

**PENGARUH TEKANAN DAN SUHU TERHADAP KERAPATAN DAN
NILAI KALOR BRIKET ARANG LIMBAH SERBUK
KAYU MERANTI MERAH (*Shorea selanica*)**

***EFFECT OF PRESSURE AND TEMPERATURE ON THE DENSITY AND CALORIFIC
VALUE OF CHARCOAL BRIQUETTES OF RED MERANTI (*Shorea selanica*)
SAWDUST WASTE***

Jimmy Titarsole¹⁾ dan Jimmy Fransz²⁾

^{1,2)}Prodi Ilmu Kehutanan, fakultas Pertanian, Unpatti

Email: jimmytitarsole@gmail.com

Diterima: 2 Januari 2023

Disetujui: 20 April 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan dan suhu terhadap kerapatan dan nilai kalor briket arang serbuk gergaji meranti merah (*Shorea selanica*). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap secara faktorial dengan 3 ulangan. Faktor yang digunakan adalah faktor A (Tekanan 1 ton, 2 ton dan 3 ton) dan faktor B (suhu 100°C, 200°C dan 300°C). Hasil penelitian menunjukkan kerapatan tertinggi berdasarkan faktor tekanan (A) yaitu tekanan 3 ton (a₃) sebesar 0,478 gm/cm³ dan terendah pada perlakuan 1 ton (a₁) sebesar 0,377 gm/cm³, sedangkan berdasarkan suhu (B) tertinggi pada perlakuan suhu 300°C (b₃) sebesar 0,479 gr/cm³ dan terendah pada perlakuan suhu 100°C (b₁) sebesar 0,378 gr/cm³. Nilai kalor tertinggi berdasarkan faktor tekanan (A) yaitu tekanan 2 ton (a₂) sebesar 3734,3991 kal/gram dan terendah pada perlakuan 1 ton (a₁) sebesar 3731,6027 kal/gram, sedangkan berdasarkan perlakuan suhu (B) tertinggi pada suhu 200°C (b₂) sebesar 3835,3992 kal/gram dan terendah pada suhu 100°C (b₁) sebesar 3732,6028 kal/gram, lebih rendah dari Standar Nasional Indonesia. Faktor tekanan (A) memberikan pengaruh terhadap kerapatan dan nilai kalor sedangkan faktor suhu (B) dan Interaksi AB tidak berpengaruh.

Kata kunci : *Briket arang, Kerapatan, Limbah serbuk meranti merah, Nilai kalor*

Abstract

This study aims to determine the effect of pressure and temperature on the density and calorific value of red meranti sawdust charcoal briquettes (*Sorea. selanica*). This study used a factorial complete randomized design with 3 replications. Factors used are A factor (pressure 1 ton, 2 tons and 3 tons) and B factor (temperature 100°C, 200°C and 300°C). The results showed that the highest density based on the pressure factor (A) was 3 tons (a₃) of 0.478 gm/cm³ and the lowest was in the 1 ton (a₁) treatment of 0.377 gm/cm³, while based on temperature (B) the highest was in the 300°C temperature treatment (b₃) of 0.479 gr/cm³ and the lowest at 100°C (b₁) of 0.378 gr/cm³. The highest calorific value based on the pressure factor (A) is 2 tons (a₂) of 3734.3991 cal/gram and the lowest is in the 1 ton (a₁) treatment of 3731.6027 cal/gram, while based on the temperature treatment (B) the highest is at a temperature 200°C (b₂) of 3835.3992 cal/gram and the lowest at 100°C (b₁) of 3732.6028 cal/gram, lower than the Indonesian National Standard. The pressure factor (A) have an effect on the density and calorific value while the temperature factor (B) and the interaction AB has no effect.

Keywords: *Charcoal briquettes, Density, Red meranti, Sawdust waste, Calorific value*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan masyarakat, biomassa sumber energi primer yang sangat potensial di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai penyediaan karbon untuk energi. Menurut Silalahi, (2000), Biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor kalsium dan besi. Banyak energi

alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan kebutuhan akan energi fosil atau gas bumi untuk kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah briket arang (Taufik et al., 2018).

