

PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN KOMPOSISI TERHADAP KUALITAS BRIKET DARI CAMPURAN BATUBARA DAN CANGKANG SAWIT

THE INFLUENCE OF PARTICLE SIZE AND COMPOSITION ON THE QUALITY OF BRIQUETTES FROM A MIXTURE OF COAL AND PALM SHELLS

Umami Kalsum¹⁾, Atikah²⁾, Ahmad Ibrahim³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, Indonesia
 Corresponding Author E-mail: ummikalsum1207@gmail.com dan ahmadibrahim914@gmail.com

Abstract: Biocoal briquettes are one of the briquetting products that use raw materials derived from coal, biomass, with or without adhesives and other additives. The research that has been carried out uses waste from coal analysis and also palm shells as the main material for making briquettes. The purpose of this study is to determine the optimal value based on variations in the particle size of raw materials and variations in the composition of raw materials. Variable particle size using mesh number 60, mesh number 100, and mesh number 200, as well as variations in the composition of raw materials coal 75% : 25% palm shells, coal 50% : 50% palm shells, and coal 25% : 75% palm shells. The results showed that briquettes that have a mesh particle size of number 60 with a coal composition of 75% : 25% palm shells have a value close to the standard of Minister of Energy and Mineral Resources number 47 of 2006, with the results of briquette testing having a moisture content of 6,50%, ash content of 28,81%, flying substance content of 23,09%, total sulfur value of 0,46%, and a calorific value of 4.298 cal/g (adb).

Keywords: Briquettes, Coal, Palm Shell, Waste.

Abstrak: Briket biobatubara merupakan salah satu produk pembriketan yang menggunakan bahan baku berasal dari batubara, biomassa, dengan atau tanpa bahan perekat dan imbuhan lainnya. Penelitian yang telah dilakukan ini menggunakan limbah hasil analisa batubara dan juga cangkang sawit sebagai bahan utama pembuatan briket. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai optimal berdasarkan variasi ukuran partikel bahan baku dan variasi komposisi bahan baku. Variabel ukuran partikel menggunakan mesh nomer 60, mesh nomer 100, dan mesh nomer 200, serta variasi komposisi bahan baku batubara 75:25 cangkang sawit, batubara 50:50 cangkang sawit, dan batubara 25:75 cangkang sawit. Hasil penelitian menunjukkan briket yang memiliki ukuran partikel mesh nomer 60 dengan komposisi batubara 75:25 cangkang sawit memiliki nilai mendekati standar Permen ESDM nomer 47 tahun 2006, dengan hasil pengujian briket memiliki kadar air 6,50%, kadar abu 28,81 %, kadar zat terbang 23,09 %, nilai total sulfur 0,46 %, dan nilai kalor 4.298 cal/g (adb).

Kata kunci: Briket, Batubara, Cangkang Sawit, Limbah.

1. PENDAHULUAN

Briket merupakan sumber energi alternatif yang memiliki peran untuk menggantikan bahan bakar minyak bumi dan juga energi lainnya. Bahan baku pembuatan briket banyak dijumpai di berbagai aktivitas kehidupan, seperti serbuk kayu hasil gergaji, batok kelapa, sekam padi, batubara, dan sebagainya.

Briket bio-batubara adalah produk dari pembriketan menggunakan bahan baku partikel batubara, biomassa, dengan atau tanpa bahan perekat dan bahan tambahan lainnya. Bahan perekat dapat bersifat organik dan anorganik. Bahan perekat organik dapat

meresap ke dalam permukaan dengan cara terabsorpsi ke pori-pori campuran. Sementara pengikat anorganik digunakan sebagai pengikat partikel batubara *inert* dan juga sebagai penstabil briket pada saat proses pembakaaan. Pada umumnya, pengikat organik yang digunakan adalah larutan kanji, sementara pengikat anorganik adalah tanah liat. Pada briket bio-batubara juga dapat disertakan bahan imbuhan yang bertujuan untuk mengikat dan mengurangi emisi gas SO₂, bahan yang digunakan sebagai imbuhan ini adalah kapur. (Permen ESDM, 2006)

2. TEORI DASAR

2.1 Batubara

Batubara adalah material heterogen yang terbentuk dari dekomposisi tumbuhan dari zaman prasejarah yang berubah bentuk yang awalnya berakumulasi di rawa dan lahan gambut. Penimbunan danau dan sedimen lainnya, bersama dengan pergeseran kerak bumi (dikenal sebagai pergeseran tektonik) mengubur rawa dan gambut yang sering kali sampai ke kedalaman yang sangat dalam. Dengan penimbunan tersebut, material tumbuhan tersebut terkena suhu dan tekanan yang tinggi. Suhu dan tekanan yang tinggi tersebut menyebabkan tumbuhan tersebut mengalami proses perubahan fisika dan kimiawi dan mengubah tumbuhan tersebut menjadi gambut dan kemudian batubara. (Billah, M. 2007)

Batubara merupakan senyawa hidrokarbon padat yang terdapat di alam dengan komposisi yang cukup kompleks. Pada dasarnya terdapat dua jenis material yang membentuk batubara, yaitu:

1. *Combustible material*

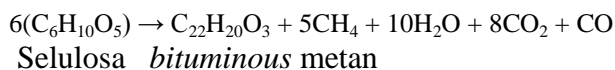
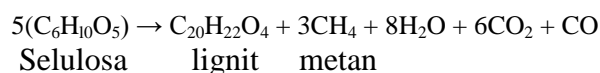
Combustible material merupakan bahan atau material yang dapat dibakar/dioksidasi oleh oksigen. Material tersebut umumnya terdiri dari karbon padat (*fixed carbon*), senyawa hidrokarbon, senyawa sulfur, senyawa nitrogen, dan beberapa senyawa lainnya dalam jumlah sedikit.

