

KARAKTERISASI SIFAT FISIK BIOBRIKET CAMPURAN BATUBARA BUOL, ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN TONGKOL JAGUNG

(Characterization of the physical properties of biobriquettes made from combination of Buol coal, coconut shell charcoal and corn cob)

Kasman¹⁾, Iman Sudirman¹⁾, M. Syahrul Ulum¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Email: isudirman7@gmail.com CP:085396981805

ABSTRAK

Karakterisasi sifat fisik biobriket campuran batubara Buol, arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan tepung kanji telah dilakukan untuk menentukan rasio campuran optimum terhadap sampel biobriket yang dihasilkan. Pada pembuatan sampel biobriket, batubara Buol, arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan tepung kanji, masing-masing dimanfaatkan sebagai bahan utama, bahan pencampur dan bahan perekat. Dalam penelitian ini, batubara Buol terlebih dahulu dikarbonisasi pada suhu 550°C selama 45 menit. Dengan karbonisasi, nilai kalor batubara tersebut meningkat hingga 37%. Batubara yang terkarbonisasi kemudian dicampurkan dengan arang tempurung kelapa, tongkol jagung dan tepung kanji dengan komposisi (95:0:0:5), (50:5:40:5), (50:15:30:5), (50:30:15:5), (50:40:5:5), (60:5:30:5), (60:10:25:5), (60:25:10:5), dan (60:30:5:5). Pada pengukuran sampel-sampel tersebut, sifat fisik yang dievaluasi adalah nilai kalor, waktu pembakaran, dan suhu pembakaran. Dari hasil pengujian nilai kalor dengan menggunakan kalorimeter bom dan sifat penyalan menggunakan termometer dan *stop watch* diperoleh bahwa rasio campuran optimum adalah (60:30:5:5) dengan nilai kalor sebesar 6636 kal/gr, waktu pembakaran selama 85 menit, dan suhu pembakaran tertinggi adalah 178 °C. Hal ini menunjukkan bahwa rasio campuran mempengaruhi secara signifikan nilai kalor, waktu pembakaran dan suhu pembakaran pada biobriket yang dihasilkan.

Kata kunci: karbonisasi, biobriket, nilai kalor, sifat penyalan

ABSTRACT

The characterization of the physical properties of biobriquettes made from combination of Buol coal, coconut shell charcoal, corn cob and cassava starch has been conducted in order to determine of optimum mixture ratio to samples on the produced biobriquettes. In the preparation of biobriket samples, Buol coal, coconut shell charcoal and corn cobs, and cassava starch were used as the main constituent, addition constituent and a binding agent, respectively. In this work, Buol coal was firstly carbonized at temperature 550°C for 45 minutes. As result of carbonization, the calorific value of coal was up to 37%. The carbonized coal was then mixed with coconut shell charcoal, corncobs and cassava starch with the various mixture ratio of (95:0:0:5), (50:5:40:5), (50:15:30:5), (50:30:15:5), (50:40:5:5), (60:5:30:5), (60:10:25:5), (60:25:10:5), and (60:30:5:5). On the measurement of these samples, physical properties evaluated were calorific value, burning time, and burning temperature. Based on the test of caloific value using bomb calorimeter and Ignition properties using a thermometer dan stop watch, the optimum mixture ratio obtained was (60:30:5:5) with the calorific value of 6636 cal/gr, the burning time of 85 minutes, and the highest burning temperature of 178 ° C. These results indicate that the mixture ratio significantly affects the calorific value, burning time and burning temperature on the produced biobriquettes.

Keyword: carbonization, biobriket, calorific value, ignition properties

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara produsen batubara terbesar di dunia. Dengan produksi yang semakin meningkat sejak tahun 2008 hingga 2013 menempatkan Indonesia pada posisi ketiga sebagai negara penghasil batubara terbanyak setelah China dan Amerika Serikat. Tercatat produksi batubara

Indonesia pada tahun 2013 mencapai 450 juta ton. Kondisi ini diperkirakan akan terus berlanjut mengingat semakin tingginya permintaan energi dunia serta keberadaan cadangan batubara Indonesia yang mencapai 28,9 miliar ton (Sumber Daya Geologi *dalam* Umar, 2010).