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalor tinggi dan dapat menyala dalam waktu yang lama (Ishak et al., 2012). Kualitas briket arang yang baik memiliki kandungan karbon yang tinggi (5000 Kalori) dan kadar abu yang rendah sekitar 8% berdasarkan SNI No. 01-6235-2000. Briket arang dapat dibuat dengan cara yang mudah dengan teknologi sederhana menggunakan alat cetak berbentuk silinder atau kotak dengan perekat tertentu (Anizar et al., 2020). Proses yang digunakan adalah pengempaan dengan suhu dan tekanan yang tinggi sehingga membantu produk yang seragam (Falah, 2019). Bahan baku untuk briket arang biasanya diambil dari biomassa tumbuhan dan biomassa tumbuhan sebagian besar berupa biomassa yang mengandung lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin, salah satunya adalah limbah penggergajian kayu.

Limbah penggergajian kayu di Indonesia mencapai 1,4 juta m³ pertahun dengan total produksi kayu 2,6 juta m³ per tahun (Malik, 2012). Berdasarkan hasil penelitian Purwanto (2009) dinyatakan bahwa Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah sebesar (40,48%), terdiri atas sebetan (22,32%), potongan kayu (9,39%) dan serbuk gergaji (8,77%). Diperkirakan jumlah limbah serbuk kayu gergajian di Indonesia sebanyak 0,78 juta m³/tahun (Pari dan Roliadi, 2004). Untuk industri besar dan terpadu, limbah serbuk kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan dijual secara komersial.

Jumlah limbah kayu meranti merah (*Shorea selanica*) yang dimanfaatkan dalam berbagai bentuk untuk dipasarkan, salah satunya adalah dengan pembuatan arang aktif. Data terakhir tahun 2010 mencatat limbah kayu Meranti Merah (*Shorea selanica*) di Maluku mencapai 20 - 30 % antara lain potongan kayu, sebetan dan serbuk gergajian (Lutfia, 2011). Pemanfaatan limbah serbuk gergajian secara maksimal dapat dikaji dalam penelitian ini dengan judul: pengaruh tekanan dan suhu terhadap kerapatan dan nilai kalor briket arang limbah serbuk kayu meranti merah (*Shorea selanica*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada laboratorium Teknik Pekerjaan Logam SMK 4 Ambon dan Laboratorium Limbah Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Kebun Cengkeh Ambon pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2022. Alat yang digunakan yaitu tanur listrik 2000° C, neraca analitik, stop watch, ayakan lolos saringan 80 mesh tertahan 100 mesh, alat tekan hidrolik, cetakan briket berbentuk silinder (diameter piston 4,5 cm), krus /cawan porselin, thermokoppel/termometer, gelas ukur, alat pengaduk, oven listrik, desikator, kamera digital, kalkulator dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan yaitu serbuk gergajian kayu meranti merah yang di peroleh dari PT. Katingan Timber Celebes, Desa Wamlana, Kecamatan Air Buaya, Kabupaten Buru, tepung tapioka dan air.

Prosedur Kerja dan Pengamatan :

Serbuk kayu gergajian yang diambil dicuci dengan air, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering. Timbang serbuk yang telah dikeringkan, kemudian dimasukkan kedalam krus dan dibakar didalam oven listrik 400° C selama 20 menit sampai terjadi pengarangan (Supriyono, 1997). Serbuk arang disaring hingga lolos saringan 80 mesh tertahan 100 mesh.

Pembuatan Perekat

Bahan perekat dibuat dari campuran 30 gram tapioka dan 120 ml air yang dipanaskan sampai mendidih selama 20 menit. Aduk sampai rata dan mengental seperti lem, diangkat dan didinginkan selama 25 menit.

Pembuatan contoh uji briket

Timbang 50 gram serbuk arang yang lolos saringan 80 mesh tertahan 100 mesh kemudian campurkan dengan perekat yang telah dicampur air (perbandingan 1 : 10) 20 gram hingga merata. Masukkan campuran kedalam alat pencetak yang terbuat dari besi yang berbentuk silinder dengan diameter 4,5 cm yang dilengkapi dengan alat pres. Pengempaan dilakukan secara hidrolik dengan tekanan 1 ton, 2 ton dan 3 ton selama 25 menit. Briket arang dikeluarkan dari cetakan dan dipanaskan dalam oven pada suhu 100° C , 200° C dan 300° C selama 20 menit.

