

## PENGARUH KOMPOSISI BRIKET CAMPURAN ARANG DARI LIMBAH BATUBARA DAN SERBUK ARANG KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*) TERHADAP KUALITAS DAN LAJU PEMBAKARAN

*The Effect of Composition of Charcoal Briquette Mixture from Waste Coal and Powder of Ulin Wood Charcoal (*Eusideroxylon zwageri*) on Quality and Rate of Combustion*

Sumiati, Noor Mirad Sari, dan Lusyani

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

**ABSTRACT.** Many natural resource potentials in Kalimantan can be used for energy sources such as natural gas, oil, and coal. Utilization of the resulting waste as an alternative fuel, for example, briquettes, can help fuel availability and provide input for the community. The study aimed to analyze the characteristics of the composition of charcoal briquettes from coal waste and ironwood charcoal powder (*Eusideroxylon zwageri*), namely density, moisture content, volatile matter content, ash content, bound carbon, calorific value, and to test ignition properties (ignition time). The study used a completely randomized design (CRD) method with 6 treatments and 3 replications for the composition of the mixture of coal waste and ironwood charcoal powder. The results showed that the highest density in the P1 treatment was 0.8747 gr/cm<sup>3</sup> and the lowest in P5 was 0.7662 gr/cm<sup>3</sup>, the highest water content was in the P1 treatment with a value of 21.4625% and the lowest in P6 was 5.8743%, the highest volatile matter was treatment P1 was worth 44.6467% and the lowest P4 was worth 38.6933%, the highest ash content was treatment P6 worth 12.5133% and the lowest P1 was worth 5.6400%, the highest bound carbon was treatment P5 worth 39.8998% and the lowest was P1 is worth 28.2508%, the highest calorific value is treatment P1 is worth 6371.76 cal/gr and the lowest is P2 is worth 5306.25 cal/g and the highest combustion rate is treatment P1 is worth 0.9074 g/minute and the lowest is P6 is worth 0.2445 g/minute where the treatment on density does not include ASTM, P6 treatment on water content enters ASTM, treatment on flying substances does not enter ASTM, P1 and P2 treatments on ash content enter ASTM, treatment on bound carbon does not include ASTM, and treatment P1 calorific value enters ASTM.

**Keywords.** Briquette; Ulin wood; Waste coal

**ABSTRAK.** Potensi sumber daya alam di Kalimantan sangat banyak yang bisa digunakan untuk sumber energi seperti gas bumi, minyak bumi, dan batubara. Pemanfaatan limbah yang dihasilkan sebagai bahan bakar alternatif contohnya briket bisa membantu ketersediaan bahan bakar serta memberikan masukan untuk masyarakat. Tujuan penelitian yaitu menganalisis karakteristik komposisi briket arang dari limbah batu bara dan serbuk arang kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) yaitu kerapatan, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor, serta menguji sifat penyalaan (lama penyalaan). Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan terhadap komposisi campuran limbah batubara dan serbuk arang kayu ulin. Hasil penelitian yaitu kerapatan tertinggi pada perlakuan P1 bernilai 0,8747 gr/cm<sup>3</sup> dan terendah P5 bernilai 0,7662 gr/cm<sup>3</sup>, kadar air tertinggi yaitu perlakuan P1 bernilai 21,4625% dan terendah P6 bernilai 5,8743 %, zat terbang tertinggi yaitu perlakuan P1 bernilai 44,6467% dan terendah P4 bernilai 38,6933%, kadar abu tertinggi yaitu perlakuan P6 bernilai 12,5133% dan terendah P1 bernilai 5,6400%, karbon terikat tertinggi yaitu perlakuan P5 bernilai 39,8998% dan terendah P1 bernilai 28,2508%, nilai kalor tertinggi yaitu perlakuan P1 bernilai 6371,76 kal/gr dan terendah P2 bernilai 5306,25 kal/ gr serta laju pembakaran tertinggi yaitu perlakuan P1 bernilai 0,9074 g/menit dan terendah P6 bernilai 0,2445 g/menit dimana perlakuan pada kerapatan tidak termasuk ASTM, perlakuan P6 kadar air masuk ASTM, perlakuan pada zat terbang tidak masuk ASTM, perlakuan P1 dan P2 pada kadar abu masuk ASTM, perlakuan pada karbon terikat tidak termasuk ASTM, dan perlakuan P1 nilai kalor masuk ASTM.

