

**PENGARUH KOMPOSISI LIMBAH SERBUK KAYU ULIN
(*Eusideroxylon zwageri* T.et.B) DAN KAYU JABON (*Anthocephalus
cadamba* Miq) TERHADAP KARAKTERITIS BIOPELET SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

*The Influence of The Composition of Waste Wood Powder Ulin (*Eusideroxylon
zwageri* T.et.B) and Wood Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) Against
Biopellet Characteris As An*

Diah Wulandari, Noor Mirad Sari dan Muhammad Faisal Mahdie

Jurusan Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *This study aims to analyze the influence of the composition of waste wood powder ulin and wood jabon to biopellet characteritis, among others: density, water content, content of fly content, ash content, carbon content and heat value. This research use the testing procedure American Standard Testing and Material (ASTM). In terms of quality of biopellet, the results obtained are compared with Indonesian standards (SNI 8021: 2014) and ASTM. The results of biopellet research from mixed waste of ulin wood and jabon showed average density 0,340 g/cm³ - 0,570 g/cm³, water content 9,1723% - 9,7810%, fly content 85,5233% - 88,7367% ash content 0.497% - 0.753%, carbon concentration of 1.1376% - 4.6711%, and heat value 4077.447% - 4657,887%. the quality of biopellet that meets the ASTM and SNI standards is the value of ash content (%) and calorific value (kal/g), and the density value (g/cm³) only meets the SNI requiring density (g/cm³). Biopellet weakness is found in the quality of biopellet with high ash content. The results of the analysis of variance and further tests showed that the treatment of ulin and jabon wood powder waste composition had no significant effect on water content, flying substance, ash content and calorific value, but very significant effect on density and bound carbon content.*

Keywords: *Biopellet, Ulin wood, Jabon wood*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh komposisi limbah serbuk kayu ulin dan kayu jabon terhadap karakteritis biopellet antara lain: kerapatan, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Penelitian ini menggunakan prosedur pengujian *American Standard Testing and Material* (ASTM). Dilihat dari segi kualitas biopellet, hasil yang didapat dibandingkan dengan standar Indonesia (SNI 8021:2014) dan ASTM. Hasil penelitian biopellet dari limbah campuran kayu ulin dan jabon menunjukkan rata-rata kerapatan 0,340 g/cm³ – 0,570 g/cm³, kadar air 9,1723 % - 9,7810 %, kadar zat terbang 85,5233 % - 88,7367 %, kadar abu 0,497 % - 0,753 %, kadar karbon terikat 1,1376 % - 4,6711 %, dan nilai kalor 4077,447 % - 4657,887 %. kualitas biopellet yang memenuhi standar ASTM dan SNI yaitu nilai kadar abu (%) dan nilai kalor (kal/g), serta nilai kerapatan (g/cm³) hanya memenuhi SNI yang mensyaratkan kerapatan (g/cm³). Kelemahan biopellet terdapat pada kualitas biopellet dengan kadar abu yang tinggi. Hasil analisis sidik ragam dan uji lanjutan menunjukkan bahwa perlakuan komposisi limbah serbuk kayu ulin dan jabon tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, zat terbang, kadar abu dan nilai kalor, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan dan kadar karbon terikat.

Kata kunci : Biopellet, Kayu ulin, Kayu jabon

Penulis untuk korespondensi: surel: diahwulandari348@gmail.com

PENDAHULUAN

Sumber energi fosil di Indonesia semakin menipis dan berkurang, hal tersebut dikarenakan kebutuhan masyarakat akan bahan bakar fosil meningkat mencapai 7%

tiap tahunnya, melebihi penggunaan energi dunia yang hanya 2,6% pertahun (Sidiq, 2017). Hal ini ditambah dengan beberapa masalah lain seperti penyeludupan Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi, penyaluran BBM yang tidak lancar dan lain sebagainya.

Pemecahan masalah tersebut dengan membuat energi alternatif berupa biopelet.

Menurut Setyawan (2013), total produksi biopelet dunia pada tahun 2012 (negara Cina sekitar 792.000 ton per tahun, Kanada 2,958 juta ton pertahun, Jepang 110.000 ton per tahun dan Indonesia sekitar 80.000 ton per tahunnya). Permintaan biopelet diprediksi akan terus meningkat setiap tahunnya, pada tahun 2015 mencapai 37 juta ton per tahunnya. Potensi energi biomassa di Kalimantan Selatan sebesar 343.258,45 MWh (Distamben Kalsel, 2012),

Penggergajian kayu mempunyai produksi sebesar 71.777.7592 m³, Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah sebanyak 40,48% yang terdiri dari 9,39% potongan kayu, 8,77% serbuk gergajian, dan 22,33% sabetan (Purwanto, 2009). Berdasarkan data tersebut bahwa limbah serbuk gergajian cukup banyak, sehingga pemanfaatan limbah serbuk gergajian ulin dan jabon dapat menjadi salah satu solusi untuk memecahkan krisis energi.

Berdasarkan permasalahan di atas peneliti mencoba melakukan penelitian ini untuk membuat energi alternatif berupa biopelet dari serbuk tanaman yang cepat tumbuh (*fast growing*) kayu jabon dengan serbuk ulin kelas kuat dan kelas awet 1 serta memiliki nilai kalor tinggi. Mengkombinasikan antara jabon dengan ulin bertujuan untuk menyeimbangkan nilai kalor dari ulin yang tinggi sebesar 5661 kal/kg (Purnomo, 2016) dan menaikkan nilai kalor jabon sebesar 4372 kal/kg (Hanun, 2014) sehingga ketel Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dapat membakar sesuai dengan kapasitas yang dimiliki serta dapat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif. Kapasitas ketel PLTU Tanjung Jati B Unit 1-4 sebesar 5100 kal/g – 5600 kal/g yang memasok tenaga listrik dari kebutuhan Jawa, Madura-Bali sebesar 11,5% (Mulyono dan Sudjito, 2016).

Tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis pengaruh komposisi limbah serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T.et.B) dan kayu jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) terhadap karakteristik biopelet antara lain: (1) kerapatan (g/cm³), (2) kadar air (%), (3) kadar zat terbang (%), (4) kadar abu (%), (5) kadar karbon terikat (%), dan nilai kalor (kal/g).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Waktu pelaksanaan penelitian ± 5 bulan dari bulan Desember 2017 – April 2018 meliputi tahapan persiapan, observasi lapangan, pengambilan bahan di lapangan, pengolahan dan pengujian sampel biopelet, analisis data serta pembuatan laporan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, mesin pencetak pellet (*pellet mill*), bak pengering, bak pengaduk, saringan 40 mesh dan 60 mesh, timbangan analitik, oven, *moisture* meter, desikator, alat tulis – menulis, *muffle furnace*, *perioxide bomb calorimeter*. Bahan yang digunakan berupa serbuk gergajian, tepung tapioka, korek api, bahan-bahan kimia (aquades, larutan metil merah dan Na₂CO₃).

Prosedur Penelitian

Mempersiapkan serbuk gergajian kayu ulin dan jabon, menyaring serbuk dengan ayakan 40 mesh dan tertahan pada 60 mesh, merendam serbuk kayu ulin dan jabon dengan air biasa selama 1 x 24 jam, mengeringkan serbuk kayu ulin dan jabon hingga kadar air maksimal 10%, menimbang serbuk kayu sebesar 6,66 gram, air 15 ml dan tepung tapioka (20%) seberat 1,33 gram, melarutkan tepung tapioka dengan air lalu memasak sampai menjadi gelatin selanjutnya diaduk dengan serbuk kayu ulin dan jabon, memasukka serbuk kayu ulin dan jabon ke dalam alat pencetak pellet, melakukan pengepresan tanpa suhu panas sampai beberapa detik, mengering udarakan biopelet sebelum dilakukan pengujian.

Prosedur Pengujian

Parameter yang akan diuji menggunakan standar *American Standard Testing and Material* (ASTM) yaitu:

Penetapan kerapatan (ASTM D 5142-020)

Kerapatan adalah turunan dari besaran massa dibagi dengan volume dinyatakan dalam gram/cm³. Rumus kerapatan sampel:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan:

M : massa dalam gram (g)
 V : volume yang diteliti (cm³)
 P : kerapatan dari objek yang diteliti (g/cm³)

Penetapan kadar air (ASTM D 5142-020)

Cara dalam menentukan kadar air dengan memasukkan satu gram (g) yang diletakkan pada alumunium foil yang dibentuk seperti cawan. Pengeringan sampel di dalam oven dengan suhu 103 ± 2°C selama 24 jam sampai pada kadar air tersebut konstan. Perhitungan kadar air menggunakan rumus:

$$KA (\%) = \frac{BB - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan:

BB = berat bahan sebelum dikeringkan dalam oven (g)
 BKT = berat bahan setelah dikeringkan dalam oven (g)
 KA = kadar air (%)

Penetapan zat terbang (ASTM D 5142-020)

Pengujian zat terbang dilakukan dengan cara meletakkan satu gram sampel di cawan porselin yang beratnya sudah diketahui. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam tungku pembakaran (*muffle furnace*) dengan suhu 950 ± 20°C selama 7 menit. Nilai pengujian zat terbang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Zat mudah menguap} = \frac{B - C}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

B = berat sampel setelah dikeringkan dan diuji kadar air (g)
 C = berat sampel setelah dipanaskan dalam tanur (g)
 W = berat awal sampel sebelum pengujian kadar air (g)

Penetapan kadar abu (ASTM D 5142-020)

Pengujian kadar abu dilakukan dengan meletakkan satu gram sampel ke cawan porselin yang sudah diketahui beratnya.

Sampel penelitian dioven dalam *muffle furnace* dengan suhu 600 – 900 °C selama 5-6 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan zat yang tertinggal ditimbang. Nilai kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} (\%) = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Penetapan kadar karbon terikat (ASTM D 5142-020)

Pengujian kadar karbon terikat dilakukan setelah ditetapkan hasil kadar air, zat terbang, dan kadar abu. Nilai kadar karbon terikat dihitung dengan rumus:

$$\text{Karbon terikat} = 100 \% - (\text{Kadar air} + \text{zat terbang} + \text{kadar abu})$$

Penetapan nilai kalor (ASTM D 5142-020)

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan cara memasukkan satu gram sampel ke dalam *Bomb calorimeter*, kemudian dikontakkan dengan kawat yang dapat menghantarkan arus listrik. Nilai kalor dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Nilai kalor} = \frac{W \times (T_2 - T_1)}{A} - B_1 + B_2$$

Keterangan:

W = nilai dari kalorimeter (kal^oC) = 2426 kal
 T₁ = suhu mula-mula
 T₂ = suhu sesudah pembakaran
 A = berat contoh yang dibakar
 B₁ = koreksi pada kawat besi
 B₂ = Titrasi Na₂CO₃