Pengujian

Kualitas briket arang dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian kerapatan dan nilai kalor (Mahajoeno, 2005) sesuai SNI 01-6235-2000. Adapun prosedur pengujian adalah :

1. Penetapan kerapatan.

Contoh briket arang ditimbang, dan volume arang dihitung.

$$\text{Kerapatan} = \frac{X}{Y}$$

Di mana :

X = berat briket (gram), Y = volume briket (cm³)

2. Nilai kalor.

Nilai kalor merupakan parameter utama pengukuran kualitas bahan bakar bertujuan untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan . Semakin tinggi nilai kalor semakin baik kualitas briket dan semakin tinggi kandungan karbon terikat pada briket arang maka semakin tinggi pula nilai kalor briket arang.

Contoh uji ditimbang kemudian memasukan bom silinder ke dalam panci silinder yang berisi air dan dipanaskan. Selanjutnya proses pengadukan selama 10 menit dan mencatat suhu yang terbaca pada thermometer setelah suhu stabil sebagai suhu awal (t₁). Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan alat Calorimeter combustion bomb menggunakan rumus sebagai berikut (Wibowo, 2012) :

$$t = t_2 - t_1$$
$$W = \frac{(m \cdot 750 + e_1 + e_2 + e_3) \cdot \text{kal}}{t}$$
$$H = \frac{(t \cdot W - e_1 - e_2 - e_3)}{m} \text{ kal/gram}$$

Di mana :

t₁ = suhu awal (°C)

t₂ = suhu akhir (°C)

t = kenaikan suhu selama pembakaran (°C)

W = kapasitas calorimeter (kal/°C)

H = nilai kalor (kal/gram)

m = berat arang (gram)

e₁ = koreksi terhadap kalor yang digunakan untuk pembuatan asam nitrat (kal)

- e_2 = koreksi terhadap kalor yang digunakan untuk pembakaran kawat (kal)
 e_3 = koreksi terhadap kalor untuk pembakaran benang (kal)

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (Gaspersz, 1989) secara faktorial dengan 3 ulangan, dan 2 faktor yaitu faktor A (tekanan) dan faktor B (suhu). Jumlah satuan percobaan adalah $3 \times 3 \times 3 = 27$ satuan percobaan. Faktor tekanan kempa (A) terdiri dari : $A_1 = 1$ ton, $A_2 = 2$ ton dan $A_3 = 3$ ton. Faktor suhu pemanasan briket (B) terdiri dari : $B_1 = 100^\circ \text{C}$, $B_2 = 200^\circ \text{C}$, $B_3 = 300^\circ \text{C}$. Model Matematikanya adalah : $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \Sigma_{ijk}$. Apabila faktor yang diteliti berpengaruh maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur.

$$W = q\alpha (p - db \text{ acak}) \sqrt{\frac{KTg}{r}}$$

Di mana :

- $q\alpha$ = Diperoleh dari tabel untuk tingkat 5% dan 1%
 p = Jumlah perlakuan
 KTg = Kuadrat tengah galat
 r = Jumlah ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Briket Arang.

