

PENGARUH VARIASI CAMPURAN SERBUK ARANG ALABAN DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS BRIKET ARANG

Effect of Mixture of Alaban Charcoal Powder and Coconut Shell Charcoal on the Quality of Charcoal Briquettes

Dany Prianto Nugroho, Noor Mirad Sari, dan Trisnu Satriadi

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Charcoal briquettes made from a mixture of alaban charcoal and coconut shell are one of the efforts to utilize waste. The purpose of this study was to determine the variation of the mixture of alaban charcoal powder and coconut shell on the quality of charcoal briquettes. The mixture of raw materials uses 5 variations, namely 1) 100% charcoal; 2) 75% alaban charcoal and 25% coconut shell; 3) 50% alaban charcoal and 50% coconut shell, 4) 25% alaban charcoal and 75% coconut shell; and 5) 100% coconut shell. The resulting data were then analyzed by variance and compared with ASTM. The quality of charcoal briquettes is not affected by the composition of the mixture of alaban charcoal and coconut shell. Treatment with 100% coconut shell raw materials, without a mixture of alaban charcoal, is charcoal briquettes with the quality closest to ASTM standards, in the form of ash content, volatile matter, calorific value. Other parameters such as water content, density and bound carbon still do not meet ASTM standards

Keywords: Alaban charcoal; Coconut shell; Charcoal briquettes

ABSTRAK. Briket arang terbuat dari campuran arang alaban dan tempurung kelapa adalah salah satu upaya salah satu upaya pemanfaatan limbah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variasi campuran serbuk arang alaban dan tempurung kelapa terhadap kualitas briket arang. Campuran bahan baku menggunakan 5 variasi yaitu 1) arang alaban 100%; 2) arang alaban 75% dan tempurung kelapa 25%; 3) arang alaban 50% dan tempurung kelapa 50%, 4) arang alaban 25% dan tempurung kelapa 75%; dan 5) tempurung kelapa 100%. Data yang dihasilkan selanjutnya dianalisis dengan sidik ragam dan dibandingkan dengan ASTM. Kualitas briket arang tidak dipengaruhi oleh komposisi campuran arang alaban dan tempurung kelapa. Pelakuan dengan bahan baku tempurung kelapa 100%, tanpa campuran arang alaban, merupakan briket arang dengan kualitas yang paling mendekati standar ASTM, berupa kadar abu, zat terbang, nilai kalor. Parameter lainnya berupa kadar air, kerapatan dan karbon terikat masih belum memenuhi standar ASTM

Kata Kunci: Arang alaban, Tempurung kelapa; Briket arang

Penulis untuk korespondensi, surel: trisnu.satriadi@ulm.ac.id

PENDAHULUAN

Potensi minyak Indonesia terus menurun karena terus dimanfaatkan. Padahal, Indonesia saat ini sudah mulai mengimpor minyak untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia yang sudah tidak mencukupi lagi. Minyak bumi digunakan sebagai sumber energi untuk kendaraan bermesin, mesin-mesin berat, dan sejenisnya. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagian besar menggunakan minyak bumi untuk menghasilkan energi listrik. Penggunaan limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti gas alam dan bahan bakar minyak, dan dengan bahan

bakar alternatif tersebut dapat menghemat penggunaan bahan bakar minyak.

Salah satu inovasi dari arang adalah briket arang. Arang alaban kerap dijadikan alternatif untuk bahan bakar perapian, untuk meng oven, mengeringkan kulit, bahkan sebagai bahan bakar mobil pada tahun 1940 ketika Prancis mengalami kekurangan bensin di tahun tersebut (Pearson Chris, 2006). Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan dengan cara dibakar langsung atau sebagai bahan dasar briket arang. Banyaknya rumah tangga dan usaha kecil yang juga menggunakan bahan baku kelapa meningkatkan jumlah limbah tempurung kelapa. Permasalahan sampah yang ada dapat diatasi dengan memanfaatkan arang kelapa sebagai bahan utama yang bisa

digunakan untuk memproduksi briket (Maryono *et al*, 2013: 75).

Briket sendiri adalah bahan bakar padat yang diekstraksi dari sisa-sisa bahan organik, setelah proses kompresi tertentu (Hambali, *et al*, 2008). Menurut Ramadhan dan Nugraha (2020) nilai kalor briket arang alaban sebesar 6259,33 kal/gr. Hal ini menunjukkan bahwa arang alaban memiliki nilai kalor lebih tinggi dari nilai kalor arang tempurung kelapa.

Berdasarkan pernyataan diatas maka penulis berkeinginan untuk melanjutkan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Campuran Serbuk Arang Alaban dan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Briket” yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran dari bahan yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Pelaksanaan penelitian ± 3 bulan, dari bulan Desember 2019 - Februari 2020, penelitian dilaksanakan dengan tahapan yaitu pembuatan proposal, pengembangan data, pengujian briket, analisis data dan penyusunan skripsi.

Adapun alat yang akan diperlukan pada penelitian ini meliputi: lesung untuk menghancurkan serbuk arang tempurung kelapa dan arang alaban, saringan 45 dan 60 mesh yang digunakan untuk menyaring serbuk, palu yang digunakan untuk menghancurkan arang yang berbentuk bongkahan, ember yang digunakan untuk wadah arang, muffler furnace untuk pengujian kadar abu, perioxide bomb calorimeter mengukur jumlah kalor (nilai kalor) yang ada pada pembakaran, moisture meter mengukur kandungan air atau tingkat kekeringan suatu bahan, gelas ukur yang digunakan sebagai pengukur dalam penambahan air, kayu pengaduk sebagai alat untuk mengaduk lem,

timbangan digital yang digunakan untuk menimbang sampel, desikator yang digunakan untuk mendinginkan setelah selesai pengovenan, cetakan briket yang digunakan untuk pembuatan briket, alat tulis yang digunakan untuk mencatat data, dan kamera yang digunakan untuk mendokumentasikan pada saat penelitian. Bahan yang digunakan meliputi: arang kayu alaban, arang tempurung kelapa bahan perekat yaitu tepung tapioka, aquades, dan bahan kimia (NaCO_3 dan Metil Merah)

Prosedur dalam penelitian antara lain: (1) Penyiapan bahan baku yang digunakan adalah arang kayu alaban dan juga arang tempurung kelapa. Bentuk awal dari kedua tersebut adalah bongkahan kecil yang tidak bisa di jual lagi namun masih dapat di gunakan (2) Penghalusan arang yang masih berbentuk kasar dihaluskan lagi dengan menggunakan lesung dan memperhalus lagi menggunakan blender.(3) Pengayakan dengan memakai ayakan 45 dan tertahan di 60 mesh.(4) Persiapan perekat penggunaan tepung tapioka sebanyak 5 – 10 % dari jumlah berat cetakan briket.(5) Pencampuran bahan dan perekat yang sudah di campur kemudian diaduk sampai rata.(6) Pencetakan dilakukan saat adonan briket sudah menggumpal dan tidak mudah terurai lagi. Cetakan briket adalah berbentuk silindris dengan ukuran diameter 2 cm dan tinggi 5 cm. (7) Pengeringan dilakukan dengan cara dijemur selama 7 hari sampai briket benar – benar kering dan mengeras.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air (ASTM D5142-02)

Hasil pengujian rata-rata kadar air terbaik terjadi di perlakuan P1 (arang alaban 100% + arang tempurung kelapa 0%) dengan nilai rata-rata 7,7833%. Tinggi rendahnya rata-rata kadar air dapat dilihat pada Tabel 1.

Variasi tinggi rendahnya rata-rata kadar air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Sidik Ragam Kadar Air

Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,0832	0,0208	0,37tn	3,48	5,99
Galat	10	9,6494	0,9649			
Total	14	13,3253				

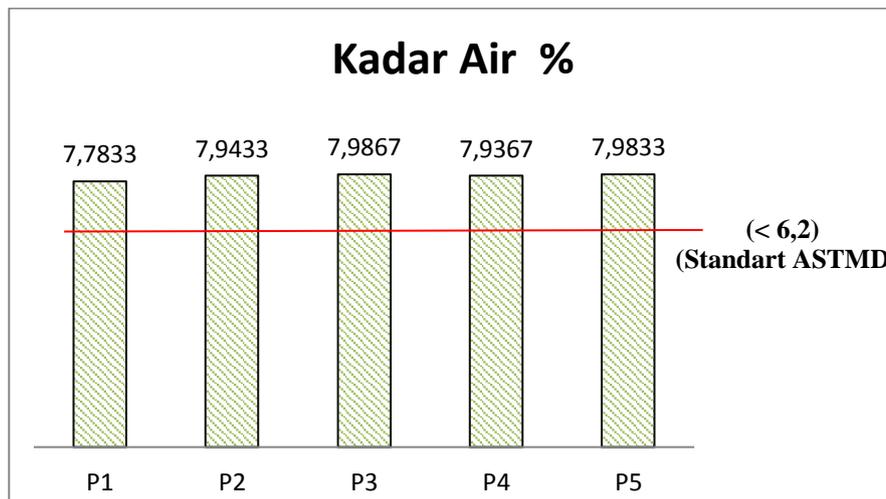
Keterangan:

tn = Tidak nyata
 KK = 2,9831%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam bahwa variasi campuran serbuk arang alaban dan serbuk arang tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air. Gambar 1 menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 7,7833- 7,9867 %. Kandungan air yang tinggi dalam briket akan memperlambat proses

pembakaran dan menghasilkan lebih banyak asap serta menurunkan suhu api saat terbakar. (Hendra 2012).

Variasi tinggi rendahnya rata-rata kadar air dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rata-rata Kadar Air (%)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka semua perlakuan untuk nilai kadar air belum memenuhi standar ASTM (<6,2. Menurut Triono (2006) Kandungan air yang tinggi disebabkan oleh pori-pori yang lebih besar. Nilai kalor yang tinggi dipengaruhi oleh kadar air yang rendah dan akan membuat daya penyalannya semakin lama. Kandungan air yang tinggi akan memuat briket lambat menyala dan akan menghasilkan banyak asap

serta akan menurunkan suhu penyalaan dan daya pembakaran (Hutasoit, 2012).

Kerapatan (ASTM D 5142-020)

Nilai kerapatan merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas briket. Nilai rata-rata kerapatan yang dihasilkan dari pengujian datanya dapat dilihat pada Tabel 2.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata kerapatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam Kerapatan

Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,0967	0,0242	0,74 tn	3,48	5,99
Galat	10	0,3284	0,0328			
Total	14	0,4251				

Keterangan:

tn = Tidak nyata

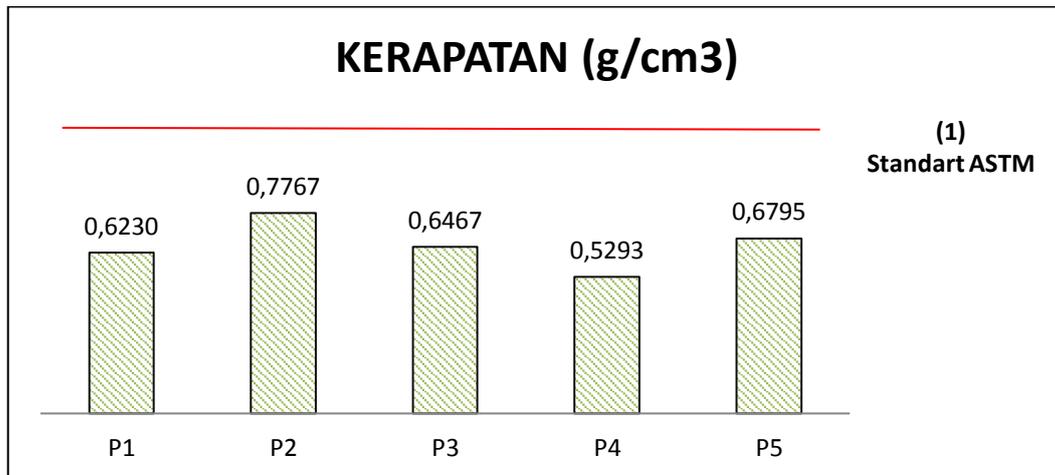
KK = 27,8363%

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi dari campuran serbuk arang alaban dan serbuk arang tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan yang dibutuhkan.

Nilai terendah pada pengujian nilai kerapatan terdapat pada perlakuan P4 (arang alaban 25% + arang tempurung kelapa 75%) dengan nilai rata-rata 0,5293 g/cm³. Nilai kerapatan terbaik terjadi di perlakuan P2

(arang alaban 75% + arang tempurung kelapa 25%) dengan nilai rata-rata 0,7767 g/cm³. Nilai kerapatan yang bervariasi diduga disebabkan oleh ketidakseragaman pada saat pengayakan bahan baku, hal ini sejalan dengan penelitian Hendra (2012) yang menyatakan bahwa semakin halus ukuran serbuk yang digunakan semakin rendah daya tekannya.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata kerapatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Kerapatan (g/cm³)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka semua nilai kerapatan belum memenuhi standar ASTM (1). Kerapatan briket dipengaruhi oleh kerapatan dan berat jenis bahan baku, semakin kecil partikel serbuk yang digunakan maka kerapatan akan semakin tidak terkontrol (Hendra 2012).

Kadar Abu (ASTM D 5142-02)

Abu adalah sisa dari pembakaran, abu tidak mempunyai unsur karbon, unsur utama abu terdiri silika dan memberi pengaruh buruk terhadap nilai kalor yang dihasilkan. (Edhi Sarwono et al, 2018).

Variasi tinggi rendahnya rata-rata kadar abu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam Kadar Abu

Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,3216	0,0804	0,42 tn	3,48	5,99
Galat	10	1,9141	0,1914			
Total	14	2,2358				

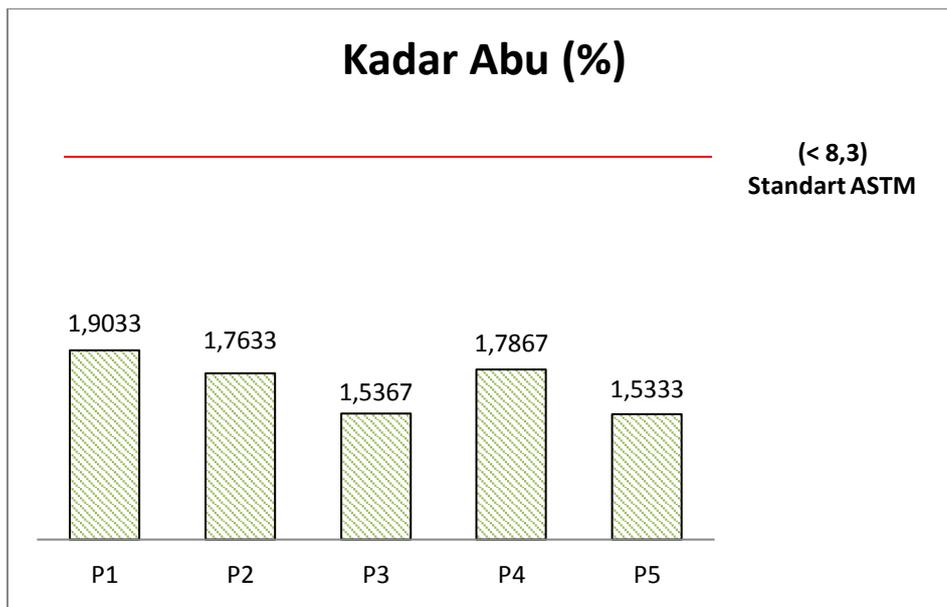
Keterangan:

tn = Tidak berpengaruh nyata
 KK = 25,6653%

Pengujian analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran dari serbuk arang kayu alaban dan serbuk arang tempurung kelapa. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi campuran briket arang kayu alaban dan briket arang tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai yang ditimbulkan, hal ini diduga dipengaruhi dari bahan baku yang sudah memiliki nilai

kadar abu yang baik. Menurut Sinurat (2011) Nilai abu dan kandungan zat terbang dapat menyebabkan keberadaan karbon terikat briket arang. Kandungan karbon terikat akan tinggi jika kadar abu dan kandungan zat terbangnya rendah.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata kadar abu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Nilai Kadar Abu (%)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka semua nilai kadar abu sudah memenuhi standart ASTM (<8,3). Nilai rata-rata kadar abu terbaik terjadi pada perlakuan P₅ (arang alaban 0% + arang tempurung kelapa 100%) dengan rata-rata 1,5333 %. Rata-rata pengujian terendah terjadi di perlakuan P₁ (arang alaban 100% + arang tempurung kelapa 0%) dengan nilai rata-rata 1,9033 %. Kadar abu briket berpengaruh

terhadap nilai kalor. Semakin kecil nilai kadar abu maka semakin tinggi nilai kalor (Putri *et al* 2017).

Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh bahan perekat, menurut Maryono *et al* (2012) meskipun bahan baku mempengaruhi penggunaan perekat, namun penggunaan bahan perekat selalu diperlukan karena apabila briket tidak menggunakan bahan

perekat briket akan rapuh, sehingga briket mudah hancur dan sulit digunakan sebagai bahan bakar.

kandungan bahan tersebut. Hasil penelitian zat terbang dapat dilihat pada table 4.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata zat terbang dapat dilihat pada Tabel 4.

Zat Terbang (ASTM D 5142-02)

Kadar zat terbang berbeda pada setiap bahannya karena adanya pengaruh oleh zat-zat mudah menguap yang ada di dalam

Tabel 4. Analisis Sidik Ragam Zat Terbang

Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	256,6951	64,1738	1,78 tn	3,48	5,99
Galat	10	361,0865	36,1086			
Total	14	617,7816				

Keterangan:

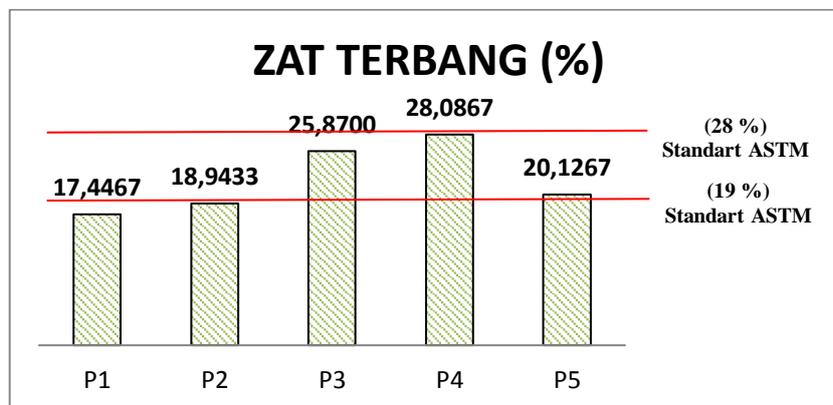
tn = tidak nyata
 KK = 28,0587%

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi campuran bahan briket arang alaban dan tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai yang dibutuhkan oleh zat terbang. Hasil pengujian zat terbang memiliki antara 17,4467–28,0867%, sehingga diperoleh nilai terbaik pada perlakuan P₅ (arang alaban 0% + arang tempurung kelapa 100%) dengan nilai 20,1267% dan P₃ (arang alaban 50%+ arang tempurung kelapa 50%) dengan nilai 25,8700%.

material, sehingga perbedaan jenis material akan mempengaruhi kemampuan zat terbang material briket arang. Selain itu, diyakini bahwa kandungan zat terbang yang tinggi dalam briket dikarenakan proses karbonisasi yang lengkap dan juga disebabkan oleh waktu dan suhu pada saat proses pembuatan. Semakin tinggi suhu dan waktu pembuatan arang, semakin banyak zat terbang yang tidak terpakai, akibatnya pada saat percobaan akan diperoleh kandungan zat terbang yang rendah.

Menurut Pane (2015) Tinggi rendahnya zat terbang yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata zat terbang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Nilai Zat Terbang (%)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka ada 2 perlakuan yang sudah memenuhi standart ASTM (19-28%) yaitu perlakuan P₅ (arang alaban 0% + arang tempurung kelapa 100%) dengan nilai 20,1267% dan P₃ (arang alaban 50%+ arang tempurung kelapa 50%) dengan nilai 25,8700%.

Kadar Karbon Terikat (ASTM D 5142-02)

Karbon terikat merupakan presentasi karbon yang masih ada di dalam briket setelah tahap pengujian zat terbang. Briket yang baik adalah yang memiliki karbon terikat yang tinggi (ristianingsih et al. 2015).

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata karbon terikat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Sidik Ragam Karbon Terikat

Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	198,1858	49,5464	1,37 tn	3,48	5,99
Galat	10	362,1292	36,2129			
Total	14	560,3150				

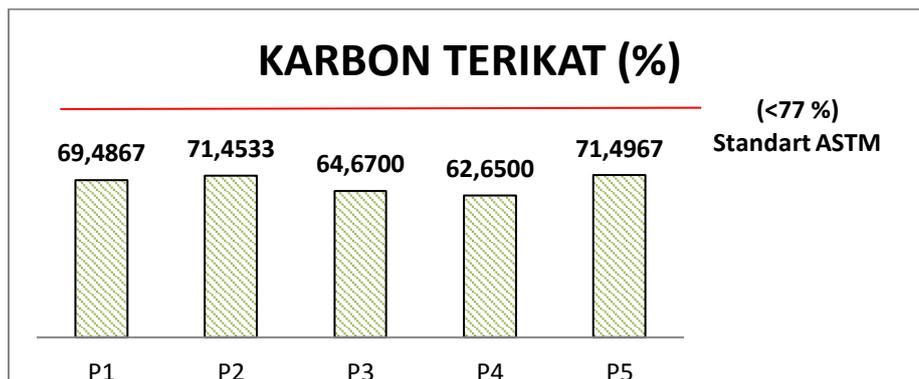
Keterangan:

tn = Tidak berpengaruh nyata
 KK = 8,8559 %

Hasil dari analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi campuran antara arang kayu alaban dengan arang tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai zat kadar karbon terikat. Hasil pengujian menunjukkan nilai karbon terikat yang terkandung pada briket arang kayu alaban dan arang tempurung kelapa berkisar antara 62,6500 – 71,4533%. Menurut Rindayatno (2017) Karbon terikat

dipengaruhi oleh berat jenis, proses karbonisasi serta zat terbang. Kerapatan material yang tinggi akan menyebabkan kandungan karbon terikat yang tinggi. Zat terbang yang rendah akan meningkatkan karbon terikat.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata karbon terikat dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Rata-rata Nilai Karbon Terikat (%)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka Nilai karbon terikat terbaik terdapat pada perlakuan P₅ (arang alaban 0% + arang tempurung kelapa 100%) dengan rata - rata 71,4967%. Nilai karbon terendah pada pengujian karbon terikat terjadi pada perlakuan

P₄ (arang alaban 25% + arang tempurung kelapa 75%) nilai rata –rata yang di dapat perlakuan P₄ sebesar 62,6500%, namun dari semua perlakuan terbaik tersebut belum ada yang memenuhi standart dari ASTM (<77%). Menurut Pari dan Sailah (2011) yang

menyatakan bahwa rendahnya nilai kandungan karbon terikat disebabkan oleh kandungan zat terbang dan kadar abu. Karbon terikat memberikan efek terhadap nilai kalor dari briket arang. Pernyataan ini sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan yaitu perlakuan yang mempunyai kadar abu yang rendah maka semakin tinggi kualitas briket karena kandungan abu semakin rendah dapat meningkatkan mutu nilai kalor (Muhammad *et al.*, 2013).

Nilai Kalor (ASTM D 514202)

Nilai kalor merupakan faktor penting yang dapat menentukan kualitas briket. Semakin tinggi kalor yang dihasilkan maka kualitas briket juga akan semakin tinggi. Nilai kalor pada penelitian briket arang kayu alaban dan arang tempurung kelapa nilainya berkisar antara 6180,41- 6324,47 kal/g.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata nilai kalor dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6. Analisis Sidik Ragam Nilai Kalor

Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	31627,027	7906,7567	0,40 tn	3,48	5,99
Galat	10	196888,07	19688,807			
Total	14	228515,10				

Keterangan:

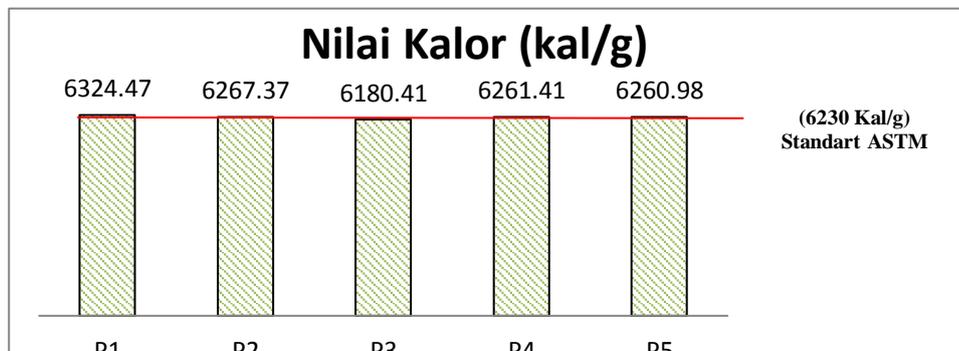
- tn = Tidak berpengaruh nyata
- KK = 2,2419 %

Analisis sidik ragam menunjukkan variasi campuran arang alaban dan arang tempurung kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kalor. Menurut Yuliza (2012) nilai kalor dipengaruhi langsung oleh kadar air dan kadar abu. Nilai kalor sangat penting untuk menentukan sifat-sifat briket (Hidayat *et al.*, 2017).

Rerata nilai kalor terbaik terdapat pada perlakuan P₁ (arang alaban 100% + arang tempurung kelapa 0%) dengan nilai rata-rata 6324,47 kal/g. Nilai kalor terendah terjadi pada perlakuan P₃ (arang alaban 50% + arang

tempurung kelapa 50%) dengan nilai rata-rata 6180,41 kal/g. Menurut Fajari (2012) Semakin tinggi nilai kalor maka semakin besar panas yang dilepaskan dan semakin lama proses pembakaran. Menurut Bahri (2008) nilai kalor yang tinggi dan rendah dipengaruhi oleh parameter lain, seperti kadar air dan kadar abu briket. Semakin tinggi nilai kadar air maka semakin tinggi kadar abu dan semakin rendah nilai kalor yang di dapat.

Variasi tinggi rendahnya nilai rata-rata karbon terikat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 9. Grafik Rata-rata Nilai Kalor (kal/g)

Sebagaimana disajikan pada gambar di atas maka ada 4 perlakuan yang sudah memenuhi standart dari ASTM yaitu P₁ (arang alaban 100% + arang tempurung kelapa 0%) dengani rata –rata 6324,47 kal/g, P₂ (arang alaban 75%+ arang tempurung kelapa 25%) dengan rata-rata 6267,37% ,P₄ arang alaban 25% + arang tempurung kelapa 75%) dengan rata –rata 6261,41%, dan P₅ arang alaban 0% + arang tempurung kelapa 100%) dengan nilai rata –rata 6260,98%. Nilai kalor tersebut sudah memenuhi standart dari ASTM (6230 kal/gr). Nilai kalor secara langsung turut andil meningkatkan kadar air dan kadar abu serta berefek langsung terhadap karbon terikat. Nilai kalor dihasilkan dari kadar air dan kadar abu yang rendah. Sebaliknya, kadar karbon terikat yang tinggi menaikkan jumlah kalor (Qi *et al.*, 2016). Nilai kadar air belum memenuhi standar dari ASTM namun nilai kadar abu yang sangat rendah memberikan pengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan pada saat pengujian. Hasil penelitian nilai kalor ini sejalan dengan penelitian Ramadhan dan Nugraha (2020) dimana nilai kalor briket arang alaban sebesar 6259,33 kal/gr.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kualitas briket arang tidak dipengaruhi oleh komposisi campuran arang alaban dan tempurung kelapa. Pelakuan dengan bahan baku tempurung kelapa 100%, tanpa campuran arang alaban, merupakan briket arang dengan kualitas yang paling mendekati standar ASTM, berupa kadar abu, zat terbang, nilai kalor. Parameter lainnya berupa kadar air, kerapatan dan karbon terikat belum memenuhi standar ASTM.