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Nilai rata-rata hasil perhitungan uji kerapatan biopellet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dengan kayu jabon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata hasil pengujian kerapatan (g/cm^3)

Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	0,569	0,529	0,455	0,446	0,361	0,364
2	0,577	0,544	0,489	0,434	0,327	0,303
3	0,565	0,547	0,525	0,373	0,366	0,354
Jumlah	1,711	1,619	1,469	1,252	1,055	1,021
Rata-rata	0,570	0,540	0,490	0,417	0,352	0,340

Keterangan:

A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon

A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon

A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon

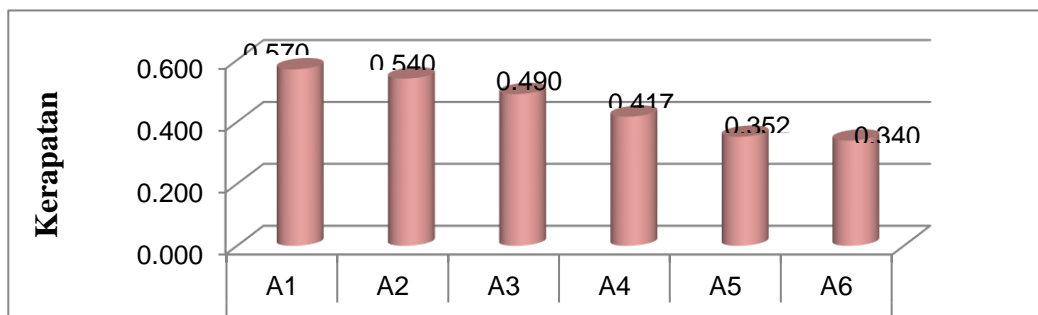
A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon

A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon

A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil pengujian kerapatan yang diperoleh nilai tertinggi yaitu terdapat pada perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon) yaitu sebesar $0,570 \text{ g/cm}^3$. Nilai kerapatan yang terendah

didapatkan pada perlakuan A6 (100% limbah serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin) sebesar $0,340 \text{ g/cm}^3$. Nilai rata-rata pengujian kerapatan biopelet pada seluruh perlakuan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai kerapatan (g/cm^3) biopelet

Hasil uji normalitas nilai rata-rata kerapatan biopelet menggunakan uji *lilliefors* (uji kenormalan) didapatkan data tersebut menyebar normal, yang mana $Li \text{ max} = 0,188 < Li \text{ tabel } 0,005 (0,200)$ dan $Li 0,01 (0,239)$. Pengujian homogenitas dengan

menggunakan uji *Barlett* dapat dilihat dari nilai X^2 hitung sebesar $6,440 < X^2 \text{ tabel } 0,05 (11,100)$ dan $X^2 \text{ tabel } 0,01 (15,100)$. Keragaman dari nilai kerapatan tersebut dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (tabel anova) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis sidik ragam kerapatan (g/cm^3) biopelet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,141	0,028	38,28 **	3,11	5,06
Galat	12	0,009	0,001			
Total	17	0,149				

Keterangan:

** = berpengaruh sangat nyata

KK = 6,00 %

$$KK = (\text{akar KTG} / \text{Yrata-rata}) \times 100\%$$

Data yang didapatkan dari perbedaan komposisi bahan baku biopelet memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap taraf 5% dan 1% artinya semua perlakuan

pengujian mempunyai kesempatan untuk menjadi yang terbaik, selanjutnya diperlukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) tersaji nilai koefisien keragaman (KK) yaitu sebesar

6,00%, bertujuan untuk mengetahui perlakuan mana yang terbaik dari enam perlakuan. Hasil pengujian lanjutan

menggunakan uji BNT disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) terhadap nilai kerapatan (g/cm^3)

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda				
		A1	A2	A3	A4	A5
A1	0,570					
A2	0,540	0,031 ^{tb}				
A3	0,490	0,081 ^{**}	0,050 [*]			
A4	0,417	0,153 ^{**}	0,122 ^{**}	0,072 ^{**}		
A5	0,352	0,219 ^{**}	0,188 ^{**}	0,138 ^{**}	0,070 ^{**}	
A6	0,340	0,230 ^{**}	0,199 ^{**}	0,149 ^{**}	0,080 ^{**}	0,011 ^{tb}
BNT	5%			0,05		
	1%			0,07		

Keterangan:

tb = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

Perlakuan yang terbaik yaitu perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% limbah serbuk kayu jabon). Berdasarkan hasil penelitian nilai kerapatan ini tidak memenuhi standar Amerika yang mensyaratkan kerapatan sebesar $4,0 \text{ g/cm}^3$ – $4,6 \text{ g/cm}^3$, tetapi memenuhi SNI yang mensyaratkan kerapatan sebesar $0,45 \text{ g/cm}^3$ – $0,65 \text{ g/cm}^3$.

Perbedaan kerapatan ini dipengaruhi oleh berat jenis dari bahan baku atau kayu tersebut, semakin tinggi berat jenisnya maka kerapatannya semakin tinggi dan sebaliknya kayu dengan berat jenis rendah maka nilai kerapatannya juga rendah (Mahdie *et al.* 2016). Ukuran partikel dari serbuk kayu atau bahan biopellet dapat mempengaruhi berat jenis, dimana ukuran partikel yang kasar memiliki berat jenis rendah sehingga menghasilkan nilai kerapatannya juga rendah, selain itu berat jenis yang rendah akan menghasilkan pembakaran yang rendah juga. Berat jenis kayu

mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan untuk suatu sumber energi. Berat jenis yang semakin tinggi akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi juga (Alimah, 2010).