Berdasarkan *American Society for Testing and Material* (ASTM), cadangan batubara tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam batubara peringkat tinggi dan batubara peringkat rendah. Batubara peringkat tinggi dengan nilai kalor >7.000 cal/gr dan *moisture* $<10\%$, di dalamnya terdapat jenis *antrasit* 0,3% dan *bituminous* 14,3%. Selanjutnya, untuk batubara peringkat rendah dengan nilai kalor <7.000 Cal/gr serta *moisture* antara 10%-70%, dikelompokkan ke dalam *sub-bituminous* dan *lignit* masing-masing 26,7% dan 58,7% (Dewan Energi Nasional, 2014). Cadangan batubara ini tersebar di beberapa wilayah Indonesia dan salah satunya ditemukan di Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah.

Batubara di Kabupaten Buol tersebar di beberapa tempat diantaranya adalah Desa Lamadong. Potensi batubara di daerah ini termasuk dalam batubara peringkat rendah jenis *lignit* dengan kisaran nilai kalori antara 1.110-3.560 Cal/gr (Distamben Kabupaten Buol, 2004). Batubara jenis ini pada umumnya belum banyak diminati karena memiliki kandungan air yang tinggi dan nilai kalor yang rendah. Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya efisiensi pembakaran, memicu terjadinya *spontaneous combustion* dan juga tingginya biaya yang dikeluarkan pada saat pengangkutan (Umar, 2010).

Upaya-upaya untuk memperbaiki kualitas batubara terkhusus tentang nilai kalorinya, telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Seperti yang dilakukan oleh Sari (2011) yang membuat briket campuran batubara *sub-bituminous* dengan arang tempurung kelapa. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai kalor briket akan bertambah seiring dengan makin besarnya komposisi arang tempurung pada briket tersebut. Penelitian berikutnya tentang *up-grade* batubara peringkat rendah juga dilakukan oleh Reesi Maharyani (2012) yang mengkarbonisasi batubara jenis *sub-bituminous* dengan menggunakan *furnice*. Hasilnya adalah suhu optimum pembakaran didapatkan pada 550°C dengan lama pembakaran 45 menit.

Meningkatkan kualitas batubara dengan hanya memfokuskan pada peningkatan nilai kalori ternyata tidaklah cukup menurut Sitti Jamilatun (2008), selain karena sifat batubara yang memiliki karbon padat yang banyak, secara bersamaan batubara juga memiliki *volatile matter* yang rendah. Kondisi tersebut berakibat pada suhu penyulutan yang tinggi. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi masalah tersebut, maka briket batubara akan ditambahkan dengan biomassa (limbah pertanian/perkebunan).

Hal ini dikarenakan kandungan *volatile matter* dari biomassa sangat tinggi sehingga memungkinkan terjadinya penyalaan dari suhu rendah yang kemudian bisa menghemat waktu dan energi yang dibutuhkan untuk penyulutan. Upaya pembuatan briket dengan mencampurkan batubara dengan biomassa disebut biobriket oleh Jamilatun (2008).

Salah satu biomassa yang juga banyak dan mudah ditemukan adalah tongkol jagung. Limbah dari tanaman jagung ini banyak tersebar di beberapa daerah pertanian jagung, khususnya di Kabupaten Buol. Tongkol jagung saat ini belum termanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat setempat.

Berdasarkan ketersediaan bahan dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pencampuran batubara Buol, arang tempurung kelapa, dan tongkol jagung terhadap nilai kalor dan sifat-sifat penyalaan dari biobriket yang diteliti. Dengan demikian batubara Buol dan limbah pertanian seperti tempurung kelapa dan tongkol jagung dapat termanfaatkan secara maksimal.