2. *Non-combustible material*

Non-combustible material merupakan bahan atau material yang tidak dapat dibakar/dioksidasi oleh oksigen. Material tersebut umumnya terdiri dari senyawa anorganik (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Mn_3O_4 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , dan senyawa logam lainnya dalam jumlah yang kecil) yang akan membentuk abu / *ash* dalam batubara. Kandungan *non-combustible material* ini umumnya tidak diinginkan karena akan mengurangi nilai bakarnya.

Pada proses pembentukan batubara / *coalification*, dengan bantuan faktor fisika dan kimia alam, selulosa yang berasal dari tanaman akan mengalami perubahan menjadi lignit, subbituminus, bituminus, atau antrasit.

Proses transformasi ini dapat digambarkan dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Untuk proses *coalification* fase lanjut dengan waktu yang cukup lama atau dengan bantuan pemanasan, maka unsur senyawa karbon padat yang terbentuk akan bertambah sehingga *grade* batubara akan menjadi lebih tinggi. Pada fase ini hidrogen yang terikat pada air yang terbentuk akan menjadi semakin sedikit.

Nitrogen pada batubara pada umumnya ditemukan dengan kisaran 0,5 – 1,5 % w/w yang kemungkinan berasal dari cairan yang terbentuk selama proses pembentukan batubara. Oksigen pada batubara dengan kandungan 20 – 30 % w/w terdapat pada lignit atau 1,5 – 2,5 % w/w untuk antrasit, berasal dari bermacam-macam material penyusun tumbuhan yang terakumulasi ataupun berasal dari inklusi oksigen yang terjadi pada saat kontak lapisan *source* dengan oksigen di udara terbuka atau air pada saat terjadinya sedimentasi.

Variasi kandungan sulfur pada batubara berkisar antara 0,5 – 5 % w/w yang muncul dalam bentuk sulfur organik dan sulfur inorganik yang umumnya muncul dalam bentuk pirit. Sumber sulfur dalam batubara berasal dari berbagai sumber. Pada batubara dengan kandungan sulfur rendah, sulfurnya berasal material tumbuhan penyusun batubara. Sedangkan untuk batubara dengan kandungan sulfur menengah-tinggi, sulfurnya berasal dari air laut (Anonim, 2009).

2.2 Cangkang Sawit

Cangkang sawit merupakan limbah padat hasil *side-product* dari pengolahan kelapa sawit. Pada pemrosesan buah kelapa sawit menjadi ekstra minyak sawit, akan menghasilkan limbah padat berupa serat, cangkang, dan tandan buah kosong. Untuk setiap 100 ton tandan buah segar yang diproses, 20 ton diantaranya merupakan

cangkang kelapa sawit, 7 ton berupa serat, dan 25 ton menghasilkan tandan kosong. (Donda, d.k.k.. 2019)

Salah satu kandungan dari cangkang kelapa sawit adalah lignoselulosa. Lignoselulosa dalam cangkang kelapa sawit memiliki kadar karbon yang cukup tinggi dan memiliki berat jenis 1,4 g/ml. Hal tersebut memungkinkan cangkang kelapa sawit dapat menjadi arang dengan kualitas lebih baik, dari kebanyakan biomassa lainnya. (Wicaksono, W.R., dan Nurhatika, Sri. 2018)

Biomassa digunakan sebagai bahan untuk mempercepat proses pembakaran dikarenakan kandungan zat terbang yang cukup besar. Semakin banyak komposisi biomassa, maka briket akan semakin mudah terbakar dan pencapaian suhu maksimal akan semakin cepat. Semakin banyak komposisi biomassa akan membuat durasi pembakaran semakin menurun. Semakin banyak komposisi biomassa, semakin berkurang emisi polutan CO dan polusi hidrokarbon. (Annisa, d.k.k.. 2020)

2.3 Tepung Kanji

Tepung tapioka atau yang biasa disebut kanji merupakan pati yang diekstrak dari singkong. Pemilihan tepung tapioka yang baik juga diperlukan untuk mendapatkan daya rekat yang kuat. Setelah adonan selesai tunggu adonan hingga benar-benar dingin untuk mendapatkan kekuatan dari perekat secara optimal. (Annisa, d.k.k.. 2020)

Bahan pengikat organik merupakan bahan pencampur yang dapat meresap ke dalam permukaan secara terabsorpsi ke pori-pori bahan utama. Jumlah komposisi dalam campuran briket batubara, bahan pengikat berupa organik dan anorganik memiliki komposisi sebesar 5 s.d. 10%. (Permen ESDM, 2006)

2.4 Tanah Liat

Tanah liat merupakan pasir dan *silt* yang mengandung pekat (*clay*) yang susunannya berbeda-beda menurut sumber penemuannya. Tanah liat yang cocok digunakan untuk bahan pembangunan setidaknya harus memiliki 10% tanah pekat,

30% *silt*, dan 60% pasir yang seragam dari partikel 0,06 s.d. 2,0 mm.

