

# Pengaruh Tekanan Pada Briket Arang Alaban Ukuran Partikel Kecil

(masuk/received 13 Februari 2020, diterima/accepted 20 Juni 2020)

## *Effect of Pressure on Small Particle Size Alaban Charcoal Briquettes*

Ninis Hadi Haryanti<sup>1</sup>, Henry Wardhana<sup>2</sup>, Suryajaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru 70714, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil FT, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru 70714, Indonesia

ninishadharyanti@gmail.com

<https://doi.org/10.35895/rf.v4i1.170>

**Abstrak** – Pada umumnya ukuran partikel yang digunakan dalam pembuatan briket bervariasi antara 12 -100 mesh. Pada penelitian ini, ukuran partikel yang digunakan adalah 250 mesh (59,4  $\mu\text{m}$ ). Dilakukan kajian analisis proksimat briket terhadap variasi tekanan pencetakan. Briket dibuat dari campuran limbah industri arang kayu alaban dan abu dasar batubara. Kedua bahan dalam bentuk serbuk yang lolos pada saringan 250 mesh. Ukuran partikel yang lebih kecil diharapkan menghasilkan briket yang lebih baik dan tidak rapuh serta dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk rumah tangga maupun industri dan penggunaan bahan limbah diharapkan membantu pemecahan permasalahan lingkungan. Variasi tekanan yang digunakan adalah 150, 200, 250, 300, dan 350  $\text{kg/cm}^2$ . Komposisi campuran limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan rasio 90%:10%, sedangkan perekat tepung kanji 5%. Briket dibuat dalam bentuk silinder berukuran  $2 \times 2$  cm. Briket yang sudah dicetak dikeringkan dalam oven pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 4 jam dan didinginkan pada suhu ruang selama 24 jam. Dari hasil uji didapatkan Kadar Air (3,831-5,892) %; Kadar Abu (7,178-10,507) %; Nilai Kalori (5607,467-5732,033) cal/g; Densitas (0,688-0,769)  $\text{g/cm}^3$ ; dan Porositas (46,025-47,592) %. Berdasarkan hasil uji, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai tekanan, kadar air, kadar abu, dan porositas akan menurun, sedangkan nilai kalori mencapai nilai tertinggi pada tekanan 200  $\text{kg/cm}^2$  kemudian cenderung mengalami penurunan. Direkomendasikan tekanan yang diberikan pada saat pembuatan briket adalah 200  $\text{kg/cm}^2$ .

**Kata kunci:** abu dasar batubara, arang kayu alaban, briket, tekanan pencetakan, ukuran partikel

**Abstract** – In general, the particle size used in making briquettes were varied in the range of 12 -100 mesh. In this study, the particle size used was 250 meshes (59.4  $\mu\text{m}$ ). The effect of press variations to proximate analysis of briquette will be conducted. Briquette was made from a mixture of alaban wood charcoal industrial waste and coal bottom ash. Both materials were crushed in the form of powder passing 250 meshes sieve. The smaller particle size is expected to produce better and less brittle briquettes and could be used as alternative fuels for households and industries, while the use of waste materials is expected to help solve environmental problems. Pressure variations used were 150, 200, 250, 300, and 350  $\text{kg/cm}^2$ . The composition of the mixture of alaban wood charcoal waste and coal bottom ash was in ratio 90%: 10%, while starch adhesive of 5% was added. Briquettes were made in the form of cylinders ( $2 \times 2$  cm in size). Briquettes were dried in an oven at  $120^\circ\text{C}$  for 4 hours and cooled at room temperature for 24 hours. The results obtained were Moisture Content (3,831-5,892)%; Ash Content (7,178-10,507)%; Heating Value (5607,467-5732,033) cal / g; Density (0.688-0.769)  $\text{g/cm}^3$ ; and Porosity (46,025-47,592)%. Based on the results, it could be concluded that as the pressure increased, water content, ash content, and porosity were decreased. The calorie value reaches the highest value at a pressure of 200  $\text{kg/cm}^2$  then tends to decrease. It is recommended that the pressure applied at the time of briquette making is 200  $\text{kg/cm}^2$ .

**Key words:** coal bottom ash, alaban charcoal, briquettes, pressure, particle size

## I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai banyak potensi dalam pengembangan dan penggunaan energi alternatif, satu diantaranya adalah briket. Briket merupakan bahan bakar padat yang dapat dibentuk dari pencampuran limbah organik dengan perekat dan zat-zat lain. Keunggulan briket dibandingkan arang biasa yaitu briket memiliki panas yang lebih tinggi, tidak berbau, dan lebih tahan lama waktu simpannya [1]. Aneka macam hayati atau biomassa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket, antara lain kayu.

Dari penelitian diperoleh bahwa semua kayu dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan briket [2]. Satu di antara jenis kayu yang dapat dijadikan untuk bahan baku briket adalah kayu alaban. Keunggulan arang kayu alaban dibandingkan arang lainnya yaitu api dari arang menyala rata dan sempurna serta asapnya

tidak beterbangan [3]. Dari proses seleksi kualitas arang kayu alaban, dihasilkan limbah yang jumlahnya berkisar 6 ton per hari [4]. Limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal.

Di samping limbah arang kayu alaban, terdapat limbah abu dasar batubara dengan jumlah banyak. Limbah abu hasil proses pembakaran dari Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terdiri dari abu terbang dan abu dasar mencapai 160 ton per hari dengan komposisi utama adalah  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , alkali, dan bahan lainnya[5]. Jika limbah abu ini tidak ditangani akan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan.

