



Karakteristik Briket Arang dengan Komposisi Serbuk Kayu Sungkai (*Peronema canescens*) dan Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*)

(Characteristics of Charcoal Briquettes from Wood Powder Of Sungkai (*Peronema Canescens*) and Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*))

Wahyu Supriyati^{1*}, Enti Rimma Silalahi¹, Nuwa¹, Alpian¹

¹ Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Tunjung Nyaho Jln. Yos Sudarso Palangka Raya 73111, Kalimantan Tengah

* Corresponding Author: wahyu.supriyati@for.upr.ac.id

Sejarah Artikel

Diterima : 23 Maret 2023

Direvisi : 25 Mei 2023

Disetujui : 30 Mei 2023

Kata Kunci (Keywords):

quality, charcoal briquettes, composition, powder waste, ironwood and Sungkai.

ABSTRACT

Energy potential and reserves such as petroleum and natural gas available in the bowels of the earth are running low, so alternative energy is needed. Charcoal briquettes are one of the non-oil and gas energy sources that have a high enough potential to meet future needs other than oil and natural gas. Sawmills in the furniture industry produce sawdust of sungkai (*Peronema canescens*) and ironwood (*Eusideroxylon zwageri*) wood powder which can be used as raw materials for making charcoal briquettes. The purpose of this study was to determine the quality of charcoal briquettes produced from the waste composition of sungkai sawdust and ironwood sawdust. The average test results for the physical, chemical and mechanical properties of each test treatment complied with SNI (01-62365-2000) except for density and volatile matter. The best quality of charcoal briquettes was found in treatment K1 (0% Sungkai and 100% Ulin) with density of 0.57 (g/cm³), compressive strength of 65.76 kg/cm², moisture content of 4.08%, volatile matter content of 29.76%, ash content 1.20%, fixed carbon content 62.77% and calorific value 6869.71 cal/g.

© 2023 Penulis.

Di Publikasikan oleh Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya Artikel ini memiliki akses terbuka di bawah lisensi:



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

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya pembangunan yang semakin cepat di segala bidang telah mengakibatkan meningkatnya pula kebutuhan akan energi. Disisi lain cadangan energi seperti minyak bumi, dan gas alam yang tersedia di perut bumi semakin menipis. Cadangan minyak bumi yang ada di Indonesia diprediksi hanya tinggal sebesar 2,4 miliar barel saja dengan perkiraan penggunaan untuk kebutuhan di Indonesia sekitar 9 - 12 tahun lagi apabila tidak ada penemuan kilang minyak baru (CNBC Indonesia, 2022). Hal ini mendorong masyarakat untuk memikirkan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui.

Provinsi Kalimantan Tengah kota Palangka Raya mempunyai banyak pengolahan kayu mebel baik skala besar maupun kecil, pengolahan kayu ini dinyatakan berkembang seiring meningkatnya kebutuhan kayu oleh masyarakat kota Palangka Raya. Penggergajian kayu tersebut tentunya berdampak pada semakin meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan oleh mebel pengolahan kayu terutama skala menengah sampai kecil atau rumahan. Limbah serbuk yang dihasilkan belum dapat dimanfaatkan secara optimal, sementara limbah serbuk ini sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Manfaat limbah serbuk kayu dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan briket arang. Briket arang

merupakan salah satu energi non migas yang dihasilkan dari karbonisasi yang mengandung karbon berbentuk padat dan berpori (Komarayati, 2009). Briket arang mempunyai potensi yang cukup tinggi dalam memenuhi kebutuhan jangka waktu yang akan datang dibanding dengan minyak dan gas bumi. Briket arang pada umumnya digunakan sebagai bahan baku tungku pembakaran pada rumah tangga.

Berat jenis kayu mempengaruhi kekerasannya (Supriyati dkk, 2015, Supriyati dkk, 2016). Berat jenis ini dapat juga digunakan untuk menduga kerapatan briket arang yang dihasilkan. Kayu dengan berat jenis tinggi misalnya akan menghasilkan briket arang yang lebih berat dalam setiap volume bila dibandingkan dengan kayu yang memiliki berat jenis lebih rendah (Seng, 1964). Berat jenis kayu yang rendah akan cenderung memberikan kenaikan nilai kadar abu dan zat mudah menguap serta menurunkan nilai kerapatan, keteguhan tekan, kadar air, kadar karbon terikat dan nilai kalor (Wagiman, 1986 dalam Kurniati, 2001)

Berdasarkan masalah di atas, maka penelitian terhadap kualitas briket arang dari limbah serbuk kayu sungkai (*Peronema canescens*) dan serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) sangat penting dilakukan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kualitas briket arang yang dihasilkan dari komposisi limbah serbuk kayu sungkai (*Peronema canescens*) dan serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*). Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengusaha pengelolaan kayu dalam mengelola serbuk kayu, dan sebagai bahan baku alternatif untuk bahan bakar dalam rumah tangga

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada dua tempat pengujian. Pengujian pertama dilaksanakan di Laboratorium Manajemen Hutan untuk proses pengurangan limbah serbuk

kayu dan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan Universitas Palangka Raya Kalimantan Tengah, untuk pengujian sifat fisika, kimia, dan mekanika briket arang meliputi: kerapatan, kadar air, keteguhan tekan kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Pengujian kedua dilaksanakan di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Banjar Baru Kalimantan Selatan untuk pengujian nilai kalor. Kualitas briket arang akan dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000.

Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini selama lebih kurang 4 bulan, meliputi persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian pengambilan bahan baku, pembuatan arang, pembuatan contoh uji briket arang dan pengujian contoh uji dan analisis data serta penyajian data.

2.2. Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah meubel yaitu berupa serbuk dari jenis kayu Sungkai (*Peronema canescens*) dan Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*) yang di dapat dari salah satu penggergajian pengolahan kayu (meubel) yang ada di kota Palangka Raya Kalimantan Tengah: Tepung tapioka sebagai bahan perekat; Air sebagai pelarut; Arang untuk membakar pengurangan bahan baku.

Alat-alat yang digunakan alat pengempa, tungku pengurangan, *hotplate*, *bomb calorimeter*, *oven*, alat pengabuan, cawan pengabuan, saringan ukuran 40 mesh dan 60 mesh, gelas ukur, *oven* tanur, desikator, gelas ukur, plastik, alat tulis, kalkulator, kamera.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku berupa serbuk dari kayu sungkai dan Kayu Ulin diambil ± 4 kg dari limbah serbuk mebel di Palangka Raya. Kemudian dikering udarakan ± 3 minggu hingga mencapai kadar air serbuk kayu mencapai $\pm 12\% - 15\%$. Setelah itu diambil 2 gram untuk pengujian kadar air dan

selanjutnya ditimbang beratnya sebelum dilakukan pengarangan.

2.3.2. Pengarangan

Serbuk yang telah ditimbang dimasukkan kedalam tungku pengarangan kemudian arang digunakan sebagai bahan bakar tungku pengarangan, dan suhu dinaikkan hingga 500°C selama satu jam. Setelah pengarangan dilakukan pendinginan selama 16 jam, selanjutnya arang dikeluarkan dari tungku pengarangan kedalam wadah dan dilakukan penimbangan untuk mengetahui rendemen arang yang dihasilkan.

2.3.3. Pembuatan Serbuk Arang

Arang ditumbuk hingga halus, kemudian dilakukan pengayakan serbuk dengan ayakan berukuran 40 mesh tertahan 60 mesh, setelah pengayakan selesai serbuk arang dipisah sesuai jenis kayu.

2.3.4. Pembuatan Perekat

Jumlah perekat yang digunakan adalah 10% dari serbuk arang, air yang digunakan untuk membuat adonan perekat yaitu 5:1 dari jumlah tapioka yang digunakan. Tepung dicampur dengan air diaduk hingga merata dan kemudian dipanaskan dengan suhu 70°C selama 5 menit hingga menjadi kental atau gel.

2.3.5. Pencetakan Briket Arang

Pencetakan briket arang dilakukan dengan mencampurkan serbuk arang dengan perekat dan dimasukkan kedalam cetakan kemudian dicetak dengan menggunakan alat hidrolik press dengan merek *Frame steel plate*. Lama pengempaan setiap contoh uji dilakukan selama 1 jam. Serbuk arang yang sudah disaring dicampur dengan bahan perekat yang sudah berbentuk gel kemudian diaduk sampai merata agar tidak menggumpal (Alpian, 2002).

2.3.6. Proses Pengeringan

Pengeringan dilakukan didalam ruangan dengan suhu kamar dan dilakukan

penimbangan setiap 1 x 24 jam hingga didapat berat konstan briket arang yang kemudian akan diuji. Hasil briket arang yang sudah dicetak kemudian dikeringkan di suhu ruangan yanga kedap udara.

2.3.7. Pengujian Briket Arang

Pengujian briket arang meliputi kerapatan, keteguhan tekan, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor. Pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000) tentang briket arang.

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) (Gasperz, 1991), perlakuan dilakukan dengan kombinasi kayu sungkai (*peronema canescens*) dan kayuulin (*Eusideroxylon zwageri*) dengan komposisi tertentu dengan komposisi kayu sungkai dengan simbol S, dan komposisi kayu ulin dengan simbol U. Serbuk kayu kemudian dicampur berdasarkan komposisi yang ada pada setiap perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan pada setiap komposisi

Perlakuan	Komposisi	
	S (%)	U (%)
K1	0	100
K2	25	75
K3	50	50
K4	75	25
K5	100	0

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rendemen Arang

Hasil pengukuran rendemen serbuk arang dari serbuk Kayu Sungkai (*Peronema canescens*) menghasilkan rendemen 25,86% sedangkan Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*) menghasilkan 33,80%. Data hasil perhitungan rendemen yang dihasilkan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rendemen kayu Sungkai dan Kayu Ulin

Jenis Kayu	Input (kg)	Output (kg)	Rendemen (%)
Kayu Sungkai	4,30	1,112	25,86
Kayu Ulin	4,00	1,352	33,80

Berat jenis kayu tinggi menghasilkan rendemen yang tinggi seperti pada kayu Ulin lebih besar dibandingkan kayu Sungkai. Fengel dan Wegener (1995) juga menjelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi rendemen arang adalah jenis kayu, ukuran kayu, sistem karbonisasi, lama proses karbonisasi, dan suhu karbonisasi.

3.2. Kualitas Briket Arang

Pengaruh komposisi serbuk terhadap kerapatan kadar air, keteguhan tekan, zat mudah menguap, kadar abu, karbon terikat dan nilai kalor ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Analisis Sidik Ragam Briket Arang Sungkai dan Ulin

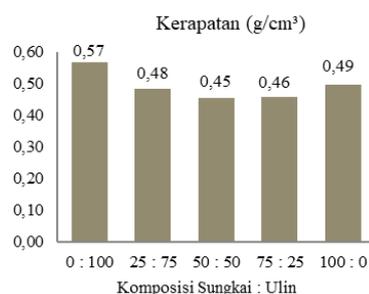
No.	Parameter	F hitung	F.Tabel	
			5%	1%
1	Kerapatan	2,22ns	2,62	3,90
2	KA	4,55**	2,62	3,90
3	Keteguhan Tekan	34,95 **	2,62	3,90
4	Zat Mudah Menguap	0,05ns	2,62	3,90
5	Kadar Abu	10,85**	2,62	3,90
6	Karbon Terikat	3,20*	2,62	3,90
7	Nilai Kalor	0,42ns	2,62	3,90

Keterangan: ns: berpengaruh non signifikan; *: berpengaruh signifikan; **: berpengaruh sangat signifikan

3.2.1. Kerapatan

Meskipun nilai kerapatan secara statistik berpengaruh tidak signifikan tetapi nilai rata-rata kerapatan kayu Ulin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu Sungkai. Faktor yang mempengaruhi tersebut diduga adanya perbedaan dari bahan baku jenis sehingga berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kerapatan briket. Bahan baku yang mempunyai berat jenis tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan tinggi. Hendra (2007) yang mengatakan bahwa perbedaan jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kerapatan briket yang dihasilkan. Bahan baku mempunyai kerapatan tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan tinggi, sedangkan bahan baku yang mempunyai kerapatan rendah akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan yang rendah pula. Semakin besar kerapatan maka volume atau ruang yang diperlukan lebih kecil untuk massa yang sama. Rendah atau tingginya nilai

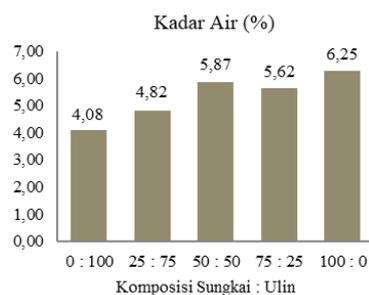
kerapatan dipengaruhi oleh kehomogenan bahan dan ukuran bahan pembuat briket arang (Triono, 2006).



Gambar 1. Kerapatan Briket Arang Sungkai dan Ulin

3.2.2. Kadar Air

Kadar air yang dihasilkan memenuhi SNI 01-6235-2000 dengan syarat nilai kadar air <8%. Kerapatan tinggi akan menghasilkan kadar air rendah sedangkan kadar air tinggi akan menghasilkan kerapatan rendah, sehingga mengurangi kualitas briket arang. Hal ini sesuai dengan pendapat Alpian dkk (2020) yang menyatakan bahwa tingginya nilai kadar air dipengaruhi oleh nilai kerapatan, semakin tinggi nilai kerapatan maka sifat higroskopis briket arang yang semakin berkurang, rongga antara partikel serbuk arang semakin rapat menyebabkan daya serap air dilingkungannya semakin rendah.



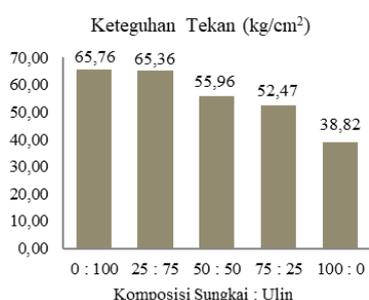
Gambar 2. Kadar Air Briket Arang Sungkai dan Ulin

3.2.3. Keteguhan Tekan

Keteguhan tekan briket adalah kemampuan briket untuk memberikan daya tahan beban terhadap benda tersebut (Wijayanti, 2009). Semakin tinggi nilai keteguhan tekan berarti daya tahan briket terhadap pecah semakin baik, daya tahan keteguhan tekan berfungsi untuk mengetahui

daya tahan briket saat pengangkutan atau pengemasan. Habib *et al*, (2014), menyatakan faktor-faktor seperti kadar air, ukuran parikel, dan distribusi, waktu pemadatan dan tekanan kempa, jenis bahan baku dan jumlah perekat mempengaruhi kekuatan tekan pada briket arang. Sudrajat (1984) menyatakan bahwa faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi keteguhan tekan briket arang hasil penelitian.

Nilai keteguhan tekan briket arang dari 5 perlakuan ini memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yaitu dengan syarat $> 12\text{kg/cm}^2$. Rata-rata kerapatan diperlihatkan pada Gambar 3.



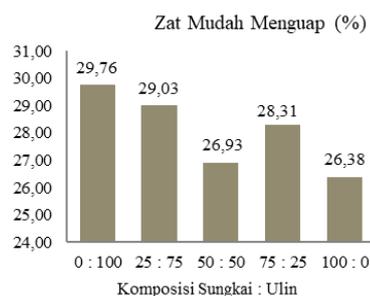
Gambar 3. Keteguhan Tekan Briket Arang Sungkai dan Ulin

Pola keteguhan tekan berbanding lurus dengan pola kerapatannya. Artinya semakin tinggi berat jenis kerapatan kayu maka nilai keteguhan tekan semakin besar pula. Hal tersebut sesuai dengan Sudrajat (1984) yang menyatakan bahwa briket arang dari bahan baku yang mempunyai berat jenis tinggi akan memberikan nilai keteguhan tekan yang tinggi pula. Hendra dan Winarni (2003), menyatakan bahwa tingginya keteguhan tekan pada briket arang yang didapat dari kayu yang memiliki berat jenis tinggi disebabkan serat kayu yang lebih rapat dan komponen selulosa pada dinding sel lebih banyak.

3.2.4. Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap (*volatile matter*) adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa yang masih terdapat di dalam ruangan selain arang (Hendra dan Pari, 2000). Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam briket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat

briket dinyalakan. Kandungan asap yang tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antar karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol (Hendra dan Pari, 2000). Hendra (2007) mengatakan tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap briket arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga perbedaan jenis bahan baku berpengaruh nyata pada kadar zat mudah menguap.



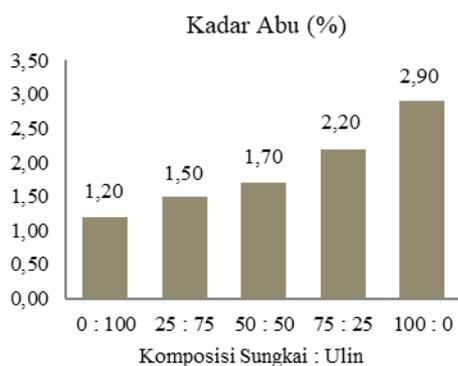
Gambar 4. Zat Mudah Menguap Briket Arang Sungkai dan Ulin

Data hasil pengujian kadar zat mudah menguap tidak memenuhi SNI yaitu $\leq 15\%$, tetapi masuk dalam Standar Dalam Negeri Sudrajat (1983) sebesar $\leq 30\%$ dan Standar Jepang yaitu sebesar 15-30%. Tinggi rendahnya kadar zat menguap pada briket arang disebabkan oleh kesempurnaan karbonisasi dan dipengaruhi oleh waktu dan suhu pada proses pengarangan. Hasil penelitian Alpian (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, maka kadar zat mudah menguap semakin tinggi karena ada penambahan zat perekat. Kadar zat mudah menguap arang lebih besar disebabkan karena tidak sempurnanya penguraian senyawa nonkarbon seperti pada CO₂, CO, CH₄, dan H₂ (Pari et al, 2000). Kayu dengan kadar zat ekstraktif tinggi cenderung menghasilkan kadar zat mudah menguap yang tinggi pula. Selain itu kadar zat mudah menguap juga dipengaruhi oleh jenis perekat yang digunakan (Sudrajat, 1990).

3.2.5. Kadar Abu

Nilai kadar abu tersebut masuk dalam SNI yaitu $\leq 8\%$. Dibandingkan dengan hasil penelitian Hendra dan Darmawan(3,56%-

4,23%), menunjukkan nilai kadar abu pada penelitian ini lebih rendah, juga lebih kecil dibandingkan nilai kadar abu hasil penelitian Purwanto (2011) bahwa kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 4,11 - 13,49% dan Sudradjat dkk (2006) bahwa kadar abu berkisar antara 10,70-16,40%.



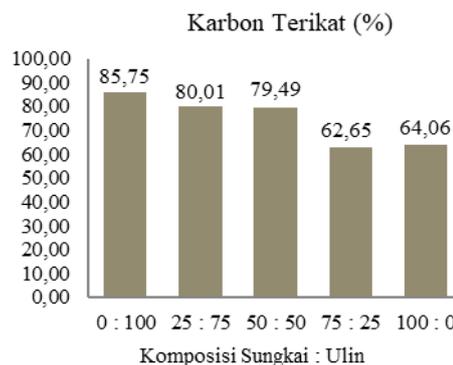
Gambar 5. Kadar Abu Briket Arang Sungkai dan Ulin

Pari (1996), menyatakan bahwa besarnya kadar abu disebabkan karena adanya penambahan berat dari resin yang menjadi arang pada waktu pengarangan, sehingga unsur seperti Kalium, Natrium, Magnesium, dan Kalsium akan bertambah.

3.2.6. Karbon Terikat

Nilai karbon terikat memenuhi SNI senilai $\geq 60\%$ dan memenuhi standar Jepang yaitu 60-80%. Anonim (1962) menyatakan briket arang keperluan rumah tangga tidak begitu mementingkan sifat karbon terikat yang tinggi dan zat mudah menguap rendah serta suhu pengarangan tidak perlu tinggi.

Keberadaan karbon terikat didalam briket arang dipengaruhi kadar abu dan kadar zat menguap. Menurut Abidin (1973) menyatakan bahwa kadar karbon terikat merupakan fraksi karbon yang terikat didalam arang selain air, zat menguap, dan abu. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan zat menguap pada briket arang rendah. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket arang. Nilai kalor briket akan tinggi apabila kadar karbon pada briket arang tinggi.

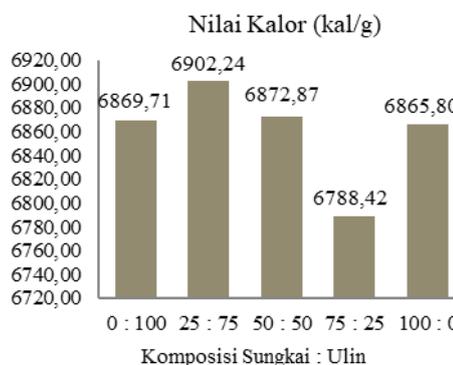


Gambar 6. Karbon Terikat Briket Arang Sungkai dan Ulin

Pari (2002) menyatakan bahwa nilai besar kecilnya karbon terikat dipengaruhi oleh besarnya kadar abu, kadar zat mudah menguap dan senyawa hidrokarbon yang masih menempel pada permukaan arang. Selanjutnya menurut Nurhayati, *et al.*, (1997) besarnya kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar zat mudah menguap

3.2.7. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan oleh pembakaran dari briket arang. Penetapan nilai kalor dengan mengukur energi yang dihasilkan dari pembakaran contoh uji. Nilai kalor sangat menentukan kualitas dari briket arang. Semakin tinggi nilai kalor maka kualitas briket arang yang dihasilkan semakin baik. Nilai kalor yang diperoleh dari setiap perlakuan sesuai dengan SNI 01-6235-2000 dengan standar minimal 5000 Kal/g.



Gambar 7. Nilai Kalor Briket Arang Sungkai dan Ulin

Berdasarkan analisis sidik ragam, komposisi serbuk untuk jenis kayu Sungkai dan kayu Ulin berpengaruh tidak signifikan. Nurhayati (1974) menyatakan bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket. Semakin tinggi nilai kadar air dan kadar abu maka nilai kalor akan semakin rendah. Jatmika (1980) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh berat jenis dari bahan baku. Sedangkan menurut Triono (2006) kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor briket arang, nilai kalor briket yang tinggi menghasilkan kadar karbon terikat yang tinggi juga.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

1. Hasil pengujian rata-rata sifat fisika, kimia dan mekanika setiap perlakuan pengujian memenuhi Standar SNI (01-62365200) kecuali kerapatan (memenuhi Standar Sudrajat) dan zat mudah menguap (memenuhi Sudrajat dan standar Jepang).
2. Perbedaan komposisi serbuk Sungkai (*Peronema canescens*) dan serbuk Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) berpengaruh signifikan pada kadar air, keteguhan tekan, kadar abu, karbon terikat dan berpengaruh tidak signifikan pada kerapatan, zat mudah menguap dan nilai kalor.
3. Nilai kerapatan briket arang diperoleh adalah tertinggi 0,57% pada K1 (Sungkai 0% & Ulin 100%), keteguhan tekan tertinggi 65,76 kg/cm² pada K1, kadar air terendah 4,08% pada K1, kadar abu terendah 1,20% pada K1, zat mudah menguap tertinggi 29,76% pada K1, karbon terikat tertinggi 63,16% pada K2 (S 25% & U 75%), dan nilai kalor tertinggi 6902,24 kal/g pada K2.

4.2. Saran

Penelitian briket arang dari limbah serbuk kayu Sungkai dan kayu Ulin ini memenuhi standar SNI 01-6235-2000 dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber energi terbarukan untuk memanfaatkan limbah mebel.

Daftar Pustaka

- Abdurachman. 2012. Tanaman Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T. & B) Pada Umur 8,5 Tahun di Arboretum Balai Besar Penelitian Dipterocarpa Samarinda. Info Teknis Dipterocarpa Vol. 5 No. 1, September 2012 : 25 – 33. Samarinda.
- Alpian. 2002 . Pengaruh Kompisisi Serbuk Arang Kayu Dan Limbah Industri Plywood Dan Limbah Kayu HTI Terhadap Kualitas Briket Arang Dengan Perekat Tepung Tapioka. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Alpian, R.Panjaitan, A. Jaya, Yanciluk, W. Supriyati, E.U. Antang. 2020 . Sifat Fisika Mekanika Briket Arang dengan komposisi Jenis Kayu Gerunggang (*Cratoxylon arborensceus*) dan Kayu Tumih (*Combretocarpus rotundatus*). JurnalDaun.Vol.7 No.1:1-10.
- Anonimous. 2008. *Psikolog belajar*. Jakarta: Rineka Cipta. BadanPenelitiandanPengembanganKehutanan.1994.PedomanTeknisPembuatan BriketArang.DepartemenKehutanan.Bogor.
- Anonim. 1982. Feasybility Study Industri Briket Arang di Transmigrasi IV sangkulirang dan Muara Wahau. Laporan Kerja Balai Penelitian Hasil Hutan Bogor dengan Fakultas Kehutanan Universitas Munawarman. Samarinda.
- BSN.2000.SNI01-6235-2000BriketArangKayu.BadanStandarisasi Nasional.Jakarta.
- Bansal, R.C., J.P. Donnet and F. Stoeckli. 1988. Active Carbon. Marcel Dekker Inc. New York and Basel : viii, 4-6.
- Bahri, S . 2008. Pemanfaatan Limbah Industri Kayu Untuk Pembuatan Briket arang dalam mengurangi pencemaran lingkungan di NAD. Universitas Sumatera Utara . Medan.
- Batubara, D. 2011. Kualitas Briket Arang Kayu Jambu Hutan (*Eugenia Sp*). Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- BarlydanKrisdianto.2012.Petunjuk Teknis Pembuatan Arang untuk Memanfaatkan Limbah Kayu Karet Rakyat. Direktorat

- Jenderal Bina Usaha Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Capah, A.G., (2007), Pengaruh Konsentrasi Perekat dan Ukuran Serbuk Terhadap Kualitas Briket Arang dari limbah Pembalakan Kayu mangium (*Acacia mangium Willd*), Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- CNBC Indonesia. 2022. Mengkhawatirkan! RI Terancam Tak Punya Cadangan Minyak Lagi. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20221223104812-4-399544/mengkhawatirkan-ri-terancam-tak-punya-cadangan-minyak-lagi> [11 Mei 2023]
- Departemen Kehutanan. 1992. Manual Kehutanan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. 2000. Sambutan Menteri Kehutanan dan Perkebunan pada Seminar Nasional Kehutanan, Masa Depan Industri Hasil Hutan (Kayu) di Indonesia. Jakarta.
- Departemen Perindustriaan Badan Pengembangan Industri. Balai Penelitian dan pengembangan Industri, 1983. Penelitian dan Pengembangan Limbah Kayu untuk Briket dan Arang Aktif. Banjar Baru.
- Direktoral Jenderal Kehutanan. 1976. Vademecum Kehutanan Indonesia. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dewan Energi Nasional (DEN), Outlook Energi Indonesia 2014, Jakarta 2014
- Dumanauw, J.F. 2001. Mengenal Kayu. Kanisius. Yogyakarta.
- Ebby, T. 2017. Uji Karakteristik Briket Arang dari Limbah Serbuk Kayu Benuas (*Shorea leavifolia Endert*) di Kota Palangka Raya. Skripsi. Universitas Palangka Raya.
- Fengel, D dan G. Wegener. 1995. Kayu Kimia, Reaksi Reaksi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fengel, D. and G. Wegener. 1995. Wood : Chemistry. Ultrastructure, Reactions. Translation to Indonesia by Harjono Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta : 254-257, 622.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV.ARMICO. Bandung
- Gusmailina, G. Pari dan S. Komarayati. 2003. Pengembangan Penggunaan Arang untuk Rehabilitasi Lahan. Buletin Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 4 (1) : 21-29.
- Gusmailina, Komarayati S. 2005. Pengembangan Penggunaan Arang Untuk Rehabilitasi Lahan. Buletin Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Vol.4.No.1(2003)pp.21-30.Bogor.
- Griffioen, K. A. 1950. *Carbonization of Some Indonesian Wood In an Electrical Laboratory Oven*. Balai Penyelidikan Kehutanan. Bogor.
- Hartoyo, 1990. Pembuatan Briket Arang Untuk Bahan Bakar. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Hartoyo dan T. Nurhayati. 1976. Rendemem dan Sifat Arang beberapa jenis Kayu Indonesia. Laporan No. 6. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Departemen Pertanian. Bogor.
- Haryanto, B. dan P.Pangloli. 1999. Potensi Dan Pemamfaatan sagu. Kanisius. Yogyakarta.
- Hendra, D. 1999. Bahan Baku Pembuatan Arang dan Briket Arang. Badan Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Hendra D, Pari G. 2000. Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor
- Hendra D. 2007. Teknologi Pembuatan Arang dan Tungku yang Digunakan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.

- Hendra D, Darmawan S. 2000. Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa. Buletin Penelitian Hasil Hutan Vol. 18 No. 1 (2000) pp. 1-9. Bogor.
- Hendra, D., Winarmi, I. 2003, Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sebetan Kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 21 No.31 Th.2003:211-226
- Hendra D. 2010. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Bahan Baku Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol.29 No.2 189-210. Bogor
- Irwanto. 2007. Analisis Vegetasi untuk Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung Pulau Marsegu, Kabupaten Seram Barat, Provinsi Maluku. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Jatmika,H.J. 1980 Pengaruh Bahan Baku Jenis Perekat dan Tekanan Pengempaan Terhadap Kualitas Briket Arang. Skripsi. Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Januardi (1989). Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat terhadap Kualitas Briket Arang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Joni,S. 2017. Uji Karakteristik Briket Arang dari Limbah Serbuk Meranti (*Shorea spp*) di Kota Palangka Raya. Skripsi. Universitas Palangka Raya.
- Khairurrazak, M 1997 Pengaruh variasi Bahan Baku dan Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang Meranti Merah (*Shorea loprosula Miq*). Skripsi. Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Komarayati, S dan Gusmailina, 1994. Pembuatan Arang dan Briket Arang dari Kayu manis (*Cinnamomum burmanii* Ness ex. BL) dan Kayu Sukun (*Artocarpus altilis* Parkinson). Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol 12 No.6.
- Komarayati, S., 2009. Beberapa Sifat dan Pemanfaatan Arang dari Serasah dan Kulit Kayu Pinus. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 22 (1) : 17-22.
- Komarayati, S. dan E. Santoso. 2011. Arang dan Cuka Kayu : Produk HHBK untuk Stimulan Pertumbuhan Mengkudu (*Morinda cyptrifolia*). Pusat Penelitian dan pengembangan Hasil Hutan. Bogor. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 29 (2) : 155-178.
- Komarayati, S., Gusmailina dan G. Pari, 2011. Produksi Cuka Kayu Hasil Modifikasi Tungku Arang Terpadu. Pusat Penelitian dan pengembangan Hasil Hutan. Bogor. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 29 (3) : 234-247.
- Kurniati (2001). Pengaruh Komposisi Serbuk Arang dari Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) dan Tempurung Kelapa (*Endocarp*) terhadap Kualitas Briket Arang. Skripsi Sarjana Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Kuriyama, A. 1961. Destructive Destillation of Wood. Ministry of Agriculture and Forestry Overseas. Technical Cooperation Agency. Tokyo.
- Listiyanawati, D., Trihadiningrum, Y., Sungkono, D., Alfa Mardhiani, D., Christyanto, P. 2008. Eko-Briket dari Komposit Sampah Plastik Campuran dan Lignoselulosa. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII. Diakses melalui www.mmt.its.ac.id/library/wp-
- Martawijaya, A., I. Karnasudjana., Y.I. Mandang., K. Kadir., dan S.A. Prawira. 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor
- Masturin A. 2002. Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu (Skripsi). Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

- Mustafa. Adisalamun & Auda, N. (2001). Studi pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan pulp. Presiding Seminar Nasional Kejuangan Teknik Kimia 2001. UPN Veteran Yogyakarta.
- Nurhayati T. 1983. Sifat Arang, Briket Arang dan Alkohol yang Dibuat dari Limbah Industri Kayu. Laporan PPPHH/ FPRDC Report No 165 pp.27-33. Bogor.
- Pari Gustan. 2002. Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengelolaan Kayu. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Patoni, A., Gafar dan R. Butarbutar. 1995. Pemanfaatan Limbah Industri Pengelolaan Kayu. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian, Bogor.
- Purwanto, Djoko, 2011. Arang Dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 1, Maret 2011. hal. 57-66, Bogor.
- Rifky, R. 2008. Manual Trainee Pelatihan Pengembangan dan Penyebarluasan Tungku. Jaringan Kerja Tungku Indonesia, Indonesia (www.tungku.or.id)
- Retno Damayanti, Novia Lusiana, Joko Prasetyo. 2017. Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Perikat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket dari Kulit Coklat (*Theobroma cacao L*) sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Rustini. 2004. Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Pinus (*Pinus merkusii*) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Skripsi). Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Sudradjat, R., dan Soleh, S. 1994. Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor
- Sukandarrumidi. 1995. Batubara Dan Gambut. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Supriyati, W., TA. Prayitno, Sumardi, SN Marsoem. 2015. Kearifan Lokal Penggunaan Kayu Gelam dalam Tanah Rawa Gambut di Kalimantan Tengah. Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol. 22 No.1:94-99.
- Supriyati, W. , Alpian., TA. Prayitno, Sumardi, SN Marsoem. 2016. Local Wisdom in Utilizing Peat Swamp Soil And Water to Improve Quality of Gelam Wood. Tropical Wetland Journal Vo. 2 No.2:27-37.
- Supriyono. 1997. Pembuatan arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Bahan Pengaktif Asam Klorida. Yogyakarta
- Tampubolon. 2008. Kemampuan Membaca Teknik Membaca Efektif dan Efisien. Bandung: CV Angkasa.
- Triono, Agus. 2006. Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopseminii EngL*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria Lniensen*) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*cocos nuaferal*). Institut Pertanian Bogor.
- Wagiman,S., F.X.Weber,G.F,Sugiharso.1986. Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu sebagai Bahan Energi. Proyek Peningkatan dan Pengembangan Perguruan Tinggi. Universitas Mulawarman.
- Yustiningtyas, R. 2008. Pemanfaatan Sumber Energi Limbah Sabitan Kayu Meranti (*Shorea, spp*) Untuk Briket Arang. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Palangka Raya Fakultas Pertanian.