Batubara

Capricorn Indonesia Consult dalam Tripathi, S. (2003) mengartikan batubara sebagai bahan hidrokarbon berbentuk padat yang pada saat ini masih digunakan sebagai bahan bakar. Bahan ini terbentuk dari zat-zat organik yang berasal dari berbagai macam tumbuh-tumbuhan atau pepohonan yang kemudian membusuk membentuk lapisan-lapisan tebal kemudian tertimbun di bawah endapan-endapan. Selanjutnya akibat dari pengaruh panas bumi serta tekanan tinggi yang disebabkan oleh gerakan bumi selama ini, maka dalam jangka waktu berjuta-juta tahun lapisan tersebut akhirnya memadat dan berubah menjadi arang yang kemudian disebut batubara.

Klasifikasi batubara menurut ASTM dapat dilihat pada Gambar 1 dan untuk kuantitas fraksi karbon dan *heating value*-nya berdasarkan *World Coal Institute*, 2009 adalah sebagai berikut:

1. Lignit

Memiliki kadar karbon yang paling rendah di antara keempat jenis batubara lainnya. Hal tersebut mengakibatkan rendahnya *heating value* dari lignit.

2. Sub-Bituminous

Batubara jenis ini merupakan hasil dehidrogenasi dan metanogenesis lignit. Batubara ini memiliki tingkat maturitas organik yang lebih tinggi, lebih keras dan lebih gelap daripada *lignit*.

3. Bituminous

Batubara ini merupakan batubara yang mengalami reaksi lanjutan dari dehidrogenasi pada pembentukan dan pemisahan gas metana dan gas hidrokarbon lebih tinggi seperti etana, propana dan lainnya akan membentuk batubara jenis ini.

4. Antrasit

Merupakan batubara yang lebih sempurna karena memiliki *heating value* yang paling besar dan kandungan *moisture* yang terendah di antara lainnya. Oleh sebab itu, batubara jenis ini merupakan batubara yang paling tinggi mutunya



Gambar 1. Jenis-jenis batubara (Sumber: World Coal Institute, 2009)

Salah satu potensi batubara ditemukan di Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Batubara pada daerah ini tersebar di beberapa tempat seperti desa Lonu, desa Pokobo, desa Poongan dan desa Lamadong. Terkhusus di desa Lamadong, batubara bisa didapatkan di sekitaran sungai kecil ± 2 KM daripemukiman warga. Data yang dimiliki Dinas Pertambangan setempat bahwa batubara tersebut memiliki ketebalan 1.5-2 m serta nilai kalori berkisar antara 1110 cal/gr sampai dengan 3560 cal/gr (Distamben Kabupaten Buol, 2004).



Gambar 2. Batubara Buol (Sumber: Distamben Kabupaten Buol, 2004)

Karbonisasi Batubara

Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat (2011), menyatakan bahwa proses

karbonisasi batubara akan membuang sebagian zat terbang dan gas-gas sisa pembakaran serta bisa menurunkan kadar air bawaan batubara. Maharyani (2012) memperlihatkan pengaruh suhu karbonisasi terhadap kenaikan nilai kalor pada batubara *sub-bituminous* yang menggunakan *funice* seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh suhu karbonisasi terhadap proksimate batubara sub-bituminus t = 45 menit (Sumber: Maharyani, 2012).

Suhu Batubara (°C)	IM (%)	VM (%)	Ash (%)	FC (%)	CV (Cal/gr)
400	5,14	23,80	6,75	64,31	7368,64
450	4,74	19,20	9,05	67,01	7402,23
500	4,64	17,21	10,84	67,31	7513,14
550	4,54	14,78	11,15	69,53	7565,94
600	4,43	12,66	13,35	69,56	7405,38