Perekat tanah liat bisa digunakan sebagai bahan perekat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun penampilan briket arang yang menggunakan bahan perekat ini menjadi kurang menarik dan memerlukan waktu lebih banyak dalam menyalakan briketnya. Penambahan tanah liat pada briket dimaksudkan untuk merekatkan partikel-partikel batubara yang tidak reaktif, dan juga sebagai *stabilizer* briket pada saat proses pembakaran. (Permen ESDM, 2006)

Jenis tanah liat yang dipilih harus bermutu tinggi untuk mempengaruhi kerekatan, kekerasan, dan juga kekeringan. Semakin banyak komposisi tanah liat, semakin keras briket yang terbentuk. Semakin banyak komposisi tanah liat, emisi gas CO dapat direduksi kuantitasnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Annisa, d.k.k. tahun 2020, komposisi terbaik untuk pembuatan briket adalah 10% tanah liat. (Annisa, d.k.k.. 2020)

2.5 Kapur

Batukapur merupakan merupakan jenis batuan sedimen yang mengandung senyawa karbonat. Batukapur memiliki warna putih, putih keuningan, abu, hingga hitam. Batukapur terbentuk dari sisa kerang di laut maupun presipitasi kimia. Berat jenis batukapur berkisar 2,6 s.d. 2,8 g/cm³. Kalsium karbonat sebesar 95% terkandung dalam batukapur yang dapat berubah menjadi kalsium oksida melalui proses kalsinasi. (Megawati, d.k.k.. 2018)

Batukapur merupakan bahan imbuhan (bahan pencampur) pada pembuatan briket batubara yang digunakan untuk tujuan menangkap emisi gas SO₂. (Permen ESDM, 2006)

Berdasarkan penelitian, komposisi terbaik batukapur adalah 1% pada pembuatan briket batubara. Komposisi kapur harus diperhatikan jumlahnya, kuantitas kapur yang banyak mengakibatkan panas pembakaran briket menjadi berkurang. (Annisa, d.k.k.. 2020)

2.6 Kualitas Briket

Pembuatan briket dari batubara harus memenuhi persyaratan seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat Pembuatan Briket Batubara

Jenis Briket	Kadar Air	Zat Terbang	Nilai Kalor	Total Sulfur
Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis batubara Muda	Maks. 20%	Maks. 15%	Min. 4.000 kkal/kg	Maks. 1%
Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis Batubara Bukan Batubara Muda	Maks. 7,5%	Maks. 15%	Min. 5.000 kkal/kg	Maks. 1%
Briket Batubara Tanpa Karbonisasi Tipe Telur	Maks. 12%	Sesuai Batubara asal	Min. 4.400 kkal/kg	Maks. 1%
Briket Batubara Tanpa Karbonisasi Tipe Sarang Tawon	Maks. 12%	Sesuai Batubara asal	Min. 4.400 kkal/kg	Maks. 1%
Briket Bio-Batubara	Maks. 15%	Sesuai dengan Bahan Baku	Min. 4.400 kkal/kg	Maks. 1%

Sumber: Permen ESDM, 2006.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan merupakan penelitian kuantitatif eksperimental.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023 bertempat di Laboratorium Kimia Analisa Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Analisa kualitas sampel uji dilakukan di PT IOL Indonesia.

3.3 Bahan dan Alat Penelitian

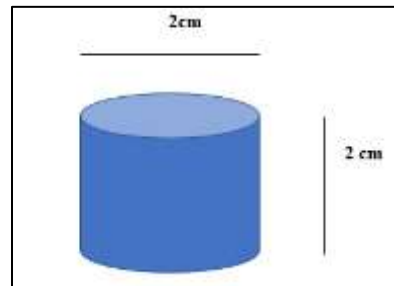
Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bahan
 - a. Limbah batubara,
 - b. Limbah cangkang sawit,
 - c. Tanah liat,
 - d. Tepung kanji,
 - e. Kapur, dan
 - f. Aquades.

2. Alat

Ash furnace carbolite, sieve No. 200 mesh, sieve No. 100 mesh, sieve No. 60 mesh,

kuas, gelas kimia 100 ml, analytical balance Mettler Toledo, MFS Oven Rb' Scientifics, cawan moisture, desicator, cawan ash, Parr 6200 Bomb Calorimeter, crucible CV, Leco S-144 DR Total Sulfur IR, Boat TS, VM Furnace Rb' Scientifics, cawan volatile, hot plate, stopwatch, gelas ukur, tray aluminium, penjepit cawan, spatula, dan cetakan briket.



Gambar 3.1 Cetakan Briket

3.4 Persiapan Bahan Baku

Limbah batubara hasil analisa laboratorium dibersihkan dari pengotor lainnya, kemudian limbah batubara di masukan ke dalam cawan *ashing* (A). Limbah cangkang sawit diambil kemudian dibersihkan. Setelah itu, limbah cangkang sawit dimasukkan ke cawan *ashing* (B).

3.5 Proses Karbonisasi

Cawan *ashing* A yang berisi limbah batubara dan cawan *ashing* B dimasukkan ke dalam *furnace ashing*. Kemudian *furnace* dinyalakan dengan menekan tombol On, dan atur suhu *furnace* pada suhu 450 °C. Proses karbonisasi dilakukan selama 1 jam.

3.6 Proses Penyaringan

Setelah dikeluarkan cawan *ashing* A dan B, tunggu hingga mencapai suhu ruang, kemudian siapkan *sieve* nomor 60 *mesh*, 100 *mesh*, dan 200 *mesh*, batubara dan cangkang sawit hasil proses karbonisasi disaring melalui *sieve* nomor 60 *mesh*, kemudian diberi identitas masing-masing bahan baku dan ukuran partikelnya, poin nomor 3 dilakukan untuk *sieve* nomer 100 *mesh* dan *sieve* nomor 200 *mesh*.

3.7 Proses Pencampuran Bahan Baku

Bahan baku partikel *sieve* nomor 60 *mesh* disiapkan, kemudian batubara dengan ukuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah

A sebanyak 6,3 g. Setelah itu, dimasukkan cangkang sawit dengan ukuran partikel nomor 60 *mesh* sebanyak 2,1 g, kemudian dimasukan tanah liat 1 g, larutan tepung kanji 0,5 g, kapur 0,1 g, diaduk hingga mendapatkan briket A. Langkah di atas dilakukan terhadap partikel *sieve* nomor 100 *mesh* (briket B) dan *sieve* nomor 200 *mesh* (briket C).

Bahan baku partikel *sieve* nomor 60 *mesh* disiapkan, kemudian batubara dengan ukuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah D sebanyak 4,2 g. Setelah itu, dimasukkan cangkang sawit partikel *sieve* nomer 60 *mesh* sebanyak 4,2 g. Kemudian dimasukan tanah liat 1 g, larutan tepung kanji 0,5 g, kapur 0,1 g, diaduk hingga mendapatkan briket A. Langkah di atas dilakukan terhadap partikel *sieve* nomor 100 *mesh* (briket E) dan *sieve* nomor 200 *mesh* (briket F).

Bahan baku partikel *sieve* nomor 60 *mesh* disiapkan, kemudian batubara dengan ukuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah G sebanyak 2,1 g. Setelah itu, dimasukkan cangkang sawit partikel *sieve* nomor 60 *mesh* sebanyak 6,3 g. Kemudian dimasukan tanah liat 1 g, larutan tepung kanji 0,5 g, kapur 0,1 g, diaduk hingga mendapatkan briket A. Langkah di atas dilakukan terhadap partikel *sieve* nomor 100 *mesh* (briket H) dan *sieve* nomor 200 *mesh* (briket I).

3.8 Proses Analisa Briket

Seluruh analisa dimulai dari briket yang dikeringkan pada suhu 70°C selama 3 jam. Untuk analisa kadar air, sampel A, B, C, D, E, F, G, H, dan I sebanyak masing-masing 1 g ditimbang ke dalam cawan *moisture*, kemudian dimasukan ke dalam MFS *Oven* selama 1 jam. Setelah itu, dimasukan ke dalam desikator selama 10 menit, dan ditimbang hasilnya.

Untuk analisa kadar abu, sampel A, B, C, D, E, F, G, H, dan I ditimbang sebanyak 1 g ke dalam cawan *ash*, kemudian dimasukkan ke dalam *ash furnace* secara bertahap hingga suhu 750 °C. Setelah itu, didinginkan pada suhu ruang dan ditimbang hasilnya.

Untuk analisa kadar zat terbang sampel A, B, C, D, E, F, G, H, dan I ditimbang sebanyak 1 g ke dalam cawan VM. Kemudian

sampel dimasukkan ke dalam VM *furnace* selama 7 menit pada suhu 950 °C. Kemudian keluarkan dari VM *furnace* dan timbang kembali setelah 7 menit didinginkan di udara.

Untuk analisa kadar total sulfur, ditimbang 0,2 g sampel A, B, C, D, E, F, G, H, dan I ke dalam *boat* TS, kemudian dianalisa di *instrument* TS IR.

Untuk analisa nilai kalor, 1 g sampel A, B, C, D, E, F, G, H, dan I ditimbang ke dalam *crucible* CV. Kemudian dimasukkan ke dalam *Bomb Calorimeter* dengan diberi tekanan 450 psi, dan dianalisa secara otomatis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penelitian pengaruh partikel dan komposisi terhadap kualitas briket dari campuran batubara dan cangkang sawit dilakukan terhadap sampel limbah hasil analisa batubara dan limbah cangkang sawit yang dikarbonisasi pada suhu 450 °C selama 1 jam. Hasil karbonisasi tersebut kemudian disaring menggunakan *sieve* nomor 60 *mesh*, *sieve* nomor 100 *mesh*, dan *sieve* nomor 200 *mesh* sebagai variasi ukuran partikel. Setelah mendapatkan partikel yang diinginkan, kemudian ditambahkan komposisi yang lain dengan variasi batubara 75% : 25% cangkang sawit, batubara 50% : 50% cangkang sawit, dan batubara 25% : 75% cangkang sawit. Setelah itu, dilakukan pengadukan atau homogenisasi. Briket yang sudah homogen kemudian dicetak dan dimasukan ke dalam *oven* pada suhu 70 °C selama 3 jam. Kemudian dilakukan analisa kualitas briket di dalam laboratorium pengujian, dengan data awal pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Awal Bahan Baku Briket

Parameter	Batubara	Cangkang Sawit
Kadar Air	13,38%	8,90 %
Kadar Abu	7,01%	5,30%
Kadar Zat Terbang	39,36%	67,29%
Total Sulfur	0,51%	0,05%
Nilai Kalor	5.619 cal/g	4.487 cal/g

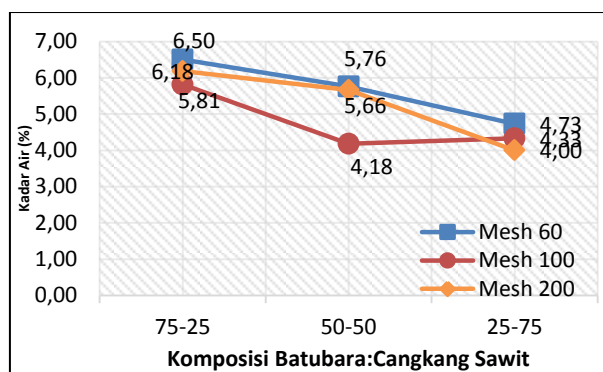
Dengan hasil analisa kualitas briket secara menyeluruh seperti pada table 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Analisa Kualitas Briket