**Kata kunci.** Briket; Kayu ulin; Limbah batubara

**Penulis untuk korespondensi. Surel:** [Sumiati@gmail.com](mailto:Sumiati@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Potensi sumber daya alam di Kalimantan sangat banyak yang bisa digunakan untuk sumber energi seperti gas bumi, minyak bumi, dan batubara. Pemakaian sumber daya alam menipis seiring dengan perkembangan zaman dan untuk mengisi kembali membutuhkan waktu yang lama sedangkan kebutuhan energi tidak bisa ditunda (Ghandhi, 2010). Indonesia juga memiliki potensi limbah dari biomassa yang begitu melimpah dimana dibuat menjadi briket bisa menjadi nilai tambah sebagai sumber energi alternatif.

Batubara dapat digunakan sebagai keperluan dari rumah tangga berbentuk briket, tetapi ada beberapa kendala yaitu sulit menyala dikarenakan kadar dari zat terbangnya rendah. Alternatifnya yaitu penggabungan biomassa seperti limbah dari pertanian, industri, maupun perkebunan yang memiliki unsur selulosa tinggi atau yang biasa disebut pembriketan. Biomassa memiliki keunggulan yaitu relatif mudah untuk dinyalakan karena memiliki zat terbang tinggi. Karena Indonesia memiliki potensi batubara dimana keperluannya semakin meningkat untuk digunakan industri petrokimia maupun industri semen, sehingga diperlukan upaya untuk memanfaatkan batubara yang optimal. Limbah batubara untuk penelitian ini di dapat dari pinggir jalan hauling yang berserakan karena berjatuhan dari mobil pengangkut batubara di PT BUMA (Bukit Makmur Mandiri Utama) yang bertempat di Tabalong Kalimantan selatan.

Briket memerlukan bahan untuk merekatkan agar tidak mudah hancur dimana jenis dari bahan perekat mempengaruhi mutu briket seperti kerapatan, kadar abu, nilai kalor, zat terbang, kadar air, karbon terikat, dan laju pembakaran. Banyaknya perekat yang dipergunakan harus diperhatikan karena semakin banyak perekat menghasilkan asap yang banyak, sedangkan perekat yang sedikit akan mudah hancur. Penggunaan bahan perekat dalam penelitian ini yaitu tepung sagu. Pemilihan tepung sagu sebagai bahan perekat karena mudah ditemukan di warung-warung atau supermarket terdekat. Tepung sagu juga memiliki harga yang relatif lebih murah dan baik dalam menyerap air fungsi tepung sagu sebagai penggabungan kedua bahan yang direkatkan.

Kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat terhadap bahan bakar alternatif maka perlu mengembangkan bahan bakar demi memenuhi kebutuhan tersebut. Pengembangan bahan bakar yang dilakukan salah satunya yaitu pembuatan bahan bakar briket arang. Penggunaan bahan bakar seperti kayu, gas elpiji, dan minyak tanah banyak digunakan pada sentra industri, namun harga bahan bakar tersebut semakin mahal yang nantinya kesulitan untuk membeli lagi serta terbatasnya bahan baku yang tersedia. Energi alternatif muncul karena keterbatasan bahan bakar tersebut. Sehingga untuk mendapatkan bahan bakar alternatif, bisa dengan pemanfaatan limbah seperti pembuatan briket dengan limbah batubara yang diharapkan bisa membantu dalam keterbatasan bahan bakar serta memberikan pemasukan tambahan bagi masyarakat

## METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Kayu dan Workshop Fakultas Kehutanan ULM. Waktu yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian yaitu  $\pm$  6 bulan meliputi pengumpulan bahan baku, pengolahan sampel dan pengujian sample briket arang, analisis data serta penyusunan laporan. Alat yang digunakan untuk penelitian yaitu ATK, aluminium foil, pipet tetes, kaca pembesar, Loyang, gelas beaker, cawan porselin, cetakan briket, saringan 40 dan 60 mesh, bak, oven, timbangan analitik, Peroxide bomb calorimeter, Muffle furnace, kompor, Handphone, dan Lesung. Bahan yang digunakan selama penelitian yaitu serbuk arang kayu ulin, limbah batubara, perekat tepung sagu, aquades, indikator metil merah 5 ml, dan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Pengujian briket dilakukan yaitu kerapatan, kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, nilai kalor, dan laju pembakaran.

### Kerapatan

Kerapatan briket ditentukan dengan menimbang briket yang kering, kemudian dihitung volume briket sesuai dengan bentuknya yaitu volume tabung, kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan} \left( \frac{\text{gr}^2}{\text{cm}} \right) = \frac{\text{massa (gr)}}{\text{Volume benda (cm}^2)} \quad (1)$$

### Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan 1 gr sampel yang diletakkan di aluminium foil yang berbentuk, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven bersuhu 103 + 2 o sampai kering tanur. Sampel yang sudah kering tanur akan didinginkan di desikator kurang lebih selama 15 menit sampai kondisinya stabil kemudian ditimbang (Nasir, 2015). Rumus perhidungan kadar air yaitu:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering Tanur}}{\text{Berat Kering Tanur}} \times 100\% \quad (2)$$