Banyaknya kandungan lignin pada suatu kayu dapat meningkatkan nilai kerapatan biopellet, karena unsur karbon (C) yang banyak pada struktur lignin menyebabkan tingginya kristalinitas dan mengakibatkan serbuk kayu semakin erat (Alimah, 2010). Kandungan lignin pada kayu ulin sebesar 28,9% lebih besar daripada kandungan lignin pada kayu jabon 25,4%, hal ini yang menyebabkan kerapatan biopellet dari limbah serbuk kayu ulin lebih tinggi daripada kayu jabon (Emil, 2014).

Kadar air

Nilai rata-rata hasil pengujian kadar air (%) biopellet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dan kayu jabon disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata hasil pengujian kadar air (%)

Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	9,8177	9,2061	9,2896	9,6972	9,7815	9,3374
2	8,9443	9,0275	9,2299	9,6011	9,9143	9,3494
3	8,7548	9,6852	9,8298	9,5890	9,3613	10,6562
Jumlah	2,5168	27,9188	28,3493	28,8873	29,0571	29,3430
Rata-rata	9,1723	9,3063	9,4498	9,6291	9,6857	9,7810

Keterangan:

A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon

A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon

A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon

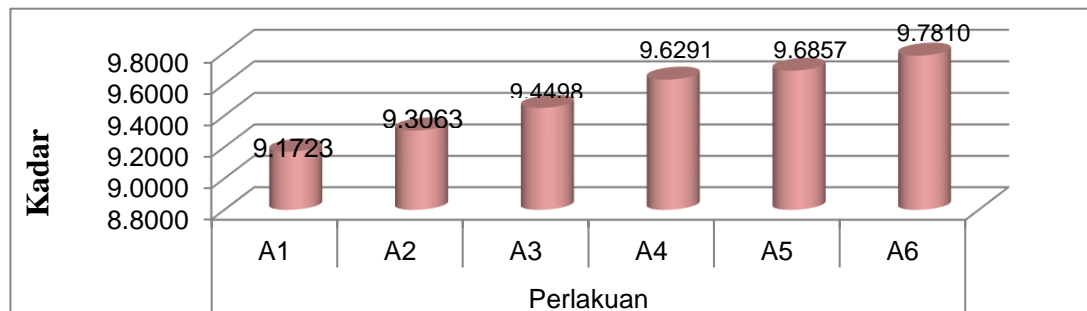
A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon

A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon

A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil perhitungan nilai rata-rata kadar air terendah sebesar 9,1723% pada perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon) dan nilai rata-rata kadar air tertinggi sebesar 9,7810% pada

perlakuan A6 (100% limbah serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin). Nilai rata-rata pengujian kadar air biopelet disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kadar air (%) biopelet

Keragaman dari nilai kadar air tersebut dianalisis menggunakan tabel analisis sidik ragam (tabel anova) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis sidik ragam kadar air (%) biopelet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,0219	0,0044	0,8421 ^{tn}	3,11	5,06
Galat	12	0,0624	0,0052			
Total	17	0,0843				

Keterangan:

^{tn} = tidak berpengaruh nyata $KK = (\text{akar KTG} / \text{Yrata-rata}) \times 100\%$ $KK = 2,3402\%$

Data yang didapatkan dari perbedaan komposisi bahan baku biopelet tidak memberikan pengaruh terhadap pengujian kadar air, diperoleh nilai F hitung perlakuan sebesar 0,8421 lebih kecil baik pada taraf F tabel 0,05 (3,11) dan F tabel 0,01 (5,06). Tinggi rendahnya nilai kadar air akan berpengaruh terhadap nilai kalor. Nilai kadar air berbanding terbalik dengan nilai kalor, semakin tinggi kadar air suatu perlakuan maka nilai kalornya semakin rendah serta dapat mempengaruhi dalam pembakaran yang menyebabkan temperatur api rendah dan asap yang ditimbulkan juga banyak. Sebaliknya semakin rendah kadar air suatu

biopelet akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Kadar air juga dipengaruhi oleh adanya tekanan pada saat mencetak biopelet. Tekanan yang tinggi sebesar 60 ton pada saat mencetak, menghasilkan biopelet yang padat, seragam, dan memiliki kerapatan yang tinggi.

Kadar zat terbang

Nilai rata-rata hasil pengujian kadar zat terbang (%) biopelet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dengan kayu jabon disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata hasil uji kadar zat terbang (%)