Komposisi (Batubara : Cangkang Sawit)	Ukuran Partikel (mesh)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Total Sulfur (%)	Nilai Kalor (cal/gr)
75:25	60	6,50	28,81	23,09	0,46	4.298
	100	5,81	33,30	21,93	0,42	4.030
	200	6,18	36,42	21,92	0,60	3.454
50:50	60	5,76	33,92	22,78	0,36	3.909
	100	4,18	42,38	20,32	0,32	3.479
	200	5,66	47,51	20,66	0,44	2.840
25:75	60	4,73	40,24	22,19	0,27	3.501
	100	4,33	50,50	17,72	0,19	2.839
	200	4,00	51,20	17,10	0,17	2.039

4.2 Kadar Air

Berdasarkan tabel 4.2, penelitian dilakukan pada sembilan sampel yang berbeda karakteristiknya sesuai dengan standar yang berlaku pada pengujian kadar air. Kadar air tertinggi dimiliki oleh briket dengan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dan variasi komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit, dengan nilai 6,50 %. Sedangkan kadar air terendah dihasilkan oleh briket dengan ukuran *sieve* nomor 200 *mesh* dan variasi komposisi batubara 25% : 75% cangkang sawit dengan nilai 4,00 %.



Gambar 4.1 Hubungan Antara Kadar Air dengan Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel *Sieve* Nomor 60, 100, dan 200 *mesh*

Berdasarkan gambar 4.1, hasil pengujian kadar air menunjukkan tendensi menurun sesuai dengan komposisi penyusun utamanya. Dalam hal ini semakin banyak biomassa (cangkang sawit) yang dimasukkan ke dalam campuran briket akan semakin

menurunkan kadar air pada briket. Namun pada sampel uji ukuran *sieve* nomor 100 *mesh*, komposisi batubara:cangkang sawit 25:75 menunjukkan kadar air lebih besar dari pada komposisi batubara:cangkang sawit 50:50. Hal tersebut setelah dianalisa terjadi disebabkan karena sampel belum mengalami proses karbonisasi secara sempurna. Menurut Nurhalim, d.k.k. (2018), Proses karbonisasi akan membantu menurunkan kadar air dibanding dengan tidak melewati proses karbonisasi. Tetapi pada dasarnya berdasarkan percobaan dapat disimpulkan apabila semakin banyak biomassa yang ditambahkan dalam campuran, maka akan menurunkan kadar air.

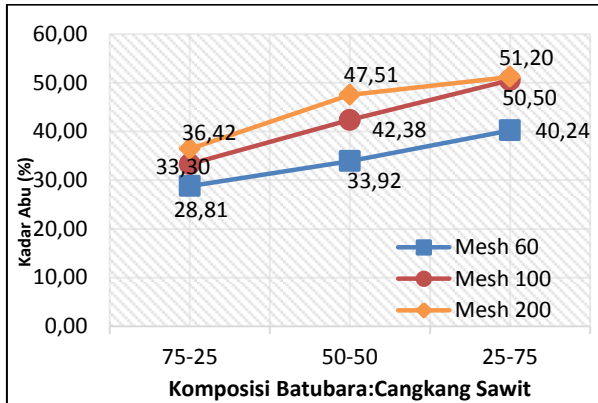
Sementara itu ukuran partikel yang besar akan menghasilkan kadar air yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada ukuran partikel besar memiliki luas permukaan yang lebih kecil, sehingga hal tersebut akan menghambat proses penguapan air (Daud, A., d.k.k., 2020). Berdasarkan percobaan dapat dilihat untuk hasil analisa kadar air pada ukuran *sieve* nomor 100 *mesh* lebih besar dibanding dengan *sieve* nomor 200 *mesh*. Hal tersebut terjadi karena pada saat penambahan air untuk proses pencetakan briket terjadi perbedaan jumlah air yang digunakan, sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap kadar air dari sampel uji.

Menurut permen ESDM nomor 47 tahun 2006, standar nilai kadar air pada pembuatan briket bio-batubara adalah maksimal 15 %, seluruh hasil penelitian menunjukkan kadar air di bawah 10% sehingga sudah sesuai dengan standar. Nilai kadar air paling besar dimiliki oleh briket dengan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dan komposisi batubara 75% : 25 % cangkang sawit yang memiliki kadar air 6,50%.

4.3 Kadar Abu

Berdasarkan tabel 4.2, pengujian dilakukan terhadap sembilan sampel uji yang berbeda. Hasil kadar abu terendah dimiliki oleh sampel uji pada variasi komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dengan nilai 28,81 %. Hasil tersebut berbanding terbalik dengan variasi komposisi batubara

75% : 25% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 200 *mesh* yang memiliki nilai 51,20 % sebagai hasil analisa terbesar pada pengujian kadar abu.



Gambar 4.2 Hubungan Antara Kadar Abu dengan Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel *Sieve* Nomor 60, 100, dan 200 *mesh*

Berdasarkan gambar 4.2, kadar abu meningkat seiring dengan penambahan biomassa (cangkang sawit), dan akan menghasilkan nilai kadar abu yang rendah dengan penambahan batubara pada semua ukuran partikel uji. Nilai kadar abu terbaik dihasilkan dari campuran komposisi batubara : cangkang sawit 75% : 25% dengan rata-rata hasil analisa kurang dari 40%.

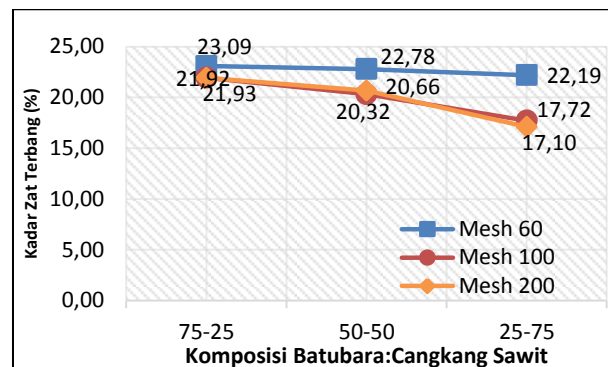
Berdasarkan percobaan, perbedaan ukuran partikel sampel uji berpengaruh terhadap kadar abu. Semakin besar partikel sampel uji, maka akan semakin sedikit menghasilkan kadar abu. Hal tersebut karena luas permukaan yang kecil menjadikannya semakin sedikit menerima perekat anorganik tanah liat, karena tanah liat akan terabsorpsi ke dalam partikel bahan baku, sehingga akan menambah bobot pada partikel utama. (Permen ESDM, 2006)

Kadar abu terbaik menurut percobaan dapat diperoleh pada briket dengan campuran komposisi batubara : cangkang sawit 75% : 25% dan ukuran partikel pada *sieve* nomor 60 *mesh* dengan kadar abu sebesar 28,81 %.

4.4 Kadar Zat Terbang

Berdasarkan pada tabel 4.2, pengujian dilakukan terhadap sembilan sampel dengan keadaan yang berbeda satu sama lain. Hasil

kadar zat terbang memiliki nilai yang beragam dan cenderung menurun sesuai dengan ukuran partikel, nilai kadar zat terbang tertinggi dimiliki oleh sampel dengan komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dengan nilai kadar zat terbang 23,09%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh sampel uji pada komposisi batubara 25% : 75% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 200 *mesh* dengan nilai kadar zat terbang 17,10 %.



Gambar 2.3 Hubungan Antara Kadar Zat Terbang dengan Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel *Sieve* Nomor 60, 100, dan 200 *mesh*

Berdasarkan gambar 4.3, kadar zat terbang akan memiliki kecenderungan menurun sesuai dengan penambahan jumlah biomassa (cangkang sawit) pada ukuran partikel berapapun dan akan bertambah apabila memiliki komposisi batubara yang lebih besar. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan biomassa dapat menyerap kandungan zat terbang pada briket bio-batubara (Nurhalim, d.k.k.. 2018)

Selain karena penambahan biomassa, penambahan kapur dan tanah liat juga dapat menyebabkan penurunan terhadap nilai zat terbang. Hal tersebut dapat terjadi karena kapur dan tanah liat dapat menurunkan kandungan emisi pada pembakaran briket, sehingga kadar zat terbang setelah pembriketan akan berkurang. (Nurhalim, d.k.k. 2018)

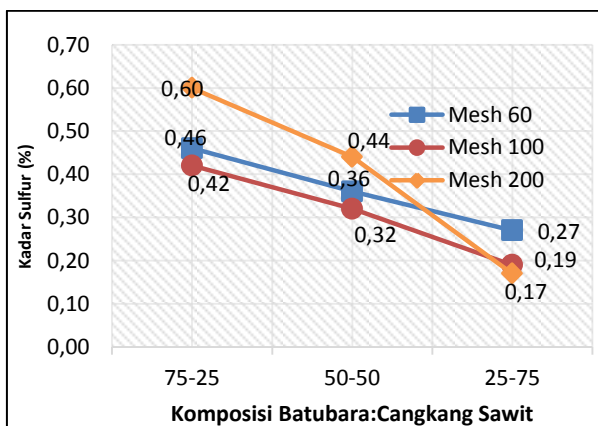
Sementara itu, berdasarkan gambar hasil analisa, ukuran partikel mempengaruhi nilai kadar zat terbang. Semakin besar ukuran

partikel, maka kadar zat terbang akan semakin besar, begitupun sebaliknya, semakin kecil ukuran partikel akan semakin kecil juga nilai zat terbangnya. Ukuran partikel besar memiliki rata-rata kadar zat terbang yang tinggi. Hal tersebut karena salah satu komponen dari zat terbang, yaitu kadar air memiliki nilai yang lebih besar juga, dan pada ukuran partikel besar memiliki luas permukaan yang lebih kecil, sehingga hal tersebut akan menghambat proses penguapan (Daud, A., d.k.k., 2020)

Menurut Permen ESDM Nomor 47 tahun 2006, nilai zat terbang standar pada pembuatan bio briket, yaitu sesuai dengan bahan baku. Briket pada penelitian ini memiliki nilai zat terbang yang terbilang rendah dibanding dengan batubara pada umumnya di Indonesia. Briket pada penelitian ini memiliki kandungan zat terbang paling besar dengan nilai 23,09 % pada ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dan komposisi batubara 75 % : 25% cangkang sawit.

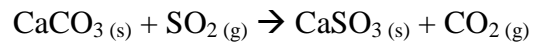
4.5 Total Sulfur

Berdasarkan tabel 4.2, nilai total sulfur pada sembilan sampel uji memiliki beragam hasil, hasil pengujian tertinggi dimiliki oleh variasi komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 200 *mesh* dengan nilai 0,60%. Sementara hasil pengujian terendah dimiliki oleh sampel uji dengan komposisi batubara 25% : 75% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 200 *mesh* dengan nilai 0,17%.



Gambar 4.4 Hubungan Antara Total Sulfur dengan Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel *Sieve* Nomor 60, 100, dan 200 *mesh*

Berdasarkan gambar 4.4, perbandingan nilai total sulfur terhadap komposisi campuran batubara dibanding cangkang sawit, semakin tinggi komposisi biomassa (cangkang sawit) dapat menurunkan nilai pengujian total sulfur. Begitupun sebaliknya, semakin banyak komposisi batubara dalam briket, akan menaikkan nilai total sulfur pada semua pengujian ukuran partikel. Hal tersebut dapat terjadi karena biomassa (cangkang sawit) memiliki nilai total sulfur yang sangat kecil bahkan dapat diabaikan. Selain itu, penambahan kapur dapat menurunkan nilai sulfur sesuai dengan reaksi antara SO_x dengan kalsium pada kapur yang menghasilkan CaSO₃ (calsium sulfit) yang berwujud *solid* seperti reaksi berikut ini:



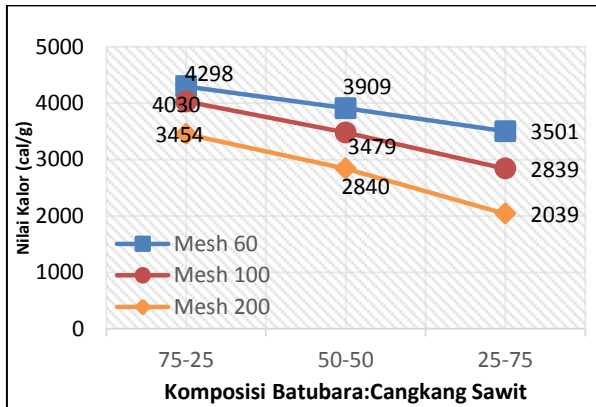
Berdasarkan hasil pengujian, ukuran partikel dapat mempengaruhi nilai sulfur pada briket, pada kondisi optimal ukuran partikel dapat menghasilkan nilai total sulfur yang lebih kecil, namun pada penelitian terdapat penyimpangan hasil. Ukuran partikel paling kecil justru memiliki nilai yang lebih besar pada komposisi batubara : cangkang sawit 75% : 25% dan 50% : 50%. Hal tersebut dapat terjadi karena pada kedua sampel uji tersebut memiliki luas area yang besar, sehingga penggunaan kapur belum dapat menutupi seluruh area, dan harus dikombinasikan dengan penambahan komposisi dari biomassa.

Berdasarkan Permen ESDM Nomor 47 tahun 2006, nilai standar untuk pembuatan biobriket batubara adalah maksimal 1%. Briket hasil penelitian memiliki nilai total sulfur di bawah 1% dengan nilai paling besar dimiliki oleh briket pada ukuran partikel *sieve* No. 200 *mesh* dan komposisi batubara 75 % : 25% cangkang sawit yang memiliki nilai total sulfur 0,60 %.

4.6 Nilai Kalor

Berdasarkan tabel 4.2, sembilan sampel uji yang terdiri dari berbagai komposisi dan ukuran partikel di analisa di laboratorium. Hasil nilai kalor tertinggi yaitu 4.298 cal/g yang dimiliki oleh sampel dengan komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh*.

Sedangkan hasil pengujian nilai kalor terendah dimiliki oleh sample uji pada komposisi batubara 25% : 75% cangkang sawit dan ukuran partikel *sieve* nomor 200 *mesh* dengan nilai 2.039 cal/g.



Gambar 4.5 Hubungan Antara Nilai Kalor dengan Variasi Komposisi dan ukuran Partikel *Sieve* Nomor 60, 100, dan 200 *mesh*

Berdasarkan gambar 4.5, komposisi batubara yang tinggi selaras dengan hasil pengujian nilai kalor, dalam arti akan menjadikan briket memiliki kualitas yang lebih baik dalam hal pembakaran. Sebaliknya, apabila komposisi biomassa (cangkang sawit) terlalu banyak ditambahkan pada campuran, maka akan semakin menurunkan nilai kalor dari briket tersebut. Pernyataan tersebut berlaku untuk semua ukuran partikel pada pengujian laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.5, hasil pengujian menunjukkan semakin besar partikel akan membuat semakin besar nilai kalor yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan pada saat setelah selesai dianalisa di laboratorium, briket tersebut memiliki persentase kadar abu yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Kadar abu mempengaruhi nilai bakar pada briket. Semakin besar partikel sampel uji, maka akan semakin sedikit menghasilkan kadar abu, hal tersebut karena luas permukaan yang kecil menjadikannya semakin sedikit menerima perekat anorganik tanah liat, karena tanah liat akan terabsorpsi ke dalam partikel bahan baku. (Permen ESDM, 2006)

Selain itu, hasil pengamatan setelah pembakaran menggunakan alat *bomb calorimeter* di laboratorium, menunjukkan masih tersisa tanah liat yang tidak terbakar, sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap besarnya nilai kalor yang diterima alat pada saat analisa.

Menurut Permen ESDM Nomor 47 tahun 2006, standar nilai kalor untuk pembuatan briket biobatubara adalah minimal 4.400 cal/g. Hasil penelitian menunjukkan hanya ada 2 sampel uji yang mendekati kriteria tersebut, yaitu sampel dengan ukuran partikel 100 *mesh* dan 200 *mesh* pada komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit, dengan nilai kalor masing-masing 4.278 cal/g (db) dan 4.597 cal/g (db), sehingga merujuk pada permen ESDM Nomor 47 tahun 2006 hanya briket dengan ukuran partikel 200 dan komposisi batubara 75% : 25% cangkang sawit yang masuk persyaratan.