### Kadar Abu

Pengujian kadar abu menggunakan 1 gr sampel yang diletakkan di cawan porselin dengan bobot sudah diketahui dan dimasukkan ke dalam muffle furnace bersuhu 600-900°C dengan waktu 5-6 jam (Nasir, 2015). Rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

### Zat Terbang

Pengujian nilai zat terbang menggunakan 1 gr sampel yang diletakkan di cawan porselin dengan bobot dikethui dan dimasukkan ke dalam muffle furnace bersuhu 25oC dengan waktu 7 menit. Kemudian didinginkan di desikator (Nasir, 2015). Rumus perhitungan zat terbang yaitu:

$$\text{Zat mudah menguap} = \frac{B-C}{W} \times 100\% \quad (4)$$

#### Keterangan

- B = Berat kering dan diuji kadar air (gr)
- C = Berat sesudah dipanaskan dalam tanur (gr)
- W = Berat awal(gr)

### Karbon Terikat

Pengukuran karbon terikat dilakukan apabila hasil kadar air, zat terbang, dan kadar abu sudah dimiliki berumus:

$$\text{Karbon terikat} = 100\% (\text{kadar air} + \text{zat terbang} + \text{kadar abu}) \quad (5)$$

### Nilai Kalor

Perhitungan nilai karbon menggunakan 1 gr dan diletakkan di cawan porselin yang dimasukkan ke dalam tabung Bom calorimeter (Nasir, 2015). Pengukuran nilai karbon menggunakan alat perioxide bomb calorimeter manual dimana hasilnya berdasarkan jumlah kalor dilepaskan serta jumlah kalor diserap dimana satuannya cal/gr menggunakan rumus:

$$\text{Nilai kalor} = \frac{W \times (T_2 - T_1)}{A} - B_1 + B_2 \quad (6)$$

#### Keterangan

- W = Nilai calorimeter (kal°C)
- T1 = Suhu awal
- T2 = Suhu akhir
- A = Berat contoh (gr)
- B1 = Koreksi pada kawat besi
- B2 = Titrasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

### Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran menggunakan berat briket yang terbakar dengan periode waktu tertentu. Briket dibakar di atas api dan dihitung waktu pembakaran sampai bara api yang ada di briket mati. Timbang sisa dari pembakaran briket yang dilakukan menggunakan neraca analitik (Lestari, 2015). Rumus laju pembakaran yaitu:

$$\text{Laju pembakaran (g/menit)} = \frac{W_1 - W_2}{t}$$

#### Keterangan

- W1 = berat sebelum pembakaran (gr)
- W2 = berat setelah pembakaran (gr)
- W2 = waktu (s)

Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebanyak 6 perlakuan dan 3 ulangan terhadap komposisi campuran

limbah batubara dan serbuk arang kayu ulin, yaitu:

- P1 = 100% Serbuk arang kayu ulin + 0% Limbah batubara  
 P2 = 80% Serbuk arang kayu ulin + 20% Limbah batubara  
 P3 = 60% Serbuk arang kayu ulin + 40% Limbah batubara  
 P4 = 40% Serbuk arang kayu ulin + 60% Limbah batubara  
 P5 = 20% Serbuk arang kayu ulin + 80% Limbah batubara

P6 = 0% Serbuk arang kayu ulin + 100% Limbah batubara

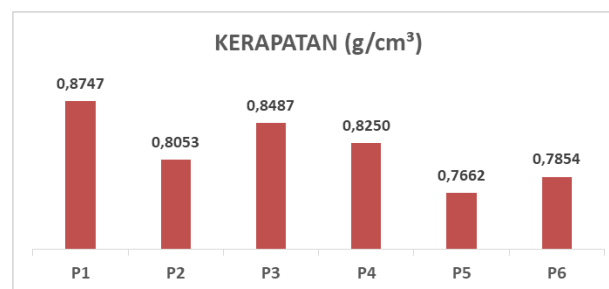
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kerapatan

Hasil rata-rata kerapatan dapat dilihat pada Tabel 1 dan tinggi rendah kerapatan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kerapatan

Ulangan	Perlakuan						ASTM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	0,8271	0,7898	0,8358	0,8199	0,7317	0,7922	
2	0,8893	0,8248	0,8683	0,8270	0,7811	0,7797	
3	0,9076	0,8013	0,8419	0,8282	0,7858	0,7844	1
Jumlah	2,6241	2,4159	2,5460	2,4751	2,2985	2,3563	
Rata-rata	<b>0,8747</b>	<b>0,8053</b>	<b>0,8487</b>	<b>0,8250</b>	<b>0,7662</b>	<b>0,7854</b>	