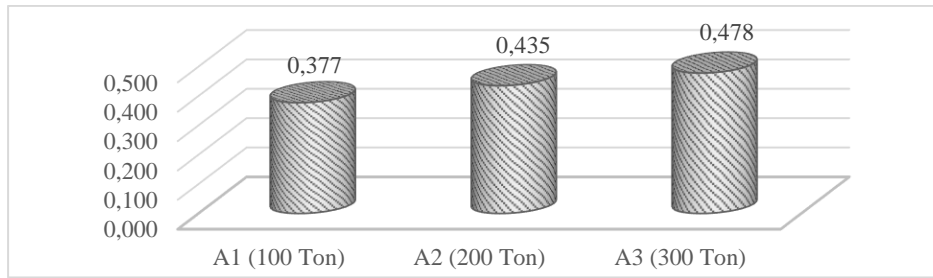
Rata-rata kerapatan briket arang kayu meranti merah (*Shorea selanica*) yang tertinggi adalah 0,497 gr/cm^3 terdapat pada briket arang yang dicetak dengan tekanan 3 ton dan dipanaskan pada suhu 300°C , sedangkan kerapatan terendah adalah 0,334 gr/cm^3 terdapat pada briket arang yang dicetak dengan tekanan 1 ton dan dipanaskan pada suhu 300°C . Untuk mengetahui pengaruh tekanan dan suhu terhadap kerapatan maka dilakukan analisis sidik ragam (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis keragaman kerapatan briket arang

SK	Db	JK	KT	Fhit	F tabel	
					0,05	0,01
A	2	0,046	0,0230	10,000**	3,55	6,01
B	2	0,006	0,0030	1,304 ^m	3,55	6,01
AB	4	0,026	0,0072	2,130 ^m	2,93	4,58
Galat	18	0,046	0,0023			
Total	26	0,12				

Ket: ** = Sangat nyata, * = Nyata, ^m = Tidak nyata

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tekanan (A) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kerapatan briket arang. Hasil uji beda nyata menunjukkan selisih yang sangat besar antara perlakuan A3 dan perlakuan A1 yaitu sebesar 0,10 lebih besar dari nilai BNJ 5% = 0,06 dan 1% = 0,08. Besarnya nilai kerapatan briket arang dari kayu memiliki kerapatan dan suhu yang tinggi. Pada gb. 1, menunjukkan makin tinggi tekanan menghasilkan kerapatan yang tinggi pada suhu yang tinggi pula. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel serbuk gergaji cukup merata, demikian pula saat karbonisasi dengan pengaruh suhu yang tinggi maka proses pengarangan terjadi lebih sempurna atau bahan lebih merata terkarbonisasi, hal ini sesuai dengan pendapat Purwanto et al., (2015) yang menunjukkan bahwa tekanan dan suhu yang diberikan cukup tinggi sehingga mengakibatkan nilai kerapatan yang tinggi,



Gambar 1. Grafik pengaruh tekanan terhadap kerapatan (gr/cm³) biket arang

Bertambahnya kerapatan tersebut karena bertambahnya faktor tekanan yang mengakibatkan semakin kompaknya susunan partikel-partikel arang. Hal ini diduga memiliki celah-celah (pori-pori) yang semakin kecil baik dari segi ukuran maupun jumlahnya sehingga kerapatan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Mahajoeno (2005) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kehalusan dari serbuk arang yang digunakan, maka kerapatan briket arang yang dihasilkan semakin tinggi.

Besar tekanan ada hubungannya dengan kerapatan kayu, semakin tinggi kerapatan bahan yang digunakan maka semakin tinggi kerapatan briket yang dihasilkan (Afna et al., 2021). Akibat pengempaan, akan terdapat sel kayu yang pecah. Makin tinggi kerapatan kayu menunjukkan dinding selnya semakin tebal sehingga perlu tekanan yang lebih tinggi untuk memecahkannya. Bila tekanan terlalu tinggi maka serat kayu akan menjadi rusak sehingga kurang baik untuk keteguhan rekatnya karena banyak perekat akan keluar dari bidang perekatnya.

Nilai Kalor.

Nilai kalor berdasarkan SNI 01-6235-2000 menentukan ukuran kualitas bahan bakar. Denitasari 2011 menyatakan bahwa nilai kalor suatu bahan bakar adalah jumlah energi panas yang dapat dilepaskan pada setiap satu satuan berat bahan bakar tersebut apabila terbakar habis dengan sempurna. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik kualitas briket arang yang dihasilkan (Putra et al., 2011).