Biomassa

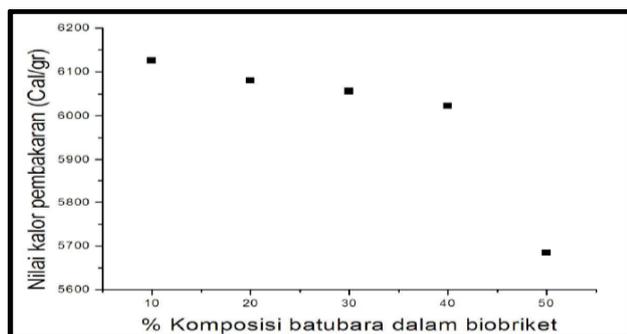
Salah satu sumber energi terpenting utamanya untuk negara berkembang adalah biomassa. Biomassa merupakan bahan energi organik yang berasal dari alam termasuk di dalamnya tumbuhan dan hewan. Biomassa juga mengacu pada sampah yang dapat diurai melalui proses biologi (*biodegradable waste*). Bahan organik yang diproses melalui proses geologi seperti batubara dan minyak tidak digolongkan ke dalam kelompok biomassa. Dibandingkan dengan bahan bakar lain, biomassa memiliki densitas yang rendah sehingga menyebabkan densitas energi yang rendah pula. Disamping itu, dari karakteristik densitas yang rendah dan berdebu dari biomassa juga menyebabkan masalah dalam transportasi, penanganan, penyimpanan dan pembakaran langsung (Rafsanjani, 2012)

Biomassa yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa dan tongkol jagung. Pemilihan bahan-bahan ini karena ketersediaannya dilingkungan setempat dan belum adanya pemanfaatan secara optimal oleh masyarakat dari biomassa tersebut.

Briket Bio-Batubara

Bahan baku briket bio-batubara terdiri dari: batubara, biomas, bahan pengikat dan kapur. Komposisi campurannya adalah batubara 50%-80%, biomas 10% -40%, bahan pengikat 5%-10%, bahan imbuhan (kapur) 0%-5% (Kementerian ESDM, 2006).

Salah satu penelitian hubungan biomassa dengan batubara diperlihatkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik hubungan antara nilai kalor pembakaran (Cal/gr) dan % komposisi batubara dalam biobriket (Sumber: Sari, 2011)

Kalorimetri dan Asas Black

Apabila pada kondisi adiabatik dicampurkan 2 macam zat yang suhunya mula-mula berbeda, maka pada saat tercapai kesetimbangan, banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya mula-mula tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diserap oleh zat yang suhu mula-mulanya rendah. Pernyataan ini dikenal sebagai *asas Black* (Halliday, 1991). Menurut *asas Black* berlaku:

$$Q_{\text{Lepas}} = Q_{\text{Resap}} ;$$

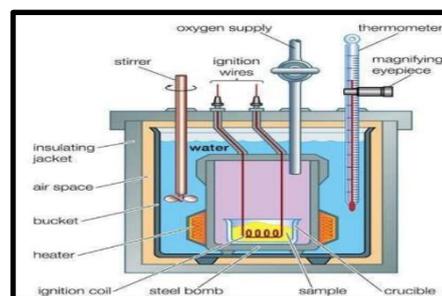
$$m_1 c_1 (T_1 - T') = m_2 c_2 (T' - T_2) \quad (1)$$

Dimana c_1 dan c_2 menyatakan kalor jenis zat 1 dan zat 2.

Kalorimeter Bom

Prosedur kerja dari kalorimeter bom adalah sebagai berikut; sampel yang akan dianalisis nilai kalor totalnya, ditimbang dengan menggunakan alat *analytic balance*. Kemudian memasukkan ke dalam *vessel*. Setelah itu *vessel* ditutup dan diisi dengan gas oksigen, dimana gas oksigen ini berfungsi untuk membantu proses pembakaran, gas oksigen diisi sampai pada tekanan antara 28 bar-30 bar. Syarat terjadinya pembakaran adalah ada titik api yang bersumber dari arus listrik, bahan bakar dan oksigen. Pada *vessel* terdapat kawat yang dihubungkan dengan sumber arus listrik untuk membakar sampel. Dua kawat elektroda dihubungkan dengan menggunakan kawat nokrom, dimana kawat tersebut berfungsi sebagai sumbu pembakaran yang bersumber dari arus listrik sehingga sampel dapat terbakar. Pemasangan benang harus mengenai