Gambar 1. Grafik Kerapatan

Hasil perhitungan yang dilakukan membuktikan bahwa nilai kerapatan tertinggi ditemukan di perlakuan P1 yang bernilai 0,8747 g/cm<sup>3</sup> dan terendah pada pengujian kerapatan terdapat di perlakuan P5 yang bernilai 0,7662 g/cm<sup>3</sup>. Hasil yang didapat terhadap semua perlakuan kerapatan belum masuk standar ASTM (1 g/cm<sup>3</sup>). Kerapatan sendiri termasuk parameter untuk mengetahui kualitas briket yang sudah dibuat. Faktor mempengaruhi kerapatan pada pencetakan briket dengan proses tekan yang tidak sama terhadap komposisi mengakibatkan kerapatan yang berbeda pula (Hendra, 2007).

Hasil uji normalitas yang dilakukan bahwa data menyebar dengan normal dibuktikan dengan, nilai  $L_i$  max 0,124. Hasil homogenitas yang menggunakan Barlett bahwa data dari

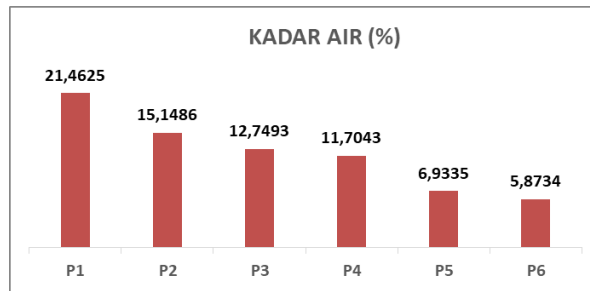
kerapatan bersifat homogen yang terbukti dari nilai  $X^2$  hitung lebih kecil dibandingkan  $X^2$  tabel. Analisis sidik ragam yang dilakukan terhadap serbuk arang kayu ulin dan limbah batubara bahwa memiliki pengaruh yang sangat nyata yang dibuktikan dengan nilai  $F$  hitung perlakuan lebih besar dibandingkan  $F$  tabel sehingga dilakukan uji BNJ. Hasil yang didapat dari uji BNJ bahwa perlakuan P1 berbeda nyata terhadap P4, serta perlakuan P1 berbeda sangat nyata terhadap P2, P6, dan P5.

### Kadar Air

Hasil rata-rata Kadar Air dapat dilihat pada Tabel 2 dan Variasi hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air

Ulangan	Perlakuan						ASTM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	21,5510	14,7320	12,4230	11,1240	6,9180	5,7190	
2	21,3000	14,7180	13,2760	12,0700	6,6210	5,5740	
3	21,5360	15,9960	12,5490	11,9190	7,2620	6,3260	≤6,2
Jumlah	64,3875	45,4457	38,2478	35,1128	20,8004	17,6201	
Rata-rata	<b>21,4625</b>	<b>15,1486</b>	<b>12,7493</b>	<b>11,7043</b>	<b>6,9335</b>	<b>5,8734</b>	



Gambar 2. Grafik Kadar Air

Hasil perhitungan nilai kadar air yang tertinggi ditemukan di perlakuan P1 bernilai 21,4625% dan terendah ditemukan di perlakuan P6 yaitu 5,8734% menyebar normal. Pada perlakuan P6 termasuk di dalam standar ASTM (<6,2). Kadar air berperan terhadap kualitas briket yang di hasilkan seperti daya nyala briket, jumlah nilai kalor, dan jumlah asap yang dihasilkan. Briket sendiri mempunyai sifat yang mudah untuk menyerap air atau yang lebih dikenal dengan higroskopis. Faktor mempengaruhi nilai kadar air yaitu penggunaan perekat berupa tepung sagu dengan komposisi air lebih tinggi yaitu 14,1% apabila dibandingkan dengan perekat tepung lainnya dan dipengaruhi juga kurang sepenuhnya pengeringan bahan baku sehingga memiliki air yang dikandung briket masih banyak (Usman, 2007).

Data kadar air tersebar normal yang dibuktikan dengan nilai Li Max 0,1597. Data kadar air juga bersimat homogen yang