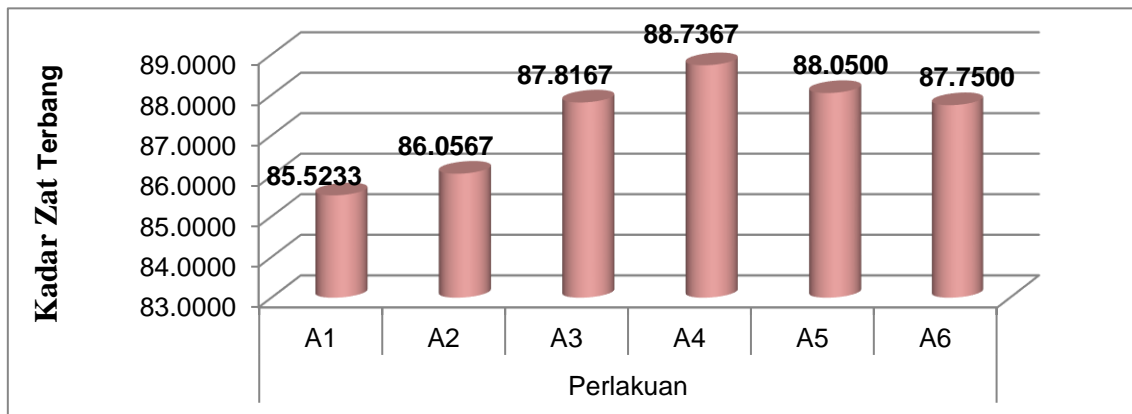
Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	84,9800	85,4800	89,0100	88,6800	88,5800	87,5800
2	85,7000	85,6100	87,4600	88,7500	87,6200	88,5300
3	85,8900	87,0800	86,9800	88,7800	87,9500	87,1400
Jumlah	256,5700	258,1700	263,4500	266,2100	264,1500	263,2500
Rata-rata	85,5233	86,0567	87,8167	88,7367	88,0500	87,7500

Keterangan:

- A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon
- A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon
- A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon
- A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon
- A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon
- A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil perhitungan rata-rata pengujian kadar zat terbang (%) diperoleh nilai tertinggi sebesar 88,0500% pada perlakuan A4 (40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk

kayu jabon), sedangkan nilai kadar zat terbang terendah sebesar 85,5233% terdapat pada perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon). Rata-rata pengujian kadar zat terbang biopellet disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kadar zat terbang (%) biopellet

Keragaman dari nilai kerapatan tersebut dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (tabel anova) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis sidik ragam kadar zat terbang (%) biopellet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	23,3862	4,6772	0,0073	^{tn} 3,1100	5,0600
Galat	12	7676,0383	639,6699			
Total	17	7699,4245				

Keterangan:

- ^{tn} = tidak berpengaruh nyata
- KK = (akar KTG / Yrata-rata) × 100%
- KK = 28,96 %

Hasil analisis sidik ragam kadar zat terbang menunjukkan semua perlakuan pengujian tidak memberikan pengaruh terhadap pengujian kadar zat terbang, diperoleh nilai F hitung perlakuan sebesar 0,0073 lebih kecil baik pada taraf F tabel 0,05 (3,1100) dan F tabel 0,01 (5,0600). Parameter zat terbang dipengaruhi oleh kadar air, semakin rendah kadar air maka nilai zat terbang akan semakin baik. Semakin banyak persentase penambahan serbuk kayu jabon menghasilkan kadar zat terbang yang tinggi. Hal tersebut dipertegas oleh penelitian Hanun (2014), dimana kadar

zat terbang kayu jabon lebih tinggi sebesar 84,08% daripada nilai kadar zat terbang kayu ulin 81,82%. Kayu jabon memiliki kandungan kimia (zat ekstraktif, air dan hemiselulosa) yang mudah menguap dari pada kayu ulin sehingga nilai kadar zat terbang kayu jabon lebih tinggi. Nilai kadar zat terbang (%) tidak memenuhi standar Amerika yang mensyaratkan kadar zat terbang sebesar 19 % - 28 %, dan tidak memenuhi SNI sebesar <80%. kerapatan serbuk kayu ulin lebih tinggi apabila dibandingkan dengan serbuk kayu jabon, sehingga menghasilkan kadar zat terbang

sedikit dan menghasilkan produk biopelet yang baik.

Nilai kadar zat terbang berhubungan dengan nilai kalor dari biopelet, semakin tinggi kadar zat terbangnya maka nilai kalornya akan rendah. Pernyataan tersebut dipertegas oleh Hermanto (2015) bahwa semakin tingginya zat terbang yang menguap akan menghambat suatu proses pembakaran sehingga mengandung

banyaknya asap, dan menyulitkan penyalaan api, hal tersebut dikarenakan tersimpannya kadar air yang banyak.

Kadar abu

Nilai rata-rata hasil perhitungan uji kadar abu biopelet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dengan kayu jabon disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata hasil pengujian kadar abu (%)

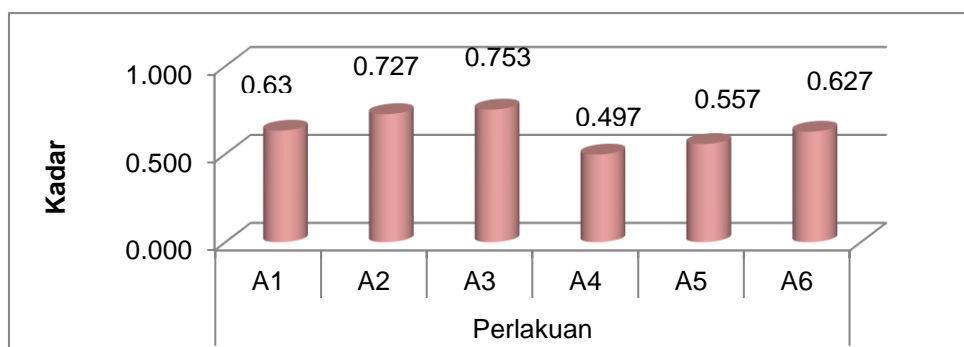
Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	0,76	0,63	0,41	0,44	0,47	0,44
2	0,60	0,84	0,93	0,54	0,49	0,88
3	0,54	0,71	0,92	0,51	0,71	0,56
Jumlah	1,900	2,180	2,260	1,490	1,670	1,880
Rata-rata	0,633	0,727	0,753	0,497	0,557	0,627