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan tersebut, maka dapat disimpulkan:

1. Briket terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini, yaitu briket dengan ukuran partikel *sieve* nomor 60 *mesh* dan komposisi campuran batubara 75% : 25% cangkang sawit, dengan hasil pengujian laboratorium menunjukkan kadar air sebesar 6,50 %; kadar abu 28,81 %; kadar zat terbang 23,09 %; nilai total sulfur 0,46 %; dan nilai kalor 4.298 cal/g (adb) sama dengan 4.597 cal/g (db).
2. Briket yang dihasilkan dalam penelitian sesuai dengan kriteria permen ESDM Nomor 47 tahun 2006, yang menyebutkan kriteria untuk kadar air paling tinggi 15%, kadar zat terbang sesuai dengan bahan baku, kadar total sulfur maksimal 1%, dan nilai kalor minimal 4.400 kkal/kg (db).

DAFTAR PUSTAKA

Annisa, d.k.k.. 2020. *Pembuatan Briket Batubara Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Sekitar Tambang Batubara Kabupaten Banjar*. Prosiding Seminar

Nasional Pengabdian kepada Masyarakat, Volume 2, halaman 121-124.

Anonim. 2014. *Pengertian Batubara*. (Online).

(<https://www.ptba.co.id/berita/artikel/getting-to-know-coal-563>, diakses 05 Februari 2023)

Badan Pusat Statistik. 2023. *Luas Tanaman Perkebunan (Hektar), 2019-2021*. (Online). (<https://sumsel.bps.go.id/indicator/54/414/1/luas-tanaman-perkebunan.html>, diakses 28 Januari 2023)

Billah, M. 2007. *Peningkatan Nilai Kalor Batubara Peringkat Rendah Dengan Menggunakan Minyak Tanah Dan Minyak Residu*. Surabaya: UPN Press.

Cangkang Sawit Indonesia. 2023. *Cangkang Sawit Sebagai Biomassa*. (Online). (<https://cangkangsawit.id/bisnis-cangkang-sawit/cangkang-sawit-sebagai-biomassa/>, diakses 28 Januari 2023)

Daud, A., d.k.k.. 2020. *Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri*. Lutjanus, 24 (2), 11-16.

DESDM Banten. 2013. *Briket Batubara sebagai Energi Alternatif yang Ekonomis dan Terjangkau*. (Online). (<https://desdm.bantenprov.go.id/read/berita/4/Briket-Batubara-sebagai-Energi-Alternatif-yang-Ekonomis-dan-Terjangkau.html>, diakses 28 Januari 2023)

Donda, d.k.k.. 2019. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif Dalam Absorpsi Minyak Goreng Bekas*. ISSN (Online): 2686-6641, halaman 74-78.

H.E. Handayani, d.k.k.. 2019. *Analisis Pengaruh Komposisi Dalam Pembuatan Briket Biobatubara Campuran Batubara dan Biomassa Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Terhadap Karakteristik Briket*. Jurnal Teknik Pertambangan (23-31)

Inggita Briyartendra, Endra., Widayat, Widi. 2019. *Pengaruh Ukuran Partikel Dan Tekanan Kompaksi Terhadap Karakteristik Briket Kayu Jati*. Jurnal Inovasi Mesin Vol. 1 No. 2, Oktober 2019 (14-22).

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2021. *Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara 2021-2045*. Jakarta : Direktorat Jendral Mineral dan Batubara.

Maesaroh. 2023. *Akhirnya Ada Kabar Baik, Harga Batubara Menguat 2% Lebih!*. (Online).

(<https://www.cnbcindonesia.com/market/20230127060636-17-408631/akhirnya-ada-kabar-baik-harga-batu-bara-menguat-2-lebih>, diakses 28 Januari 2023)

Megawati, d.k.k.. 2018. *Komposisi Batu Kapur Alam dari Industri Kapur Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara*. Saintifik: Jurnal Matematika, Sains, dan pembelajarannya, Vol. 5 No. 2, halaman 104-108, ISSN 2622-8904.

Nurhafika. 2021. *Pengaruh Ekspor Arang Tempurung Kelapa Indonesia di Pasar Internasional Tahun 2021-2022*. JOM FISIP Vol. 8: Edisi II Juli-Desember 2021.

Nurhalim, d.k.k.. 2018. *Karakteristik Bio-Briket Berbahan Baku Batubara dan Batang / Ampas Tebu Terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran*. Jurnal Rekayasa Proses Vol. 12 No. 1, 2018, halaman 51-58.

Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomer 47 Tahun 2006 Tentang Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Rindayanto, d.k.k.. 2017. *Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Dari Kayu Meranti Merah (Shorea sp.) dan Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L.)*. Prosiding Seminar Nasional Ke-1 Tahun 2017, halaman 98-111.

Syarief, Akhmad., d.k.k.. 2019. *Pengaruh Ukuran Partikel dan Variasi Komposisi Briket Pada Campuran Limbah Arang Kayu Alaban Dengan Sekam Padi Terhadap Karakteristik Briket dan Pembakaran*. Jurnal Teknik Mesin (1-11).

Wicaksono, W.R., dan Nurhatika, Sri. 2018. *Variasi Komposisi Bahan Pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*)*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol.7 No. 2.

Yakub, Arbie. 2006. *Buku Pegangan Tentang Kualitas Batubara Edisi ke-2*. Bandung.

Yakub, Arbie. 2006. *Pengambilan, Preparasi, dan Pengujian Contoh Batubara*. Bandung.