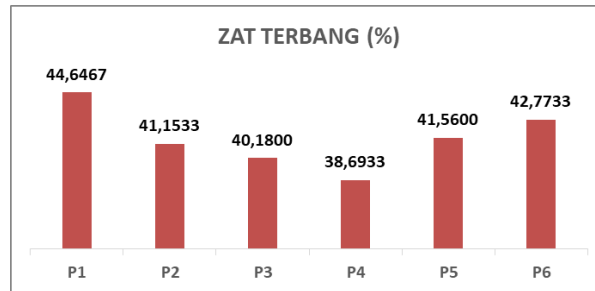
dibuktikan dengan perhitungan ragam Barlett dengan nilai  $X^2_{hitung}$  2,0321 lebih kecil dibandingkan dengan  $X^2_{tabel}$ . Analisis sidik ragam yang dilakukan terhadap kadar air bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata yang dibuktikan dengan nilai Fhitung 453,8737 yang lebih besar dibandingkan Ftabel sehingga dilakukan uji BNJ. Hasil dari perhitungan Uji BNJ membuktikan bahwa perlakuan P1 berbeda sangat nyata pada P2, P3, P4, P5, dan P6, perlakuan P2 berbeda sangat nyata pada P3, P4, P5, dan P6, perlakuan P3 berbeda sangat nyata pada P5 dan P6, serta perlakuan P4 berbeda sangat nyata pada P5, dan P6.

### Zat Terbang

Hasil rata-rata Zat Terbang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tinggi rendah Zat Terbang dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Zat Terbang

Ulangan	Perlakuan						ASTM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	44,8200	41,2000	40,0900	39,7000	41,8900	41,8700	
2	43,8900	40,7800	40,2100	37,9500	42,0400	43,8100	
3	45,2300	41,4800	40,2400	38,4300	40,7500	42,6400	19 -28
Jumlah	133,94	130,46	125,05	116,08	124,68	128,32	
Ratarata	<b>44,6467</b>	<b>41,1533</b>	<b>40,1800</b>	<b>38,6933</b>	<b>41,5600</b>	<b>42,7733</b>	



Gambar 3. Grafik Zat Terbang

Hasil perhitungan membuktikan bahwa nilai zat terbang tertinggi ditemukan di perlakuan P1 yang bernilai 44,6467% dan terendah ditemukan di perlakuan P4 bernilai 38,6933%. Kadar zat itu sendiri merupakan faktor hasil yang dikomposisi oleh senyawa yang menyusun arang diakibatkan oleh proses dari pengarangan serta tidak termasuk komponen dari penyusun arang. Senyawa briket arang mengurai tinggi menghasilkan asap yang dihasilkan dari pembakaran yang tinggi juga (Fauziah, 2009). Faktor yang mempengaruhi zat terbang dipengaruhi oleh ketidakstabilan hasil yang di peroleh dapat di pengaruhi pada saat pembakaran bahan uji di dalam oven karena ada beberapa ulangan dari bahan uji yang letaknya tidak pada titik terpanas di dalam oven. Nilai zat terbang tinggi menguap menyebabkan terhambatnya proses dari pembakaran sehingga menghasilkan asap yang banyak serta api sulit menyala yang disebabkan oleh banyaknya kadar air yang tergantung.

Hasil Uji membuktikan bahwa data menyebar dengan normal dibuktikan dengan nilai Li Max 0,1172. Uji homogenitas

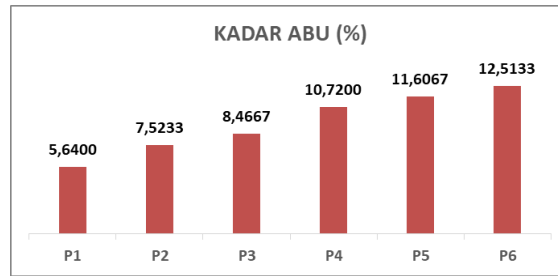
menggunakan ragam Barlett membuktikan bahwa data bersifat homogen yang terbuti dari nilai  $X^2_{hitung}$  3,8477 lebih kecil dibandingkan nilai  $X^2_{tabel}$ . Analisis ragam yang dilakukan terhadap bahan briket arang kayu ulin dengan limbah batubara berpengaruh sangat nyata terhadap zat terbang yang dibuktikan dengan nilai  $F_{hitung}$  26,6644 lebih besar dibandingkan  $F_{tabel}$  sehingga dilakukan Uji BNJ. Hasil perhitungan Uji BNJ yang dilakukan membuktikan bahwa pada perlakuan P1 berbeda nyata pada P4, perlakuan P1 berbeda sangat nyata pada P3, P2, P6, dan P5, perlakuan P4 berbeda nyata pada P6, perlakuan P4 berbeda sangat nyata pada P5, perlakuan P3 berbeda sangat nyata pada P5, serta perlakuan P2 berbeda sangat nyata pada P5. Nilai dari semua perlakuan terhadap zat terbang masih belum memenuhi standar dari ASTM (19-28%).