Keterangan:

- A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon
- A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon
- A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon
- A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon
- A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon
- A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil perhitungan rata-rata pengujian kadar abu (%) diperoleh nilai tertinggi sebesar 0,753% pada perlakuan A3 (60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon), sedangkan nilai kadar abu terendah sebesar

0,497% terdapat pada perlakuan A4 (40% limbah serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon). Rata-rata pengujian kadar abu biopelet disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai kadar abu (%) biopelet

Keragaman dari nilai kadar abu tersebut dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (tabel anova) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis sidik ragam kadar abu (%) biopelet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,053	0,011	0,88 ^{tn}	3,11	5,06
Galat	12	0,144	0,012			
Total	17	0,196				

Keterangan:

^{tn} = tidak berpengaruh nyata $KK = (\text{akar KTG} / \text{Yrata-rata}) \times 100\%$ $KK = 13,89\%$

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa semua perlakuan pengujian tidak

memberikan pengaruh terhadap kadar abu yang diperoleh nilai F hitung perlakuan

sebesar 0,88 lebih kecil baik taraf F tabel 0,05 (3,11) dan F tabel (5,06). Kadar abu tersusun dari beberapa kandungan mineral salah satunya yaitu silika. Kadar silika yang tinggi pada suatu biomassa menghasilkan abu pembakaran yang tinggi juga. Tujuan pengujian kadar abu pada biopellet kayu yaitu untuk mengetahui sisa bahan dari pembakaran yang tidak mempunyai unsur karbon (C) dan tidak mempunyai nilai kalor (kal/g) lagi. Kandungan silika pada kayu ulin sebesar 0,5% dan kandungan abu 1,0% lebih besar daripada kandungan silika pada kayu jabon sebesar 0,1% serta kandungan abu sebesar 0,8% (Emil, 2014). Pada penelitian ini, semakin besar persentase penambahan serbuk kayu ulin

maka menghasilkan nilai kadar abu yang tinggi dan sebaliknya semakin besar persentase penambahan serbuk kayu jabon maka menghasilkan nilai kadar abu yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian bahwa nilai kadar abu (%) memenuhi standar Amerika yang mensyaratkan kadar abu sebesar $\leq 1\%$ dan memenuhi SNI yang mensyaratkan kadar abu sebesar $< 1,5\%$.

Kadar karbon terikat

Nilai rata-rata hasil pengujian kadar karbon terikat (%) biopellet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dengan kayu jabon disajikan pada Tabel 10.

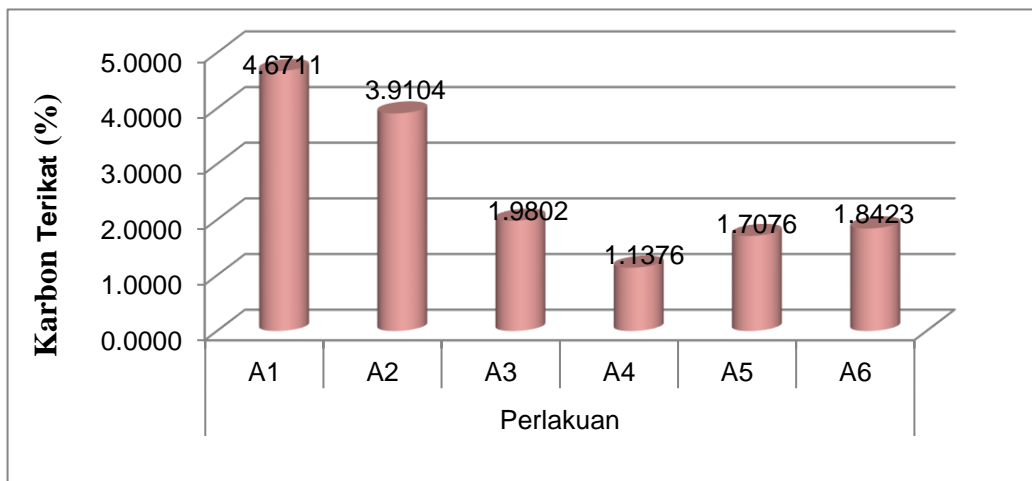
Tabel 10. Nilai rata-rata hasil pengujian kadar karbon terikat (%)

Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	4,4423	4,6839	1,2904	1,1828	1,1685	2,6426
2	4,7557	4,5225	2,3801	1,1089	1,9757	1,2406
3	4,8152	2,5248	2,2702	1,1210	1,9787	1,6438
Jumlah	14,0132	11,7312	5,9407	3,4127	5,1229	5,5270
Rata-rata	4,6711	3,9104	1,9802	1,1376	1,7076	1,8423

Keterangan:

- A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon
- A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon
- A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon
- A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon
- A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon
- A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil perhitungan rata-rata pengujian kadar karbon terikat(%) diperoleh nilai tertinggi sebesar 4,6711% pada perlakuan A1 (100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon), sedangkan nilai kadar karbon terikat terendah sebesar 1,1376% terdapat pada perlakuan A4 (40% limbah serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon). Rata-rata pengujian kadar karbon terikat biopellet disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kadar karbon terikat (%) biopellet

Keragaman dari nilai kadar karbon terikat tersebut dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (tabel anova) yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis sidik ragam kadar karbon terikat (%) biopelet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,8159	0,1632	10,86 **	3,11	5,06
Galat	12	0,1803	0,0150			
Total	17	0,9961				