Penggunaan biomassa sebagai bahan utama briket akan lebih ramah lingkungan dikarenakan biomassa tersebut tidak mengandung unsur-unsur yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan terutama sulfur sebagaimana dijumpai pada batu bara murni.

Dari penelitian yang telah dilakukan nilai kalor yang terbaik adalah saat digunakan perekat kanji 5% [4]. Juga semakin tinggi tekanan yang diberikan, briket arang akan memiliki kualitas yang cukup baik [6], dan telah diperoleh hasil briket paling optimum dengan perbandingan komposisi bahan 100% tempurung kelapa menggunakan tekanan antara 100-150 N/cm<sup>2</sup> [7]. Hasil lain yang didapat adalah meningkatnya tekanan menurunkan nilai kadar air dan nilai kalor [8]. Dari penelitian yang telah dilakukan [9], dihasilkan lama pembakaran tertinggi dengan tekanan pengepresan 500 kg/cm<sup>2</sup> dan terpendek pada tekanan pengepresan 100 kg/cm<sup>2</sup>. Penelitian tentang briket dengan bahan limbah abu dasar batubara, abu terbang, dan arang kayu alaban telah dilakukan [10]. Komposisi campuran terbaik arang kayu alaban dan abu dasar batubara 90%:10% yang sesuai dengan Standar Mutu Briket SNI No. 01-6235-2000, tentang Mutu Briket Kayu.

Penelitian tentang briket sudah banyak dilakukan, tetapi belum ada yang menggunakan bahan limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan ukuran partikel yang kecil, 250 mesh. Hal inilah yang merupakan ciri khas dan kebaruan dari penelitian tentang briket. Pada umumnya ukuran partikel yang digunakan ber variasi 40 mesh, 60 mesh dan 100 mesh, menggunakan bahan campuran sekam padi dan serbuk kayu jati [11]. Penggunaan arang dengan variasi ukuran partikel yang digunakan 40 mesh, 30 mesh, 16 mesh, 12 mesh [12]. Pemanfaatan bahan serbuk gergaji dan arang dengan variasi ukuran partikel 70 mesh, 40 mesh, 30 mesh, 20 mesh dan 18 mesh [13].

Berdasarkan penelitian sebelumnya [10], nilai kalor arang kayu alaban 6833,1 kal/g dan persentase unsur karbon sebesar 76,69%. Abu dasar batubara memiliki kandungan karbon, persentase unsur C sebesar 41,87% dan nilai kalor 610 kal/g. Perlu dilanjutkan penelitian tentang variasi tekanan pada pembuatan briket berbahan arang kayu alaban dan abu dasar batubara. Komposisi campuran limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan rasio 90%:10% yang lolos saringan 250 mesh menggunakan perekat tepung kanji 5% dengan variasi tekanan pencetakan (150, 200, 250, 300, dan 350) kg/cm<sup>2</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh tekanan briket berbahan limbah industri arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan ukuran partikel kecil terhadap karakteristiknya. Karakteristik briket meliputi analisis kadar air, kadar abu, nilai kalori, densitas dan porositas.

## II. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Penelitian ini memanfaatkan limbah yang ada. Bahan yang digunakan adalah limbah industri arang kayu alaban dari PT Citra Prima Utama Banjarbaru dengan lokasi industrinya di Desa Ranggung, Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan-Selatan, serta limbah abu dasar batubara PLTU Asam di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan-Selatan. Adapun alat-alat yang digunakan antara lain gelas ukur, saringan, neraca analitis, *furnace*, bom kalorimeter.

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan memanfaatkan bahan limbah untuk pembuatan briket. Penelitian diawali dengan studi pustaka, pengambilan sampel di lapangan, diteruskan dengan preparasi sampel di laboratorium yang dilanjutkan dengan karakterisasi sampel.

Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik briket adalah berat jenis serbuk arang, temperatur karbonisasi, kehalusan serbuk, dan tekanan pencetakan. Penelitian ini dibatasi pada ukuran partikel yang kecil (kehalusan serbuk) dan variasi tekanan pencetakan. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam pembuatan briket (arang kayu alaban, abu dasar batubara) dibuat dalam bentuk serbuk yang lebih halus, yaitu lolos pada saringan 250 mesh (59,4  $\mu$ m). Ukuran partikel mempengaruhi kekuatan briket yang dihasilkan karena ukuran yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula, sehingga diharapkan briket tidak rapuh.

Variasi tekanan pencetakan yang digunakan adalah (150, 200, 250, 300, dan 350) kg/cm<sup>2</sup>. Kekerasan bahan ditentukan oleh besarnya tekanan yang diberikan. Semakin tinggi tekanan pengepresan maka porositas akan semakin kecil, semakin baik kerapatan dan keteguhan briket yang dihasilkan.

Komposisi campuran limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan rasio 90%:10%, sedangkan perekat tepung kanji 5%. Perekat dibuat dengan cara memasak tepung kanji dengan air hingga berbentuk gel. Briket dibuat dalam bentuk silinder berukuran 2 x 2 cm. Briket yang sudah jadi dikeringkan di dalam oven pada suhu 120°C selama sekitar 4 jam dan didinginkan selama 24 jam.