#### Kadar Abu

Hasil rata-rata Kadar Abu dapat dilihat pada Tabel 4 dan Variasi hasil pengujian Kadar Abu dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Abu

Ulangan	Perlakuan						ASTM D (%)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	5,5100	7,4400	8,1200	10,8800	11,3100	12,7200	8,3
2	5,5400	7,6200	8,6700	10,7400	11,8200	12,3700	
3	5,8700	7,5100	8,6100	10,5400	11,6900	12,4500	
Jumlah	16,9200	22,5700	25,4000	32,1600	34,8200	37,5400	
Rata-rata	<b>5,6400</b>	<b>7,5233</b>	<b>8,4667</b>	<b>10,7200</b>	<b>11,6067</b>	<b>12,5133</b>	



Gambar 4. Grafik Kadar Abu

Hasil perhitungan nilai kadar abu bahwa perlakuan dengan nilai tertinggi terdapat di P6 bernilai 12,5133% dan terendah ditemukan di P1 bernilai 5,9733%. Pengujian analisis sidik ragam kadar abu dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran dari serbuk arang kayu ulin dan limbah batubara. Nilai kadar abu serta zat terbang/menguap dapat mempengaruhi karbon terikat yang terdapat di arang. Faktor mempengaruhi kadar abu briket yaitu kandungan mineral seperti silika dimana akan menghasilkan abu pembakaran apabila silika yang terkandung tinggi. Kayu Ulin sendiri memiliki silika sebesar 0,05% lebih kecil daripada batubara sebesar 40,22 % maka bisa dilihat bahwa nilai terbesar terdapat pada perlakuan P6 (0% serbuk arang kayu ulin+ 100% limbah batubara) (Emil, 2014).

Hasil Uji membuktikan bahwa data menyebar dengan normal yang dibuktikan

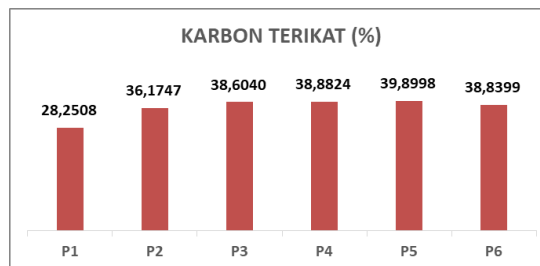
dengan nilai Li Max 0,1195. Data bersifat homogen yang dibuktikan dengan uji ragam Barlett dengan nilai X2hitung 1,2526 lebih kecil dibandingkan X2tabel. Analisis sidik ragam yang dilakukan membuktikan bahwa perlakuan yang dilakukan terhadap kadar abu berpengaruh sangat nyata yang terbukti dengan nilai Fhitung 460,6483 lebih besar dibandingkan Ftabel sehingga dilakukan Uji BNJ. Hasil yang didapat dari Uji BNJ yaitu semua perlakuan antara perlakuan satu sama lain berpengaruh sangat nyata dan semua perlakuan kadar abu sudah memenuhi standar ASTM (<8,3 %).

#### Karbon Terikat

Hasil rata-rata Karbon Terikat dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tinggi rendah Karbon Terikat dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Karbon Terikat

Ulangan	Perlakuan						ASTM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	28,1190	36,6285	39,3673	38,2965	39,8824	39,6906	60
2	29,2697	36,8816	37,8441	39,2401	39,5188	38,2457	
3	27,3638	35,0142	38,6008	39,1106	40,2984	38,5836	
Jumlah	84,7524	108,5241	115,8120	116,6472	107,0500	107,5000	
Rata-rata	<b>28,2508</b>	<b>36,1747</b>	<b>38,6040</b>	<b>38,8824</b>	<b>39,8998</b>	<b>38,8399</b>	



Gambar 5. Karbon Terikat

Hasil perhitungan nilai karbon terikat bahwa tertinggi ditemukan di perlakuan P5 bernilai 39,8998% dan terendah ditemukan di perlakuan P1 bernilai 28,2508%. Nilai yang dihasilkan dari karbon terikat itu sendiri dipengaruhi oleh nilai dari kadar air, kadar abu, dan zat terbang. Semua perlakuan pengujian belum memenuhi standar ASTM (60). Faktor yang mempengaruhi karbon terikat dipengaruhi oleh kayu yang memiliki kandungan selulosa dan lignin dimana semakin besar kandungan tersebut menghasilkan nilai dari kadar karbon terikat tinggi (Hanun, 2014).