sampel batubara, jika benang tidak mengenai sampel maka sampel batubara tersebut tidak akan terbakar. Selain itu benang juga tidak boleh menempel *body*/bagian dari cawan, jika menempel maka analisa tidak dapat berjalan karena sumber arus listrik tidak langsung membakar sampel. Temperatur sebelum proses pembakaran adalah sebagai temperatur awal (T_1), dan temperatur setelah sampel habis terbakar dicatat sebagai temperatur akhir (T_2). Sehingga ΔT adalah selisih dari temperatur akhir dengan temperatur awal. ΔT ini sudah tercatat nilainya oleh *thermometer elektronik*, sehingga hasilnya akan muncul di komputer setelah sampel sudah terbakar maka temperatur dan kalor di dalam *vessel* kalorimeter bom sangat tinggi. Sehingga kalor akan mengalir dari dalam *vessel* menuju air di dalam *water jacket* yang temperaturnya lebih rendah dari temperatur *vessel*. Aliran kalor akan terhenti setelah temperatur dari *vessel* dengan air di dalam *water jacket* mencapai temperatur yang sama, sehingga dapat mencapai kesetimbangan termal. Dan kalor yang dilepaskan oleh *vessel* adalah sama dengan kalor yang diterima oleh air di dalam *water jacket*. (Tim Penyusun Modul Praktikum Kimia Fisik, 2011). Adapun bagan dari kalorimeter bom tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan Kalorimeter (Sumber: Wijanarko 2013)

Metode perhitungan nilai kalor menurut Tim Penyusun Modul Praktikum Kimia Fisik (2011) berada pada volume konstan. Volume konstan ini merujuk pada volume wadah yang tidak berubah selama reaksi atau analisis berlangsung. Hal ini dapat dilihat bahwa wadah tersebut konstan utuh setelah proses analisis selesai dilakukan. Perhitungan nilai kalor suatu sampel dengan menggunakan bom kalorimeter dapat dihitung dari kenaikan temperatur air di dalam *vessel* kalorimeter bom (ΔT) dan kapasitas panas (C) dari sistem. Penentuan ini juga dipengaruhi volume titrasi, serta berat sampel. Nilai kalor total dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C = \frac{(C_{\text{as.benzoat}} \times m) + (PKS \times 2,3) + (V_{\text{titrasi}})}{T} \quad (2)$$

$$Q = \frac{(C \times T) - (PKS \times 2,3) - V_{titrasi}}{m} \quad (3)$$

Dimana: PKS = Panjang Kawat Sisa, T = Suhu Tertinggi, Q = Nilai Kalor, dan C = Kapasitas kalor.

Sifat-Sifat Penyalaan

Sifat penyalaan ini diantaranya adalah mudah menyala, waktu nyala cukup lama, tidak menimbulkan jelaga, asap sedikit dan cepat hilang serta nilai kalor yang cukup tinggi. Lama tidaknya menyala akan mempengaruhi kualitas dan efisiensi pembakaran, semakin lama menyala dengan nyala api konstan akan semakin baik (Hartoyo, 1978).

METODE PENELITIAN

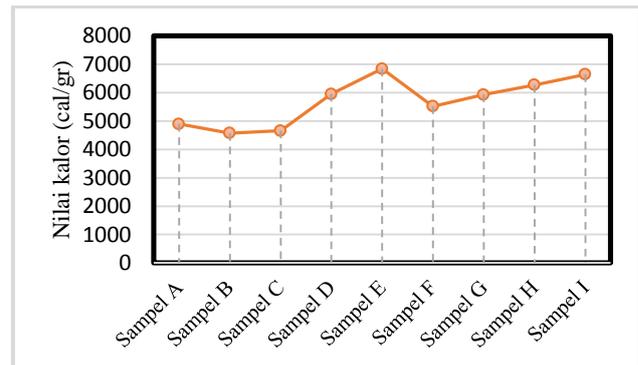
Pengambilan sampel batubara, arang tempurung kelapa dan tongkol jagung dilakukan di Desa Lamadong, Kecamatan Momunu, Kabupaten Buol. Sampel batubara kemudian dikarbonisasi menggunakan *tanur* pada suhu 450°C selama 45 menit. Kemudian, masing-masing sampel bahan penyusun biobriket di gerus dan diayak dengan ayakan lolos 60 mesh. Butiran dari masing-masing sampel kemudian diolah menjadi briket dengan variasi yang berbeda bahan penyusun yang berbeda, dan untuk memudahkan pencampuran penelitian ini menggunakan bahan perekat dari tepung kanji sebanyak 5% dari total berat bahan penyusun biobriket. Selanjutnya, biobriket campuran batubara Buol, arang tempurung kelapa, tongkol jagung dan tepung kanji, dilakukan proses pencetakan dengan variasi pencampuran: Sampel A (95:0:0:5), sampel B (50:5:40:5), sampel C (50:15:30:5), sampel D (50:30:15:5), sampel E (50:40:5:5), sampel F (60:5:30:5), sampel G (60:10:25:5), Sampel H (60:25:10:5) dan Sampel I (60:30:5:5).