Saran

Kadar air yang terlalu tinggi bisa dikurangi dengan memperhatikan tempat penyimpanan bahan baku yang di gunakan, karena sedikit banyaknya akan berpengaruh pada saat pengadonan bahan baku. Perekat dan air yang digunakan juga harus diperhatikan pada saat pembuatan adonan briket, air yang terlalu banyak pada saat proses pengadonan akan membuat briket mengandung terlalu banyak air. Proses pengeringan sebaiknya

menggunakan oven agar pengeringan lebih rata daripada menggunakan matahari dengan cuaca yang tidak menentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. 2008. *Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu untuk Pembuatan Briket Arang dalam Mengurangi Pencemaran lingkungan di Nangroe Aceh Darussalam* [Tesis]. USU e-Repository 2008. Jurnal Info Teknik Industri.
- 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 SMAN 3 Lubuk Linggau*. Tesis. Bengkulu: Pascasarjana Universitas Bengkulu
- Hambali, E., Mujalipah, & Haloman, A. 2008. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Hendra, D. 2012. Rekayasa Pembuatan Mesin Pellet Kayu Dan Pengujian Hasilnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 30(2):144-154.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J., Febrianto, F., Lee, S., Chae, H. & Kim, N. 2017. Carbonization Characteristics Of Juvenile Woods From Some Tropical Trees Planted In Indonesia. *Journal of The Faculty Of Agriculture*, Kyushu University, 62(1), 145-152
- Hutasoit, A. 2012. *Briket Arang Dari Pelepah Salak*. Padang: Fakultas TeknologiPertanian. Universitas Andalas.
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemica*, 14 (1): 74-83.
- Muhammad, D. R. A., Parnanto, N. H. R., & Widadie, F. 2013. *Kajian Peningkatan Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Alat Pengering Tipe Rak Berbahan Bakar Biomassa*. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 6(1): 23-26
- Pane J,E., Junary E., & Herlina N. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Dan Penambahan Kapur Dalam*

- Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata)* Medan: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Pari G & Sailah, I. 2001. Pembuatan Arang Aktif Dari Sabut Kelapa Sawit Dengan Bahan Pengaktif NH_4HCO_3 dan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ Dosis Rendah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Bogor*, 19(4) : 231-244
- Pearson C. 2006. "The age of wood": Fuel and Fighting In French Forests, 1940–1944. *Environmental History*, 11(4): 775-803
- Putri R, E & Andasuryani. 2017. *Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa*. Padang: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas,
- Qi, Y., Jang, J. H., Hidayat, W., Lee, A. H., Lee, S. H., Chae, H. M., & Kim, N. H. 2016. Carbonization of Reaction Wood From Paulownia Tomentosa And Pinus Densiflora Branch Woods. *Wood Science And Technology*, 50(5), 973-987.
- Rindayatno & Lewar, D.O. 2017. Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm dan Binn) dan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) (L). Nielsen). *Jurnal Hutan Tropika*. 1 (1) : 39-48
- Ristianingsih Y, Ulfa, A, Rahmi, K.S, & Syafitri, 2015. Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Konversi*. 4 (2): 16 - 22
- Sarwono, E., Adinegoro. M.B., & Widarti, B.N. 2018. Pengaruh Variasi Komposisi Batang, Pelepah, Dan Daun Tanaman Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Bioarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2 (1): 11-22
- Sinurat, E. 2011. *Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi, Makasar: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Triono, A., 2006, *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika dan Sengon dengan Penambahan Tempurung Kelapa*. Skripsi, Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor,
- Yuliza, N., Nazir, N. & Djalal, M. 2013. Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi Dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar Terhadap Mutu Briket Arang, *Jurnal Litbang Industri* 3(1): 21-30