Standar Mutu Briket yang digunakan adalah SNI No. 01-6235-2000, tentang Mutu Briket Kayu. Standar SNI untuk nilai kadar air dan kadar abu yang digunakan dalam pembuatan briket  $\leq 8\%$ , sedangkan nilai kalori  $\geq 5000$  cal/g.

Uji karakterisasi yang dilakukan adalah analisis kadar air, kadar abu, nilai kalor, densitas, dan porositas. Acuan yang digunakan untuk uji karakteristik briket meliputi uji kadar air (SNI 06-3730-1995), kadar abu (SNI 06-3730-1995), dan nilai kalor (ASTM D 2015). Analisis kadar air dan kadar abu, densitas dan porositas dilakukan di laboratorium Material FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, sedangkan analisis nilai kalori dilakukan di laboratorium ESDM Banjarbaru.

### *Kadar Air* (SNI 06-3730-1995)

Kadar air briket dapat ditentukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong kemudian sampel briket dimasukkan ke cawan sebanyak sekitar 1 gram. Sampel diratakan dan dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya sebesar 105°C selama 3 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang bobotnya. Penentuan kadar air dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (triplo). Kadar air dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan

$M_1$  = berat cawan kosong+tutup (g)

$M_2$  = berat cawan+tutup+sampel (g)

$M_3$  = berat cawan+tutup+ sampel setelah pemanasan (g)

*Kadar Abu* (SNI 06-3730-1995)

Kadar abu ditentukan dengan cara menimbang cawan *crucible* dan ditutup kemudian memasukkan sampel ke dalam cawan kosong tersebut sebanyak sekitar 1 gram. Cawan yang telah berisi sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 850°C selama 4 jam sampai sampel menjadi abu. Selanjutnya cawan didinginkan selama 24 jam dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit, lalu ditimbang. Penentuan kadar abu dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (triplo). Kadar abu dihitung berdasarkan persamaan

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \times 100\% \quad (2)$$

dengan

$M_1$  = berat cawan kosong+tutup (g)

$M_2$  = berat cawan+tutup+sampel (g)

$M_3$  = berat cawan+tutup+ sampel setelah pemanasan (g)

*Nilai kalor* (ASTM D5865)

Nilai kalor ditentukan dengan menggunakan *bomb calorimeter*. Alat *bomb calorimeter* dinyalakan dan ditunggu sekitar 20 menit. Selanjutnya, cawan ditimbang dan dimasukkan sampel sekitar 1 gram, kemudian dimasukkan data berat sampel yang sudah ditimbang ke layar monitor *bomb calorimeter*. Kawat dipasang pada bagian tutup *vesel* dan dimasukkan aquades sebanyak 10 ml ke dalam tabung *vessel*. Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam tabung *vessel* dan tutup rapat. *Vessel* diisi dengan gas oksigen hingga tekanan mencapai 450 kPa. *Water jacket* yang sudah diisi air disiapkan dan *vessel* dimasukkan ke dalam *water jacket*. Setelah *vessel* dimasukkan ke dalam *water jacket* pasang kabel elektroda ke *vessel* dan *water jacket* ditutup. Tombol *start* ditekan pada monitor dan hasil nilai kalor akan muncul di monitor.

Densitas didapatkan melalui perbandingan antar massa dan volume yang dipengaruhi oleh tekanan pembriketan yang diberikan ketika pembuatan briket. Secara matematika densitas dinyatakan dengan persamaan

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

dengan

$\rho$  = densitas (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = massa benda (g)

$V$  = volume benda (cm<sup>3</sup>)

Porositas adalah nilai kepadatan dari suatu benda. Semakin padat benda tersebut, maka akan memiliki nilai porositas yang kecil. Secara umum porositas digambarkan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume teoritis. Volume teoritis ditentukan dari

berat dan rapat teoritisnya. Perhitungan porositas dapat ditentukan dengan persamaan

$$\text{Porositas} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (4)$$

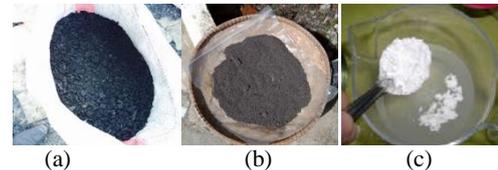
dengan

$M_b$  = berat basah (g)

$M_k$  = berat kering (g)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arang kayu alaban, abu dasar batubara sebagai bahan campuran pembuatan briket serta tepung kanji seperti pada Gambar 1.



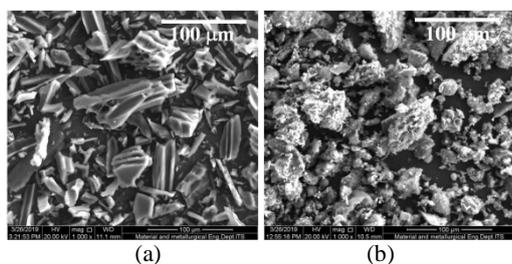
**Gambar 1.** Bahan baku briket: (a) arang kayu alaban, (b) abu dasar batubara, dan (c) tepung kanji.

Hasil Uji Kadar Air, Kadar Abu, Nilai Kalori, Densitas dan Porositas Briket berbahan campuran limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan beberapa variasi tekanan pencetakan briket dijelaskan pada ulasan berikut. Briket dibuat dalam bentuk silinder berukuran 2 × 2 cm seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Briket campuran arang kayu alaban dan abu dasar batubara.