Hasil uji lanjutan menggunakan uji Duncan didapatkan perlakuan yang paling baik terdapat pada perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon), dilihat dari berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A3, A6, A5, dan A4. Adapun besar kecilnya nilai kadar karbon terikat tergantung dari kandungan selulosa dan lignin dalam kayu, semakin besar kandungan selulosa dan lignin tersebut maka menghasilkan nilai kadar karbon terikat yang tinggi dan sebaliknya (Hanun, 2014). Hal tersebut dikarenakan komponen selulosa memiliki fraksi kristalin sedangkan komponen lignin tersusun oleh karbon aromatik. Komponen selulosa pada kayu ulin sebesar 58,1% dan kandungan lignin yaitu 28,9% lebih besar daripada selulosa pada kayu jabon yaitu 52,4% dan

kandungan lignin jabon sebesar 25,4 %, sehingga pada penelitian ini persentase penambahan serbuk kayu ulin menghasilkan nilai karbon terikat lebih tinggi daripada penambahan persentase kayu jabon. Berdasarkan uji lanjutan tersebut perlakuan yang paling baik terdapat pada perlakuan A1 (100% limbah serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon). Nilai kadar karbon terikat tidak memenuhi standar Amerika yang mensyaratkan kadar karbon terikat sebesar 60% dan tidak memenuhi SNI yang mensyaratkan sebesar >14%.

Nilai kalor

Nilai rata-rata hasil perhitungan uji nilai kalor biopelet dari limbah serbuk gergajian kayu ulin dengan kayu jabon dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai rata-rata hasil pengujian nilai kalor (kal/g)

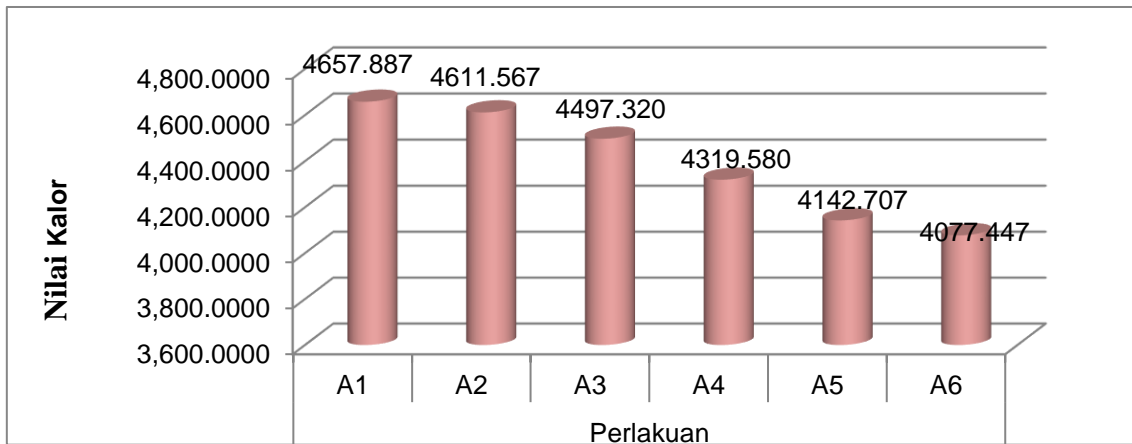
Ulangan	Perlakuan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	4706,240	4759,360	4465,840	4417,220	4370,500	4173,020
2	4462,440	4512,460	4319,080	4418,820	4172,720	3785,960
3	4804,980	4562,880	4707,040	4122,700	3884,900	4273,360
Jumlah	13.973,660	13.834,700	13.491,960	12.958,740	12.428,120	12.232,340
Rata-rata	4657,887	4611,567	4497,320	4319,580	4142,707	4077,447

Keterangan:

- A1 : Perlakuan 100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon
- A2 : Perlakuan 80% serbuk kayu ulin + 20% serbuk kayu jabon
- A3 : Perlakuan 60% serbuk kayu ulin + 40% serbuk kayu jabon
- A4 : Perlakuan 40% serbuk kayu ulin + 60% serbuk kayu jabon
- A5 : Perlakuan 20% serbuk kayu ulin + 80% serbuk kayu jabon
- A6 : Perlakuan 100% serbuk kayu jabon + 0% serbuk kayu ulin

Hasil perhitungan rata-rata pengujian nilai kalor (kal/g) diperoleh nilai tertinggi sebesar 4657,887 kal/g pada perlakuan A1 (100% serbuk kayu ulin + 0% serbuk kayu jabon), sedangkan nilai kalor terendah

sebesar 4077,447 kal/g terdapat pada perlakuan A6 (100% limbah serbuk kayu jabon+ 0% serbuk kayu ulin). Rata-rata pengujian kadar zat terbang biopelet disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai kalor (kal/g) biopelet

Keragaman dari nilai kalor tersebut dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (tabel anova) disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisis sidik ragam nilai kalor (kal/g) biopelet

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	887.964,673	177,592,935	0,1191	tn	3,11 5,06
Galat	12	17.896.927,707	1491,410,642			
Total	17	18.784.892,380				

Keterangan:

tn = tidak berpengaruh nyata $KK = (\text{akar KTG} / \text{Yrata-rata}) \times 100\%$ $KK = 27,85 \%$