Hasil Uji membuktikan bahwa data tersebar dengan normal yang dibuktikan dengan nilai Li Max 0,2129. Uji homogenitas yang menggunakan ragam Barlett membuktikan bahwa data bersifat homogen yang dibuktikan dengan nilai  $X^2_{hitung}$  3,1736 lebih besar dibandingkan  $X^2$ . Hasil

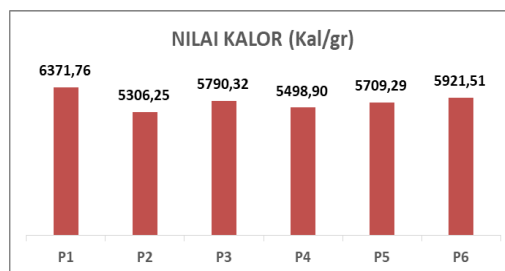
perhitungan uji homogenitas menurut ragam Barlett menunjukkan bahwa data homogen, nilai  $X^2_{hitung}$  3,1736 lebih besar dari nilai  $X^2$  Tabel 5% dan 1%. Hasil dari analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi campuran antara sekam arang kayu ulin dengan limbah batubara berpengaruh nyata terhadap karbon terikat yang dihasilkan. Hasil ini dibuktikan dengan nilai dari  $F_{hitung}$  6,0749 lebih besar dibandingkan  $F$  tabel sehingga dilakukan Uji BNJ. Hasil yang didapat dari Uji BNJ membuktikan bahwa perlakuan P1 berbeda sangat nyata pada P2, serta perlakuan P2 berbeda sangat nyata pada P5, perlakuan P2 berbeda nyata pada P3, dan P4.

### Nilai Kalor

Hasil rata-rata Nilai Kalor dapat dilihat pada Tabel 6 dan Variasi hasil pengujian Nilai Kalor dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Kalor

Ulangan	Perlakuan						ASTM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	5678,84	5192,74	5629,62	6019,38	5387,32	6163,94	
2	7665,76	5338,30	5678,44	5093,30	5823,40	6067,50	
3	5770,68	5387,72	6062,90	5384,02	5917,14	5533,08	>6230
Jumlah	19115,28	15918,76	17370,96	16496,70	17127,86	17764,52	
Rata-rata	<b>6371,76</b>	<b>5306,25</b>	<b>5790,32</b>	<b>5498,90</b>	<b>5709,29</b>	<b>5921,51</b>	



Gambar 6. Grafik Nilai Kalor

Hasil perhitungan nilai kalor membuktikan tertinggi ditemukan diperlakuan P1 bernilai 6371,76 kal/g dan terendah ditemukan di perlakuan P2 bernilai 5306,25 kal/g. Faktor penting dalam penentuan kualitas briket yaitu nilai kalor, apabila memiliki nilai yang tinggi maka kualitas dari briket akan bagus dimana panas yang dihasilkan serta pembakarannya juga akan semakin lebih bagus (Fajari, 2012). Faktor mempengaruhi nilai kalor dipengaruhi oleh perekat yang digunakan serta komposisi

perekat. Nilai kalor yang dihasilkan akan berbeda-beda tergantung dari komposisi bahan baku yang digunakan.

Hasil Uji yang dilakukan membuktikan bahwa data menyebar dengan normal yang dibuktikan dengan nilai Li Max 0,1985. Hasil dari pengujian homogenitas yang menggunakan ragam Barlett membuktikan bahwa data bersifat normal dikarenakan nilai  $X^2_{hitung}$  5,2051 lebih kecil dibandingkan  $X^2_{tabel}$ . Analisis sidik ragam yang dilakukan



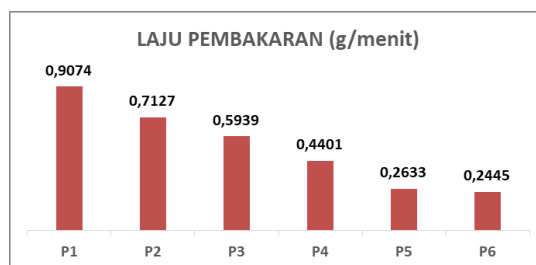
membuktikan bahwa perlakuan yang dilakukan terhadap nilai kalor tidak berpengaruh nyata dibuktikan dengan nilai Fhitung 1,3986 lebih kecil dibandingkan Ftabel. Perlakuan P1 saja yang memenuhi standar ASTM nilai kalor (>6230 kal/g).

### Laju Pembakaran

Hasil rata-rata Laju Pembakaran dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tinggi rendah Nilai Kalor dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 7. Hasil Pengujian Laju Pembakaran

Ulangan	Perlakuan					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	0,9069	0,7039	0,5485	0,4266	0,3309	0,2516
2	0,8685	0,6862	0,6267	0,4406	0,2442	0,2505
3	0,9467	0,7481	0,6066	0,4532	0,2149	0,2315
Jumlah	2,7221	2,1382	1,7818	1,3204	0,7900	0,7336
Rata-rata	<b>0,9074</b>	<b>0,7127</b>	<b>0,5939</b>	<b>0,4401</b>	<b>0,2633</b>	<b>0,2445</b>