Pada penelitian ini digunakan ukuran partikel bahan yang kecil, yaitu lolos saringan 250 mesh (59,4 μm). Bentuk dan ukuran partikel memegang peranan penting dalam menentukan kualitas ikatan bahan. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka kualitas ikatan semakin baik, karena semakin luas kontak permukaan antara partikel. Ukuran partikel juga berpengaruh pada distribusi partikel, semakin kecil partikel kemungkinan terdistribusi secara merata lebih besar, sehingga pada proses pencampuran akan memperoleh distribusi yang homogen. Kehomogenan campuran menentukan kualitas ikatan, karena selama proses kompaksi atau pengepresan bahan gaya tekan yang diberikan akan terdistribusi secara merata. Hasil uji SEM arang kayu alaban dan abu dasar batubara seperti pada Gambar 3. Pada uji SEM didapatkan semakin kecil ukuran partikel maka pori-pori pada bahan juga semakin kecil.



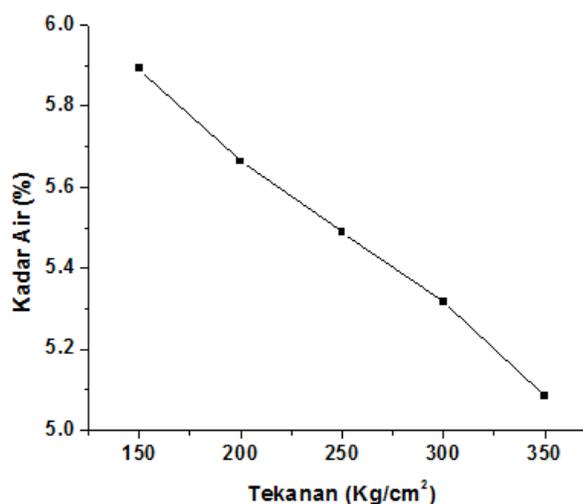
**Gambar 3.** Hasil uji SEM: (a) arang kayu alaban dan (b) abu dasar batubara.

Tekanan pembriketan mempunyai pengaruh terhadap densitas dan kekuatan tekan briket. Semakin kuat tekanan briket yang diperoleh pada saat pembuatan briket, partikel arang kayu alaban dan abu dasar batubara saling berikatan dan menyatu sehingga briket tidak mudah hancur atau pecah. Dari hasil penelitian dengan tekanan pengepresan  $50 \text{ N/cm}^2$ ,  $100 \text{ N/cm}^2$ ,  $150 \text{ N/cm}^2$ , densitas dan kekuatan tekan briket dari tempurung kelapa dan serbuk kayu bertambah dengan semakin tingginya tekanan pembriketan dan diperoleh hasil briket paling optimum dengan menggunakan tekanan antara  $100\text{--}150 \text{ N/cm}^2$  [7]. Penggunaan campuran 20% serat kelapa dengan variasi tekanan 40, 50, 60 dan  $70 \text{ kg/cm}^2$ , meningkatkan kerapatan briket dengan meningkatnya tekanan yang diberikan [14]. Dengan bahan briket dari gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit, semakin tinggi tekanan pembriketan densitas dan kekuatan geser briket akan naik [15]. Dari penelitian menggunakan cangkang biji karet dan abu dasar batu bara dengan variasi tekanan  $100 \text{ kg/cm}^2$ ,  $150 \text{ kg/cm}^2$  dan  $200 \text{ kg/cm}^2$  diperoleh hasil meningkatnya tekanan menurunkan nilai kadar air [8]. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, pada penelitian ini digunakan variasi tekanan untuk mengetahui karakteristik briket dengan variasi tekanan yaitu  $150 \text{ kg/cm}^2$ ,  $200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $250 \text{ kg/cm}^2$ ,  $300 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $350 \text{ kg/cm}^2$ .

Briket memiliki sifat higroskopis, yaitu mudah menyerap air dari sekelilingnya yang tinggi. Kadar air briket perlu diketahui karena kadar air yang tinggi pada briket akan mengakibatkan briket sulit menyala. Pengujian kadar air briket menggunakan metode sesuai dengan standar SNI 06-3730-1995. Hasil uji Kadar Air briket berbentuk silinder dengan variasi tekanan pencetakan 150, 200, 250, 300, dan  $350 \text{ kg/cm}^2$  dapat dilihat pada Gambar 4.

Kadar air merupakan satu di antara karakteristik penentuan kualitas briket yang berpengaruh terhadap nilai kalor pembakaran. Dari hasil uji didapatkan rerata kadar air briket dengan variasi tekanan pencetakan 150 sampai  $350 \text{ kg/cm}^2$  adalah rentang 5,892 - 5,083 %. Kadar air tertinggi briket 5,892% pada tekanan pencetakan  $150 \text{ kg/cm}^2$ , sementara kadar air terendah 5,083% pada tekanan pencetakan  $350 \text{ kg/cm}^2$ .

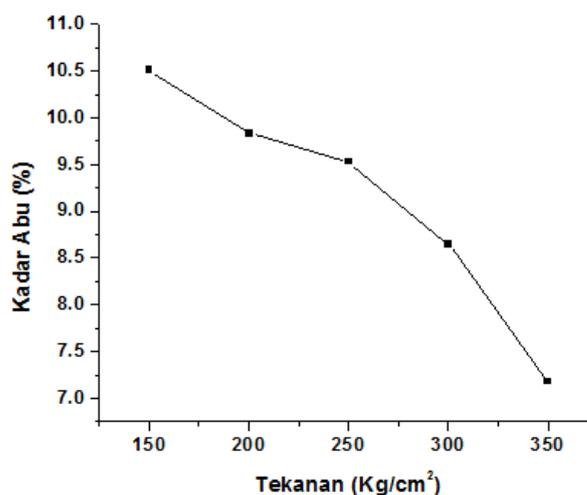
Dari Gambar 4, terdapat hubungan yang signifikan antara tekanan pencetakan dengan kadar air briket. Dari hasil pengujian kadar air, terlihat bahwa kadar air menurun seiring meningkatkan tekanan yang diberikan.



**Gambar 4.** Rerata Kadar Air (%) briket dengan variasi tekanan pencetakan.

Tekanan yang tinggi dapat menyebabkan briket semakin padat, kerapatan tinggi, halus dan seragam, sehingga partikel material campuran briket dapat saling mengisi pori-pori yang kosong serta menurunkan molekul air yang dapat menempati pori-pori tersebut. Di samping itu dengan adanya perekat tepung kanji, maka serbuk arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan ukuran 250 mesh yang bergabung dengan perekat akan semakin erat dan menyatu, sehingga briket akan memiliki pori-pori yang semakin kecil.

Hal tersebut sesuai dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan, yang menyatakan bahwa semakin tinggi tekanan pengepresan semakin rendah kadar airnya [8,16]. Penelitian yang dilakukan oleh dengan variasi tekanan 100, 70, dan  $30 \text{ kg/cm}^2$  menyatakan penambahan tekanan berbanding lurus dengan nilai kerapatan dan persentase *fixed carbon* [17]. Syarat nilai kadar air yang digunakan dalam pembuatan briket  $\leq 8\%$  (SNI No. 01-6235-2000). Dari hasil uji kadar air briket yang dilakukan semua sampel briket memenuhi syarat SNI.



**Gambar 5.** Rerata Kadar Abu (%) briket dengan variasi tekanan pencetakan.

Kadar abu merupakan bahan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon atau nilai kalor. Pengujian kadar abu menggunakan metode sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Hasil uji Kadar Abu briket berbentuk silinder dengan variasi tekanan pencetakan 150, 200, 250, 300, dan 350 kg/cm<sup>2</sup> dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil uji didapatkan rerata kadar abu briket dengan variasi tekanan pencetakan 150 sampai 350 kg/cm<sup>2</sup> adalah 10,507 - 7,178%. Kadar abu tertinggi 10,507% pada tekanan pencetakan 150 kg/cm<sup>2</sup>, sementara kadar abu terendah 7,178% pada tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup>.

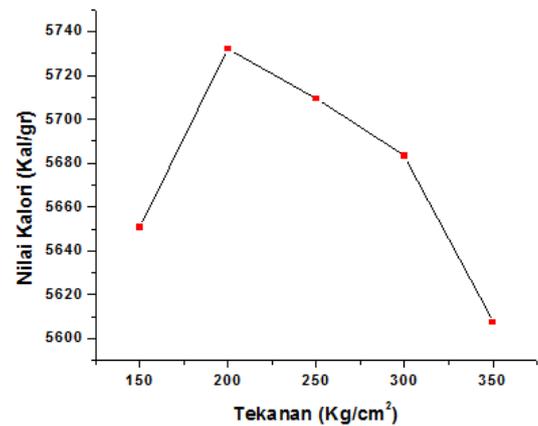
Kadar abu briket banyak dipengaruhi oleh komposisi kimia dari bahan baku briket itu sendiri. Satu di antara unsur penyusun abu adalah silika, kandungan silika pada abu dasar batubara diketahui hampir 60%. Dari hasil penelitian, kandungan mineral abu dasar batubara adalah SiO<sub>2</sub> 61,92%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16,00%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6,47%; CaO 6,85%; MgO 7,90% dan beberapa senyawa lainnya yang jumlahnya relatif kecil [18].

Semakin tinggi kadar silika pada suatu bahan penyusun briket, maka abu yang dihasilkan dari proses pembakaran akan semakin tinggi. Penambahan abu dasar batubara pada campuran briket cenderung meningkatkan kadar abu [19-20]. Hasil penelitian pada uji pendahuluan, kadar abu pada abu dasar batubara sangat tinggi, yaitu 82,071% [21]. Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan campuran arang tempurung kelapa dan abu dasar, diperoleh kadar abu yang paling tinggi adalah briket dengan campuran 100% abu dasar dengan nilai 81,01% dan yang paling rendah adalah briket dengan campuran 100% arang tempurung kelapa dengan nilai 1,20% [22]. Kadar abu yang tinggi beresiko terbentuknya endapan mineral pada saat pembakaran, sehingga mengakibatkan kualitas pembakaran menurun dan memperlambat proses pembakaran.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa ada hubungan yang signifikan antara tekanan pencetakan yang dilakukan pada saat pembuatan briket dengan kadar abu. Kadar abu yang semakin rendah akan menghasilkan briket yang semakin baik. Pada pengujian kadar abu, dapat diketahui bahwa semakin besar tekanan pencetakan, maka kadar abu briket menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar abu akan menurun jika tekanan pengepresan ditingkatkan [16].

Syarat nilai kadar abu yang digunakan dalam pembuatan briket adalah  $\leq 8\%$  (SNI No. 01-6235-2000). Dari hasil uji kadar abu briket yang dilakukan tidak semua sampel briket memenuhi syarat SNI, hanya briket silinder pada tekanan pencetakan 350 kg/cm<sup>2</sup> dengan kadar abu 7,178% yang memenuhi SNI. Hasil penelitian pada kadar abu ini masih relatif rendah jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan campuran biomassa (cangkang kopi, cangkang kapuk, tempurung kelapa) dan abu dasar. Nilai kadar abu berkisar antara 40,25% - 62,12% [23].

Parameter utama dalam menentukan kualitas briket adalah nilai kalor pembakaran. Nilai Kalor yang semakin



Gambar 6. Rerata Nilai Kalori (cal/g) briket dengan variasi tekanan pencetakan.

tinggi menunjukkan kualitas briket yang semakin baik. Pengujian nilai kalori pada penelitian ini menggunakan metode *bomb calorimetry*. Hasil uji Nilai Kalori briket berbentuk silinder dengan variasi tekanan pencetakan 150, 200, 250, 300, dan 350 kg/cm<sup>2</sup> dapat dilihat pada Gambar 6.

Nilai kalori dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket, tingginya nilai kalori yang dihasilkan disebabkan oleh rendahnya kadar air dan kadar abu. Dari hasil uji didapatkan rerata nilai kalori briket dengan variasi tekanan pencetakan 150 - 350 kg/cm<sup>2</sup> adalah 5732,033 - 5607,467 cal/g. Dari hasil uji pendahuluan yang dilakukan, diperoleh nilai kalori limbah arang kayu alaban 6833,133 cal/g dan abu dasar batubara 389,50 cal/g [21]. Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan campuran arang tempurung kelapa dan abu dasar diperoleh nilai kalor paling tinggi pada briket campuran 100% arang tempurung kelapa dan paling rendah pada briket dengan campuran 100% abu dasar dengan nilai 1321,33 cal/g [22].

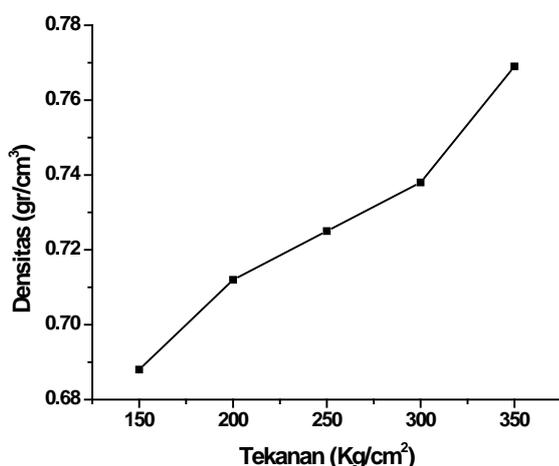
Nilai kalori tertinggi 5732,033 cal/g pada tekanan pencetakan 200 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian menurun sejalan dengan penambahan tekanan pencetakan. Sementara nilai kalori terendah 5607,467 cal/g pada tekanan pencetakan 350 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kalori akan menurun sejalan dengan penambahan tekanan pencetakan 250, 300, dan 350 kg/cm<sup>2</sup>. Terjadinya penurunan nilai kalor kemungkinan karena rusaknya karbon yang diakibatkan pertambahan tekanan pada briket. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa ketika karbon rusak maka nilai kalor akan menjadi semakin menurun karena kadar karbon berbanding lurus dengan nilai kalor yang dihasilkan [24]. Semakin besar nilai kalori, jumlah briket yang diperlukan untuk menghasilkan panas pembakaran akan semakin sedikit, sehingga pemakaian briket semakin irit.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tekanan yang diberikan pada saat pencetakan briket dengan nilai kalori yang dihasilkan. Semakin besar tekanan pencetakan yang diberikan (200 kg/cm<sup>2</sup>), maka nilai kalori akan semakin besar. Nilai kalori akan menurun dengan penambahan tekanan pencetakan yang dilakukan (250 - 350 kg/cm<sup>2</sup>). Pada

penelitian lain semakin besar tekanan yang diberikan semakin meningkat pula nilai kalor yang dihasilkan [16].

Syarat nilai kalori yang digunakan dalam pembuatan briket  $\geq 5000$  cal/g (SNI No. 01-6235-2000). Jika merujuk pada Peraturan Menteri ESDM No. 047 tahun 2006, nilai kalori minimal adalah 3500 cal/g. Dengan demikian dari hasil uji yang dilakukan, semua sampel briket memenuhi syarat SNI, sedangkan untuk tekanan pencetakan yang disarankan adalah  $200 \text{ kg/cm}^2$ , karena akan dihasilkan briket dengan nilai kalori yang lebih tinggi.

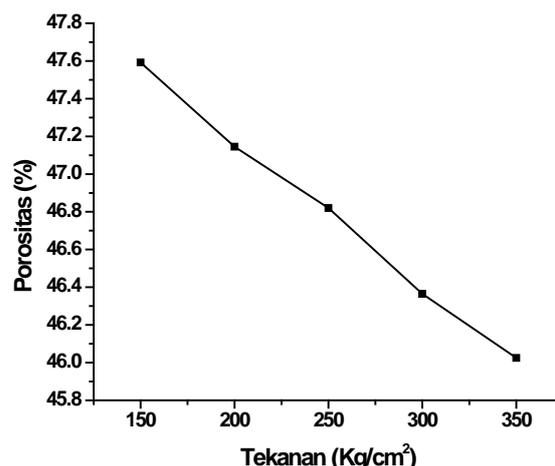
Densitas atau kerapatan merupakan perbandingan antara massa dengan volume briket. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan penyusun briket tersebut [25]. Kehalusan serbuk bahan penyusun briket dengan ukuran partikel 250 mesh diyakini berpengaruh pada densitas briket yang dihasilkan. Hasil uji densitas briket berbentuk silinder dengan variasi tekanan pencetakan 150, 200, 250, 300, dan 350)  $\text{kg/cm}^2$  dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rerata Densitas ( $\text{g/cm}^3$ ) briket dengan variasi tekanan pencetakan.