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan perbedaan komposisi bahan baku biopelet tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pengujian nilai kalor, diperoleh nilai F hitung perlakuan sebesar 0,1191 lebih kecil baik taraf F tabel 0,05 (3,11) dan F tabel 0,01 (5,06), sehingga tidak perlu dilakukan pengujian lanjutan. Parameter nilai kalor merupakan pengujian yang sangat penting dalam memilih suatu bahan bakar. Adapun nilai kalor ini bertujuan menunjukkan suatu nilai panas dari energi biomassa salah satunya biopelet. Berdasarkan dari data penelitian dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai kalor biopelet maka kualitas bahan bakar akan semakin baik. Hal tersebut dipertegas oleh Mahdieet al. (2016), bahwa bahan bakar yang baik ditunjukkan dengan parameter nilai kalor yang semakin tinggi.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi parameter nilai kalor seperti susunan kimia kayu, jenis kayu nya serta kadar air dari kayu tersebut. Nilai kalor berbanding terbalik dengan parameter kadar air, apabila bahan bakar memiliki kadar air yang tinggi maka menghasilkan nilai kalor yang rendah. Hal

tersebut bisa terjadi dikarenakan panas yang tersimpan dalam biopelet lebih dahulu dipergunakan dalam mengeluarkan air yang ada, selanjutnya menghasilkan panas yang digunakan untuk kalor pembakaran. Menurut Mahdie et al. (2016), parameter kerapatan dan kadar air berhubungan dengan nilai kalor yang dihasilkan suatu bahan bakar. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan data bahwa nilai kalor memenuhi standar Amerika yang mensyaratkan nilai kalor sebesar 4000 kal/g – 6500 kal/g dan memenuhi SNI yang mensyaratkan nilai kalor sebesar > 4000 kal/g.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis uji kerapatan (g/cm^3) berpengaruh sangat nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 38,28% lebih besar dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kerapatan sebesar 0,340 – 0,570 g/cm^3 , tidak memenuhi standar Amerika (4,0 – 4,6 g/cm^3) tetapi memenuhi SNI (0,45 – 0,65

g/cm³). (2) Analisis uji kadar air (%) tidak berpengaruh nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 0,8421% lebih kecil dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kadar air sebesar 9,1723% – 9,7810%, tidak memenuhi standar Amerika ($\leq 8\%$) tetapi memenuhi standar SNI ($<12\%$). (3) Analisis uji kadar zat terbang (%) tidak berpengaruh nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 0,0073% lebih kecil dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kadar zat terbang sebesar 85,5233 – 88,7367 %, tidak memenuhi standar Amerika (19 – 28 %) dan SNI ($<80\%$). (4) Analisis uji kadar abu (%) tidak berpengaruh nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 0,88% lebih kecil dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kadar abu sebesar 0,497 – 0,753 %, memenuhi standar Amerika ($\leq 1\%$) dan SNI ($<1,5\%$). (5) Analisis uji kadar karbon terikat (%) berpengaruh sangat nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 10,86% lebih besar dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kadar karbon terikat sebesar 1,1376 – 4,6711 %, tidak memenuhi standar Amerika (60%) maupun SNI ($>14\%$) dan (5) Analisis uji nilai kalor (kal/g) tidak berpengaruh nyata yang ditunjukkan Fhitung sebesar 0,1191% lebih kecil dari Ftabel 5% (3,11) dan 1% (5,06). Nilai kalor sebesar 4077,447 – 4657,887 % memenuhi standar Amerika (4000 – 6500 kal/g) dan SNI (>4000 kal/g).

Saran

Serbuk kayu ulin dan jabon memiliki potensi yang cukup baik apabila digunakan sebagai bahan bakar energi tetapi dengan menggunakan perlakuan terlebih dahulu, dan diperlukan penelitian lanjutan tentang laju pembakaran dan mengkombinasikan dengan bahan baku lain agar menghasilkan biopellet yang memiliki mutu baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, D. 2010. *kayu sebagai sumber energi*. Makalah dalam seminar Hasil Penelitian Kehutanan, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
- Dinas Pertambangan dan Energi (Distamben) Kalsel. 2012. *Sosialisasi Potensi dan Pengembangan Energi di Kalimantan Selatan*. Banjarmasin
- Emil, N. 2014. *Analisis komponen kimia dan dimensi serat kayu jabon*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Hanun, F. 2014. *Nilai kalor kayu yang memiliki kerapatan dan kadar lignin berbeda*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Mahdie M F, Darni S, Sunardi, Ulfah D. 2016. Pengaruh campuran limbah kayu rambai dan pi-api terhadap kualitas biopellet sebagai energi alternatif dari lahan basah. Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Hutan Tropis* Volume 4 (3)
- Mulyono & Sudjito. 2016. Analisis pengaruh kandungan karbon tetap pada batubara terhadap efisiensi ketel uap PLTU Tanjung Jati B Unit 2. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Energi* Vol 12 (2)
- Purnomo, Rudi Cahyo. 2016. *Pengaruh wood pellet dari limbah serbuk gergaji kayu ulin terhadap perbedaan jumlah perekat*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat
- Purwanto, D S. 2009. *Jurnal Riset Hasil Hutan* Vol 1 (1) 2009. Analisa jenis limbah kayu pada industri pengolahan kayu di Kalimantan Selatan
- Setyawan, ESB. 2013. Proses produksi *wood pellets* dari biomassa kayu. Biomassa to energy entrepreneur. www.slideshare.net/ekosetyawan/proses-produksi-pabrik-wood-pellet [Akses] 11 Agustus 2017
- Sidiq. MH. 2017. Karakteristik briket arang dari tempurung kelapa (*Cocos nucifera*) dan Ulin (*Eusideroxylon zwageri*). Bogor. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor