitian Irawansyah *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penambahan perekat seperti tapioka dapat mengubah sifat fisik pelet kayu, di mana peningkatan persentase perekat menyebabkan penurunan kadar karbon terikat.

Penelitian Wibowo *et al.* (2017) menekankan pentingnya kandungan karbon terikat sebagai indikator nilai kalor—semakin tinggi karbon terikat, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa manipulasi komposisi bahan dalam proses pembuatan pelet kayu sangat mempengaruhi efisiensi energi dari pelet tersebut.

### Nilai Kalor

Grafik nilai rata-rata kerapatan pelet kayu pada penelitian ini disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai rata-rata nilai kalor pelet kayu

Data hasil analisis ragam (Anova), bagian organ pohon Gelam (X) tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap nilai kalor sehingga disimpulkan bahwa bagian pohon gelam (ranting, cabang dan batang) memiliki nilai kalor yang sama. Persentase perekat juga tidak berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) terhadap nilai kalor sehingga persentase perekat (7.5%, 10% dan 12,5%) memiliki nilai kalor yang sama. Interaksi bagian pohon gelam dengan persentase perekat (XY) juga tidak

berpengaruh signifikan (tidak berbeda nyata) sehingga walaupun batang dengan persentase perekat 7.5% ( $X_3Y_1$ ) memiliki nilai kalor tertinggi namun karena tidak berbeda nyata artinya nilai kalor tersebut sama dengan nilai kalor interaksi perlakuan lainnya.

Mahdie *et.al.* (2016), menyatakan bahwa bahan bakar yang baik ditunjukkan dengan parameter nilai kalor yang semakin tinggi. nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, zat terbang, kadar abu dan karbon terikat. Semakin banyaknya kadar

abu maka nilai kalor semakin menurun. Kadar abu Gerunggang yang tinggi diduga menurunkan nilai kalor pelet. Sebaliknya karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor (Saputro *dkk*, 2012). Penelitian Suryani *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa kadar abu yang tinggi dapat mengurangi nilai kalor efektif selama proses pembakaran, yang berarti bahwa pemilihan bahan dan teknik produksi yang tepat sangat diperlukan untuk menghasilkan pelet berkualitas tinggi. Herianto *et al.*, (2022) bahwa pemahaman tentang karakteristik bahan baku yang digunakan dan bagaimana bahan diolah sangat penting untuk meningkatkan kinerja energi dari pelet kayu. Proses pengolahan yang tepat, termasuk pemilihan bahan baku dan proses peletisasi, sangat penting dalam mempertahankan nilai kalor tinggi serta

meningkatkan efisiensi pembakaran (Suwandi *et al.*, 2023; Yanti & Pauzan, 2020).

### Perbandingan Hasil Mutu Pelet Kayu

Data hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata tersebut secara umum parameter pengujian memenuhi standar SNI 8021-2014, yaitu kerapatan, keteguhan tekan (tidak dipersyaratkan) kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor memenuhi standar SNI 8021-2014, kecuali hanya kadar air yang tidak memenuhi. Penelitian Alpian *et al* (2023) bahwa pelet kayu laban dari bagian batang, cabang dan ranting memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan secara umum memenuhi standar Indonesia (SNI 8021-2014).

Tabel 2. Data hasil pengujian pelet kayu Gelam berdasarkan Standar SNI 8021-2014

| Parameter                                   | Ulangan |         |         |         |         |         |         |         |         | SNI<br>(8021-2014) |
|---------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
|                                             | X1Y1    | X1Y2    | X1Y3    | X2Y1    | X2Y2    | X2Y3    | X3Y1    | X3Y2    | X3Y3    |                    |
| Kadar Air %                                 | 15,24%  | 16,35%  | 17,46%  | 15,24%  | 16,35%  | 17,46%  | 15,24 % | 16,35 % | 17,46 % | $\leq 12$          |
| Kerapatan<br>(g/cm <sup>3</sup> )           | 0,86    | 0,86    | 0,85    | 0,86    | 0,86    | 0,85    | 0,86    | 0,86    | 0,85    | $\geq 0,8$         |
| Keteguhan<br>Tekan<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 3,44    | 3,40    | 4,04    | 3,44    | 3,40    | 4,04    | 3,44    | 3,40    | 4,04    | -                  |
| Kadar<br>ZMM %                              | 66,30   | 67,20   | 67,50   | 66,30   | 67,20   | 67,50   | 66,30   | 67,20   | 67,50   | $\leq 80$          |
| Kadar<br>Abu %                              | 0,55    | 0,65    | 0,69    | 0,55    | 0,65    | 0,69    | 0,55    | 0,65    | 0,69    | $\leq 1,5$         |
| Kadar<br>Karbon<br>Terikat                  | 17,91   | 15,92   | 14,22   | 17,91   | 15,92   | 14,22   | 17,91   | 15,92   | 14,22   | $\geq 14$          |
| Nilai Kalor<br>(kal/g)                      | 4143.87 | 4041.70 | 4083.76 | 4143.87 | 4041.70 | 4083.76 | 4143.87 | 4041.70 | 4083.76 | $\geq 4000$        |

Sumber : SNI 8021 : 2014

### KESIMPULAN

Pelet kayu yang dibuat dari bagian batang, cabang, dan ranting pohon Gelam

dengan variasi persentase perekat tepung tapioka (7,5%, 10%, dan 12,5%) secara umum memenuhi standar kualitas SNI 8021-2014 untuk parameter kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu, kadar zat

mudah menguap, kadar karbon terikat, dan nilai kalor, kecuali kadar air yang masih melebihi batas standar (lebih dari 12%). Bagian pohon Gelam hanya berpengaruh signifikan terhadap kerapatan pelet, sedangkan persentase perekat berpengaruh signifikan pada kadar air, keteguhan tekan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat, tetapi tidak pada kerapatan dan nilai kalor. Interaksi antara bagian pohon dan persentase perekat tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik pelet.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alpian, A., Rivaldi, Wahyu Supriyati, Luhan, G., & Surasana, I. N. (2023). Karakteristik Pelet Kayu Laban (*Vitex Pubescens*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 41(1), 27–34. <https://doi.org/10.55981/jphh.2023.679>
- Alpian, Alpian, *et al.* "Sifat fisika mekanika briket arang dengan komposisi jenis kayu gerunggang (*Cratoxylon arborescens*) dan kayu tumih (*Combretocarpus rotundatus*)." *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 7.1 (2020): 1-10.
- Alpian, Wahyu Supriyati, M. Damiri, Christophoros, 2015. Variasi Berat Jenis Gelam Berdasarkan Lokasi Tumbuh dan Tingkat Pertumbuhan. *Jurnal Hutan Tropika* (ISSN: 1693-7643). Vol. X No.1, Juni 2015. Hal. 1-10 <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/JHT/article/view/60/62>
- Badan Standar Nasional. 2014. Pelet Kayu. SNI 8021. Jakarta.
- Barus, W. and Sriwana, I. (2022). Pemilihan energi baru terbarukan sebagai substitusi bahan baku pltu batubara di provinsi sumatera utara menggunakan metode fuzzy analytical hierarchy process (f-ahp). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(2), 118-129. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v10i2.16184>
- Barmina, I., Valdmanis, R., Zake, M., Ozola, L., & Strautins, U. (2017). Development of gasification/combustion characteristics at thermo-chemical conversion of Hbiomass mixtures.. <https://doi.org/10.22616/erdev2017.16.n011>
- Haryanto, A., Waluyo, S., Utami, A., & Triyono, S. (2023). Pengaruh gaya tekan dan waktu penekanan terhadap karakteristik pelet tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 11(1), 89-101. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v11i1.447>
- Hasna, A., Sutapa, J., & Irawati, D. (2019). Pengaruh ukuran serbuk dan penambahan tempurung kelapa terhadap kualitas pelet kayu sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2), 170. <https://doi.org/10.22146/jik.52428>
- Herianto, H., Santoso, M., Simatupang, R., Supriyati, W., & Mujaffar, A. (2022). Karakteristik pelet serbuk gergaji tiga jenis kayu limbah industri mebel sebagai energi alternatif terbarukan. *Hutan Tropika*, 16(2), 164-174. <https://doi.org/10.36873/jht.v16i2.3575>
- Hidayati, F., Purnama, R., Praptoyo, H., & Sunarti, S. (2018). Pengaruh kecepatan pertumbuhan terhadap sifat fisika dan mekanika kayu acacia mangium umur 4 tahun asal wonogiri, jawa tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12(2), 248. <https://doi.org/10.22146/jik.40162>
- Hidayatullah, A., Sutapa, J., & Listyanto, T. (2023). Pengaruh ukuran partikel

- bahan baku terhadap kualitas pelet ranting kaliandra (*calliandra calothyrsus*) dari limbah pakan ternak kambing. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 20(1), 31-39. <https://doi.org/10.51850/jitkt.v20i1.576>
- Irawansyah, H., Nugraha, A., Afifudin, M., Muhammad, M., & Al'Arisko, R. (2022). Pengaruh variasi ukuran serbuk (mesh) dan persentase perekat tapioka terhadap sifat fisik pellet kayu gelam. *Multitek Indonesia*, 15(2), 13-22. <https://doi.org/10.24269/mtkind.v15i2.4194>
- Lestari, R., Prabawa, I., & Cahyana, B. (2019). Pengaruh kadar air terhadap kualitas pelet kayu dari serbuk gergajian kayu jabon dan ketapang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(1), 1-12. <https://doi.org/10.20886/jphh.2019.37.1.1-12>
- Mahdie, M.F., Subari, D., Sunardi, Ulfah, D. 2016. Pengaruh Campuran Limbah Kayu Rambai dan Api-Api Terhadap Kualitas Biopelet Sebagai Energi Alternatif Dari Lahan Basah. *Jurnal Hutan Tropis* 4 (3): 246-253.
- Nurwigha R. 2012. Pembuatan Biopelet dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Penambahan Arang Cangkang Sawit dan Serabut Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G., & Bakri, S. (2019). Karakterisasi Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Hasil Torefaksi dengan Menggunakan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB). *Jurnal Sylva Lestari*, 7(3), 321-331.
- Saputro, D.D, Widayat W., Rusiyanto, Saptoadi H. & Fauzan. 2012. Karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)* 2012.
- Suryani, E., Farid, M., & Mayub, A. (2019). Implementasi karakteristik nilai kalor briket campuran limbah kulit durian dan tempurung kelapa pada pembelajaran suhu dan kalor di smp n 15 kota bengkulu. *Pendipa Journal of Science Education*, 3(3), 146-153. <https://doi.org/10.33369/pendipa.3.3.146-153>
- Suwandi, A., Fernanda, Y., Ambiyar, A., & Arafat, A. (2023). Characteristics of albizia chinensis wood sawdust briquette product at high compression method. *Motivection Journal of Mechanical Electrical and Industrial Engineering*, 5(1), 139-150. <https://doi.org/10.46574/motivection.v5i1.196>
- Syamsiro, M. (2016). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa dengan Proses Densifikasi dan Torrefaksi. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13
- Wibowo, S., Laia, D., Khotib, M., & Pari, G. (2017). Karakterisasi karbon pelet campuran rumput gajah (*pennisetum purpureum scumach*) dan tempurung nyamplung (*calophyllum inophyllum* linn.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), 73-82. <https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.1.73-82>
- Wibowo, S. (2022). Pengaruh penambahan tepung tapioka pada karakteristik pelet kayu dari limbah cabang kayu jati perhutani plus (jpp). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 16(1), 50-63. <https://doi.org/10.22146/jik.v16i1.1807>
- Windarwati, S. 2011. Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu. Bogor.
- Yunusa, S., Narra, S., Mensah, E., Preko, K., & Saleh, A. (2024). Physical and thermochemical properties of selected wood species in nigeria: a fuel

suitability and pelleting potential assessment. *Fuels*, 5(3), 261-277.  
<https://doi.org/10.3390/fuels5030015>

Yanti, I. and Pauzan, M. (2020). Analisa nilai kalor dan karakteristik pembakaran biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(3),88-94.  
<https://doi.org/10.36706/jtk.v26i3.82>