Tabel 2. Analisis keragaman nilai kalor briket arang

SK	Db	JK	KT	Fhit	F tabel	
					0,05	0,01
A	2	37,7	18,85	15,71*	3,55	6,01
B	2	2,0	1,0	0,83 ^{tn}	3,55	6,01
AB	4	92333369,4	23083342,35	19236118,63**	2,93	4,58
Galat	18	21,6	1,2			
Total	26					

Ket : * = Nyata , ** = Sangat Nyata , ^{tn} = Tidak Nyata

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel. 2, menunjukkan bahwa faktor A (tekanan) dan interaksi tekanan dan suhu (AB) menunjukkan pengaruh yang nyata dan sangat nyata terhadap nilai kalor briket arang sehingga dilanjutkan dengan uji BNJ.

Tabel 2. Uji BNJ untuk faktor-faktor yang menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata dan sangat nyata.

BNJ						
SK	NT	se	q _{tab}		BNJ	
			0,05	0,01	0,05	0,01
A	3	0,365	3,61	4,70	1,32	1,72
AB	9	0,632	4,96	6,08	3,14	3,85

Tabel 3. Perbedaan selisih nilai tengah perlakuan terhadap nilai BNJ (Perlakuan A)

Perl	NT	Selisih	
A2	3734,40		
A3	3733,65	0,75	
A1	3731,60	2,80	2,05

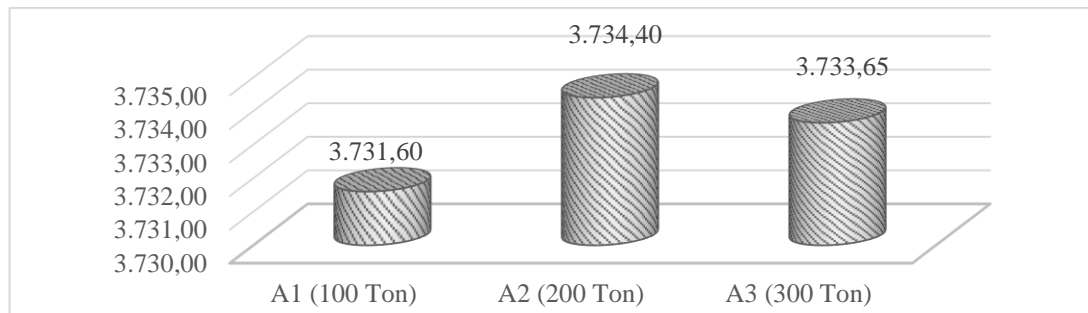
Perlakuan A2 terhadap A1 $2,80 > 1,32$ (5%) $2,05 > 1,32$ (5%)

Perlakuan A3 terhadap A1 $2,80 > 1,72$ (1%) $2,05 > 1,72$ (1%)

Perbedaan Selisih nilai Tengah Perlakuan terhadap Nilai BNJ (Interaksi AB)

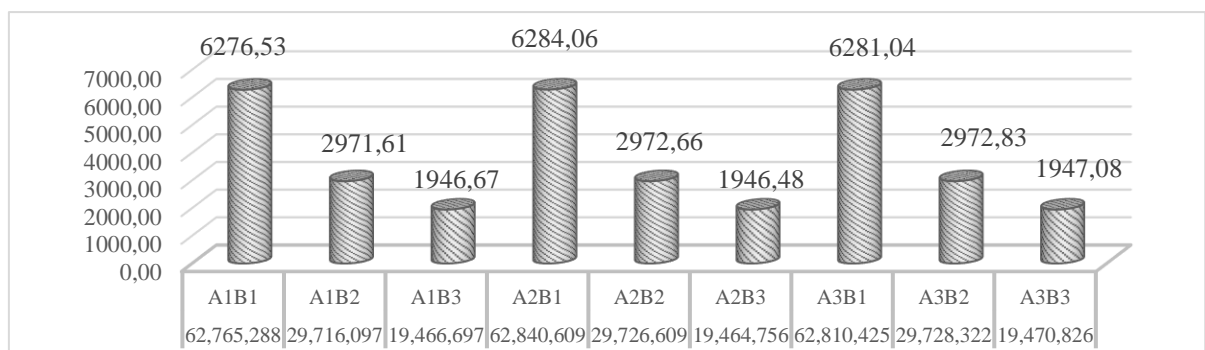
Perl	NT	Selisih							
A2B1	6284,06								
A3B1	6281,04	3,02							
A1B1	6276,53	7,53	4,51						
A3B2	2972,83	3311,23	3308,21	3303,70					
A2B2	2972,66	3311,40	3308,38	3303,87	0,17				
A1B2	2971,61	3312,45	3309,43	3304,92	1,22	1,05			
A3B3	1947,08	4336,98	4333,96	4329,45	1025,75	1025,58	1024,53		
A1B3	1946,67	4337,39	4334,37	4329,86	1026,16	1025,99	1024,94	0,41	
A2B3	1946,48	4337,58	4334,56	4330,05	1026,35	1026,18	1025,13	0,60	0,19