Gambar 7. Grafik Laju Pembakaran

Hasil perhitungan yang dilakukan terhadap laju pembakaran membuktikan bahwa nilai tertinggi ditemukan di perlakuan P1 bernilai 0,9074 g/menit dan terendah ditemukan di P6 bernilai 0,2445 g/menit. Proses dari pengujian bahan bakar padat seperti briket, kayu, maupun pellet untuk mendapatkan informasi berupa waktu tentang lama nyala bahan bakar serta penurunan massa merupakan laju pembakaran. Pengujian yang bisa dilakukan yaitu dengan membakar briket untuk mengetahui waktu menyala bahan bakar tersebut dan ditimbang massa briket yang sudah terbakar (Almu, 2014). Faktor mempengaruhi laju pembakaran dipengaruhi terhadap tekanan pencetakan akan mempengaruhi tingkat penyalaan api karena pori-pori yang rapat menyebabkan penyebaran temperatur panas tertahan dan tidak mudah untuk menghilang. Apabila memiliki nilai laju pembakaran yang tinggi maka membuat briket cepat habis terbakar dan apabila nilai dari laju pembakaran rendah menyebabkan briket tidak cepat terbakar.

Hasil Uji yang dilakukan membuktikan bahwa data menyebar dengan normal dengan nilai Li Max 0,1453. Hasil pengujian homogenitas dengan ragam Barlett

membuktikan bahwa data bersifat homogen dengan nilai X<sup>2</sup>hitung 2,9404 lebih kecil dibandingkan X<sup>2</sup>tabel. Analisis sidik ragam yang dilakukan membuktikan bahwa briket arang kayu ulin dan limbah batubara berbeda sangat nyata terhadap laju pembakaran yang dipengaruhi oleh bahan baku yang mempunyai nilai kadar abu yang baik sehingga tidak menghasilkan variabel baru. Hal ini dibuktikan juga dari nilai Fhitung 150,63 lebih besar dibandingkan Ftabel sehingga dilakukan Uji BNJ. Hasil yang didapat dari Uji BNJ yaitu perlakuan P1 berbeda nyata pada P6, dan P5.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang di dapat dari penelitian yaitu kerapatan nilai tertinggi yaitu perlakuan P1 (0,8747 gr/cm<sup>3</sup>) dan nilai terendah yaitu P5 (0,7662 gr/cm<sup>3</sup>), kadar air tertinggi yaitu perlakuan P1 (21,46%) dan terendah P6 (5,87%), zat terbang tertinggi yaitu perlakuan P1 (44,65%) dan terendah P4 (38,69%),

kadar abu tertinggi yaitu perlakuan P6 (12,51%) dan terendah P1 (5,97%), karbon terikat tertinggi yaitu perlakuan P5 (39,89%) dan terendah P1 (32,04%), nilai kalor tertinggi yaitu perlakuan P1 (6.371,76 kal/gr) dan terendah P2 (5,306,25 kal/gr), dan laju pembakaran tertinggi yaitu perlakuan P4 (30,0918 gr/menit) dan terendah P6 (24,8645 gr/menit) dimana semua perlakuan pada kerapatan tidak termasuk ke ASTM, hanya perlakuan P6 pada kadar air yang masuk ke ASTM, semua perlakuan zat terbang tidak masuk ke ASTM, perlakuan pada kadar abu masuk ke ASTM kecuali perlakuan P1 dan P2, semua perlakuan pada karbon terikat tidak termasuk ke ASTM, dan pada nilai kalor perlakuan P1 masuk ke ASTM

### Saran

Saran komposisi yang baik dengan komposisi 100% serbuk arang kayu ulin dan 0% limbah batubara bisa dikombinasikan dengan bahan campuran yang berbeda dan mencetak bentuk briket yang berbeda sehingga dapat melakukan perbandingan antar briket.

### DAFTAR PUSTAKA

- Almu, A, M., Syahrul, & Padang, A, Y., 2014. Analisis Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum innophyllum*) dan Abu Sekam Padi, *Dinamika Teknik Mesin*, 4, 117-122
- Emil, N. 2014. *Analisis Komponen Kimia Dan Dimensi Serat Kayu Jabon*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Fauziah, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung Dari Kulit Acaciamangium Wild Dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fajari, I. 2012. *Karakteristik Pembakaran Briket Arang Campuran Sekam Padi dan Serbuk Kayu Serta Implementasinya sebagai Model Pembelajaran Dengan LKS Kimia Berbasis Keterampilan Proses di SMA N 3 Lubuk Linggau*. Bengkulu. Tesis Pascasarjana Universitas Bengkulu
- Hendra, D. 2007. Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut

Kelapa dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan*. Bogor.

Hanun, F. 2014. *Nilai Kalor Kayu Yang Memiliki Kerapatan dan Kadar Lignin Berbeda*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

Usman, Natsir, M. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan menggunakan kanji sebagai perekat.