Gambar 7 menjelaskan tentang densitas dari briket yang dibuat. Pada gambar terlihat bahwa densitas yang paling tinggi adalah briket pada tekanan  $350 \text{ kg/cm}^2$  dengan nilai  $0,769 \text{ g/cm}^3$  dan yang paling rendah adalah briket pada tekanan  $150 \text{ kg/cm}^2$  dengan nilai  $0,688 \text{ g/cm}^3$ . Dari hasil perhitungan densitas dapat dilihat bahwa semakin tinggi tekanan yang digunakan maka semakin tinggi nilai densitas yang diperoleh. Hal ini disebabkan, apabila tekanan yang diberikan rendah, maka rongga dalam briket akan semakin banyak dan akan diisi oleh air atau udara sehingga kerapatannya akan semakin kecil. Sementara dilihat dari bahan dasarnya, massa jenis dari arang kayu alaban adalah  $2,71 \text{ g/cm}^3$  lebih rendah dibandingkan abu dasar batubara yang nilai massa jenisnya  $4,06 \text{ g/cm}^3$  [21]. Semakin tinggi nilai kerapatan (densitas) briket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Semakin tinggi nilai densitas maka semakin kecil pori dari briket tersebut [26].

Porositas adalah nilai kepadatan dari suatu benda. Semakin padat benda akan memiliki nilai porositas yang kecil [27]. Hasil uji porositas briket berbentuk silinder



Gambar 8. Rerata porositas (%) briket dengan variasi tekanan pencetakan.

dengan variasi tekanan pencetakan (150, 200, 250, 300, dan 350)  $\text{kg/cm}^2$  dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menjelaskan tentang porositas dari briket yang dibuat. Dari Gambar 8 terlihat bahwa nilai porositas yang paling besar adalah briket pada tekanan  $150 \text{ kg/cm}^2$  sebesar 47,592% dan yang paling rendah adalah briket pada tekanan  $350 \text{ kg/cm}^2$  sebesar 46,025%. Berdasarkan teori apabila nilai densitas yang diperoleh tinggi maka nilai porositas yang diperoleh rendah. Dilihat dari briket yang dihasilkan bahwa semakin tinggi tekanan yang digunakan maka porositas semakin kecil. Semakin besar nilai densitas maka porositas yang didapat akan semakin kecil [26]. Hal ini sesuai dengan nilai densitas yang didapatkan pada penelitian ini berbanding terbalik dengan porositas. Semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka pori pada briket yang dihasilkan semakin kecil atau semakin berkurang dan kerapatannya semakin tinggi serta porositasnya semakin rendah.

#### IV. SIMPULAN

Analisis proksimat dan nilai kalori briket berbahan campuran limbah arang kayu alaban dan abu dasar batubara dengan variasi tekanan pencetakan adalah Kadar Air (3,831-5,892) %; Kadar Abu (7,178-10,507) %; Nilai Kalori (5607,467-5732,033) cal/g; Densitas (0,688-0,769)  $\text{g/cm}^3$ ; dan Porositas (46,025-47,592) %. Semua sampel briket memenuhi syarat SNI untuk kadar air dan nilai kalori, tetapi tidak semua sampel briket memenuhi syarat SNI untuk kadar abu. Pada variasi tekanan yang dilakukan, semakin tinggi nilai tekanan kadar air, kadar abu dan porositas akan menurun. Berdasarkan hasil uji nilai kalori, kadar air, kadar abu, direkomendasikan tekanan yang diberikan pada saat pembuatan briket adalah  $200 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini berdasarkan pertimbangan Nilai Kalori paling tinggi diperoleh pada saat tekanan pencetakan  $200 \text{ kg/cm}^2$ .

Nilai kalori akan menurun pada saat tekanan pencetakan (150, 250, 300 dan 350) kg/cm<sup>2</sup>. Briket ini diharapkan akan menjadi bahan bakar alternatif rumah tangga maupun industri sebagai produk biomassa dengan memanfaatkan limbah sumber daya alam Kalimantan Selatan Indonesia. Perlu penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan campuran yang lainnya dalam pembuatan briket.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian awal ini, terutama kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan dana melalui Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