Hampir semua perlakuan menunjukkan selisih nilai tengah yang sangat berbeda nyata dengan nilai uji BNJ 5% = 3,14 dan 1% = 3,85 dimana nilai kalor tertinggi dihasilkan pada perlakuan A2B1 yaitu briket arang dengan tekanan 2 ton dan suhu pengeringan 100°C sedangkan nilai kalor terendah dihasilkan oleh briket arang pada perlakuan A2B3 dengan tekanan 2 ton dan suhu pengeringan 300°C dimana hanya briket arang dengan perlakuan A1B1, A2B1 dan A3B1 yang memenuhi SNI 01-6235 2000. Tekanan diperlukan dalam pembuatan briket arang untuk membentuk briket berpengaruh secara signifikan terhadap briket arang yang dihasilkan (Soeparno, 1992). Makin tinggi kerapatan kayu makin tebal dinding selnya sehingga perlu tekanan yang tinggi untuk memecahkan. Tetapi apabila tekanan terlalu tinggi maka dinding sel akan menjadi rusak sehingga kurang baik keteguhan rekatnya dan banyak perekat keluar dari bidang perekat sehingga jumlah perekat akan menjadi sedikit.



Gambar 2. Grafik pengaruh tekanan terhadap nilai kalor (kal/gram) briket arang

Gambar 2 memperlihatkan pengaruh tekanan terhadap nilai kalor (kal/gram) briket arang tertinggi terdapat pada perlakuan A2 (3734,40 kal/gram), diikuti oleh A3 (3733,65 kal/gram) dan terendah pada perlakuan A1 (3731,60 kal/gram). Tekanan berkaitan dengan suhu terhadap nilai kalor briket arang. Tekanan yang terlalu tinggi akan mengurangi nilai kalor. Kerapatan kayu yang tinggi memerlukan suhu pemanasan yang tinggi tetapi kadar air yang dihasilkan rendah untuk menghasilkan kualitas briket arang yang tinggi. Semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi nilai kalornya (Hendra dan Winarni, 2003).



Gambar 3. Grafik pengaruh interaksi terhadap nilai kalor (kal/gram) briket arang

Gambar 3. Pengaruh interaksi tekanan dan suhu terhadap nilai kalor briket arang memperlihatkan nilai kalor tertinggi pada perlakuan A2B1 (6284,06 kal/gram), diikuti oleh A3B1 (6281,04 kal/gram) dan A1B1 (6276,53 kal/gram) dan memenuhi standar SNI 01-6235-2000 (5000 kal/gram) sedangkan terendah pada perlakuan A2B3 (1946,48 kal/gram). Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa suhu terbaik pada proses pemanasan adalah 100°C karena menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Briket arang yang baik harus mencirikan permukaan yang halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu, mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama dan menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik, Mahajoeno (2005).

KESIMPULAN

1. Kerapatan dan suhu tertinggi pada perlakuan tekanan 3 ton (A₃) sebesar 0,478 gr/cm³ dan perlakuan suhu 300°C (B₃) sebesar 0,479 gr/cm³ memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu sebesar 0,447 gr/cm³ dan terendah pada tekanan 1 ton (A₁) sebesar 0,377 gr/cm³

2. Nilai Kalor tertinggi pada perlakuan tekanan 2 ton (A_2) sebesar 3734,3991 kal/gram dan terendah pada tekanan 1 ton (A_1) sebesar 3731,6027 kal/gram, sedangkan untuk faktor suhu (B) tertinggi pada perlakuan suhu 200°C (B_2) sebesar 3835,3992 kal/gram dan terendah pada suhu 100°C (B_1) sebesar 3732,6028 kal/gram. Nilai kalor lebih rendah dari SNI 01-6235-2000 sebesar 5000 kal/gram.
3. Pengaruh interaksi tekanan dan suhu terhadap nilai kalor briket arang yang memenuhi SNI 01-6235-2000 terdapat pada perlakuan A2B1 (6284,06 kal/gram), diikuti oleh A3B1 (6281,04 kal/gram) dan A1B1 (6276,53 kal/gram).

DAFTAR PUSTAKA

- Afina, A., Pato, U., dan Hamzah, F.H. 2021. Karakteristik Briket Dengan Pencampuran Kulit Batang Sagu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Sagu*, Vol 20 (1), pp:24-28.
- Anizar, H., Sribudiani, E., dan Somadona, S. 2020. Pengaruh Bahan Perekat Tapioka dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perenial*, Vol 16 (1), pp: 11-17.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu*. SNI 01-6235-2000
- Falah, M., dan Nelza, N. (2019). Pembuatan Biopellet dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Bakar Terbarukan. *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*, Vol 2(1), pp: 90-95
- Gaspersz, V, 1989. *Metoda Perancangan Percobaan Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu- ilmu Teknik dan Biologi*. Penerbit ARMICO.
- Purwanto.Dj, Utami R.P, dan Suryani.S. 2015. Pengaruh Tekanan Kempa Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Sifat Biobriket Dari Limbah Tempurung Sawit. *Jurnal Riset industry Hasil Hutan* Vol 7(2),pp: 1-8
- Hendra, D dan Winarni, I. 2000. Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sabetan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol 21(3),pp: 211-226.
- Ishak, I., Lukum. H., dan Arif, I (2012). Briket Arang dan Arang Aktif dari Limbah Tongkol Jagung. Skripsi.
- Lutfia. 2011. *Potensi Limbah Meranti Merah di Maluku*. Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura, Ambon.
- Mahajoeno, 2005. *Briket Arang Salah Satu Bahan Bakar Aternatif*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Malik U. 2012. Penelitian berbagai jenis kayu limbah pengolahan untuk pemilihan bahan baku briket arang. *Junal Imiah Edu Research*, Vol 1(2),pp: 21- 26.
- Pari, G dan H. Roliadi. 2004. Alternative technology for the utilization of biomass waste from wood industries. *Proceeding of the International workshop on better utilization of forest biomass for local community and environments*. Resrearch and Development Center for Forest Products Technology , Bogor.

- Purwanto, D. (2009). Analisa jenis limbah kayu pada industri pengolahan kayu di Kalimantan.Selatan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, Vol 1(1), pp:14-20.
- Putra. P.H, Mokodompit, M, Kuntari A.P. (2011). Pengujian Karakteristik Briket Berbahan Dasar Limbah Bambu Menggunakan Perekat Limbah Nasi. *Jurnal Teknologi*, Vol 6(2),pp: 116-123.
- Silalahi, 2000. Komponen Utama Tanaman Biomassa adalah Karbohidrat. Bogor. Hasil Penelitian Industri Deperindag.
- Soeparno,1992. Pengelolaan Arang Secara Sederhanaa dan Nilai Panas dari Setiap Kualitas Yang Dihasilkan. Laporan Penelitian. Fakultas Kehutanan UGM dan Depdikbud Yogyakarta. Yogyakarta.
- Supriyono, 1997. Komponen – Komponen Pembuat Briket Arang. Gramedia Widiasarana-Indonesia. Jakarta.
- Taufik, Y., Violet, V., dan Yuniarti, Y. 2018. Kualitas Briket Arang Dari Limbah Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri Teijsm. & Binned*). PT. Citra Prima Utama, Kecamatan Liang Anggang Kota Banjarbaru. *Jurnal Sylva Scientae*, Vol 1 (1),pp: 1-12.
- Wibowo, W.W. 2012. Menghitung Nilai Kalor. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.