### PUSTAKA

1. Y.M. Thoha dan D.E. Fajrin, Pembuatan Briket Arang dari Daun Jati dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat, *Jurnal Teknik Kimia* 17 (2010) 34-35.
2. S. Amin, Penelitian berbagai jenis kayu limbah pengolahan untuk pemilihan bahan baku briket arang, *Jurnal Sains dan Teknologi BPPT Indonesia* 2 (2000) 41-46.
3. A. Nurlyanto, Perbandingan Keuntungan Industri Arang dengan Menggunakan Bahan Baku Jenis Alaban (*Vitex Pubescens Vahl*) dan Akasia (*Acacia Auriculiformis A. Cunn. Ex Benth.*) di Desa Ranggung Kecamatan Takisung Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan, *Skripsi*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru (2010).
4. M.F. Mahdie, Briket Arang Dari Limbah Arang PT. Citra Prima Utama Banjarbaru. *Jurnal Hutan Tropis* 29 (2010) 1-8.
5. Ema, *Abu Batu Bara Jadi Struktur Jalan*. Harian Radar Banjarmasin Online tanggal 3 Juni 2017. Banjarmasin. <https://kalsel.prokal.co/read/news/9591-abu-batu-bara-jadi-struktur-jalan>, di akses 21 Juli 2018.
6. Fatriani, Kualitas Briket Arang Dari Campuran Kayu Bakau (*Rhizophora macronata Lamck*) dan Api-api (*Avicennia marina Vlerk*) Pada Berbagai Tekanan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo* 18 (2006) 62-70.
7. R. Setiowati dan M. Tirono, Pengaruh Variasi Tekanan Pengpresan dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Arang, *Jurnal Neutrino* 7 (2014) 23-24.
8. N.H. Haryanti, R. Noor, dan D. Aprilia, Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet dan Abu Dasar Batubara. *Prosiding Pendidikan Fisika, "MOTOGPE" 2018*, Banjarmasin 24 Maret 2018, hal. 203-209, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
9. I.S. Aisyah, S. Ali, dan T. Satya, *Proses Desain Dan Pengujian Mesin Press Hidrolik Briket Limbah Bambu*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang (2017).
10. N. H. Haryanti, S. Suryajaya, H. Wardhana, S. Husain, Y. Anggraini, N. Sofi, Characterization of Briquette from Halaban Charcoal and Coal Combustion Ashes. *IOP Publishing* 1120 (2018) 1-5.
11. S. Suryaningih, O. Nurhilal, K.A. Affandi, Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati Padi Dengan Serbuk Kayu Jati Terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) Dan Laju Pembakaran, *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*. 2 (2018) 15–21.
12. P. Bhattarai, R. Sapkota, R.M. Ghimire, R., Effects of Binder and Charcoal Particle Size on the Physical and Thermal Properties of Beehive Briquettes. *Proceedings Of IOE Graduate Conference* (2016) 57–63.
13. T. Ajiboye, S. Abdulkareem, A.O.Y. Anibijuwon, Investigation of mechanical properties of briquette product of sawdust-charcoal as a potential domestic energy source. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 20 (2017) 1179-1188.
14. M. Thabout, P. Thanchanok, P. Kasidet, M. Pisit, W. Prasong, Effect of Applied Pressure and Binder Proportion the Fuel Properties of Hiley Bio-Briquettes, *Energy Procedia* 79 (2015) 890-805.
15. A. Nugraha, A. Widodi, S. Wahyudi, Pengaruh Tekanan Pembriketan dan Persentase Briket Campuran Gambut dan Arang Pelepah Daun Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket, *Jurnal Rekayasa Mesin* 8 (2017) 29-36.
16. Darvina, Yenni dan Nur Asma, *Upaya Peningkatan Kualitas Briket dari Arang Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) melalui Variasi Tekanan Pengpresan*, Laporan Penelitian Dana Jurusan Fakultas Matematika dan IPA Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang, Padang (2011).
17. L. Lestari, S.H. Erzam, Risna, Pengaruh Tekanan Dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Cangkang Coklat, *Jurnal Aplikasi Fisika* 13 (2017) 1-8.
18. Misbachul Munir, Pemanfaatan abu batubara (fly ash) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan, *Thesis*, Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang (2008).
19. B. Gunawan dan Sugeng Slamet, Pembuatan Briket dari Limbah Bottom ash PLTU dengan Biomassa Cangkang Kopi, *Jurnal SIMETRIS* 6 (2015) 289-294.
20. Gunawan, et al., Pengujian Nilai Kalor Dan Kadar Air Terhadap Briket Sebagai Bahan Bakar Padat yang Terbuat dari Bottom ash Limbah PLTU Dengan Biomassa Tempurung Kelapa melalui Proses Karbonisasi, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SNST) Ke-6*, Vol 1, No.1, hal. 1-3, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang (2015).
21. N.H. Haryanti, H. Suryajaya, Y. Wardhana, Anggraini, N. S. Andini, Potensi Limbah Arang Kayu Alaban (*Vitex pubescens Bahl*), Abu Dasar dan Abu Terbang Batubara Sebagai Bahan Briket, *Jurnal Fisika Flux* 17 (2020) 59-65.
22. A. Anetesia, Pembuatan Briket Dari Bottom Ash dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif, *Skripsi*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang (2014).
23. S. Slamet dan Budi Gunawan, Briket Campuran Bottom ash Batu Bara Limbah PLTU dan Biomassa melalui Proses Karbonisasi sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika (SNATIF) ke-3* hal. 43-50, Fakultas Teknik Universitas Muria, Kudus (2016).
24. E. Junary, J.P. Pane, H. Netti, Pengaruh Suhu Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor Dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik kimia USU* 4 (2015) 46-52
25. H. Sukanto, Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Densitas dan Kekuatan Komposit Plastik-Karet, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3 (2009) 57-61.
26. S. Jamilatun, Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses* 2 (2008) 37-40.

27. M. Ridha dan Darminto, Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 12 (2016) 2460- 4682.