Sampel biobriket yang telah dicetak kemudian dilakukan uji nilai kalor menggunakan kalorimeter bom. Tahapan berikutnya adalah melakukan uji sifat penyalaan pada masing-masing sampel biobriket dengan menggunakan tungku, termometer dan *stop watch*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Nilai Kalor

Hasil Uji nilai kalor dengan menggunakan kalorimeter bom menghasilkan nilai yang bervariasi, seperti yang terlihat pada grafik berikut.



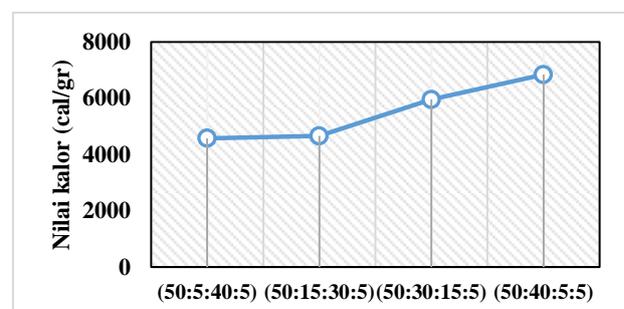
Gambar 5. Grafik nilai kalor setiap sampel

Hasil penelitian uji nilai kalor sampel biobriket menggunakan kalorimeter bom yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa, perbedaan komposisi penyusun briket bio-batubara berpengaruh terhadap nilai kalor.

Sampel A, dengan komposisi batubara 95% dan tepung kanji 5% memiliki nilai kalor sebesar 4892 cal/gr. Hal ini menunjukkan bahwa, batubara Buol yang melewati proses karbonisasi nilai kalornya akan meningkat $\pm 37\%$, karena sebagaimana disebutkan oleh Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat (2011), proses karbonisasi akan melepaskan sebagian sebagian zat terbang dan zat-zat sisa pembakaran, serta menguapkan air bawaan yang terperangkap dalam rongga-rongga batubara.

Penelitian selanjutnya, untuk sampel B hingga sampel I dikelompokkan berdasarkan jumlah batubara buol yaitu kelompok sampel dengan jumlah batubara 50% (Sampel B, C, D, dan E) dan kelompok sampel dengan jumlah batubara 60% (Sampel F, G, H dan I).

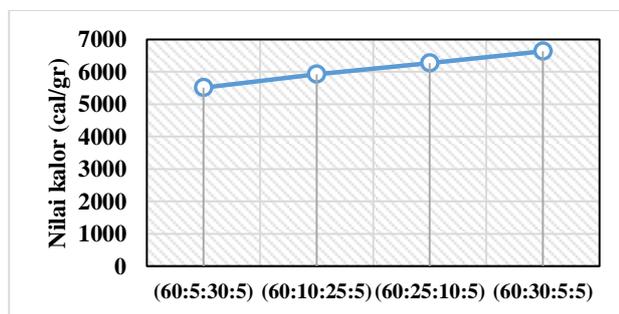
Kelompok biobriket dengan komposisi batubara 50%, hasil uji nilai kalornya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai kalor sampel biobriket dengan komposisi batubara 50%.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa, sampel E memiliki nilai kalor 6836 cal/gr adalah tertinggi diantara sampel-sampel lainnya. Hal ini disebabkan oleh komposisi arang tempurung sampel E sebesar 40% dari total berat bahan-bahan penyusun biobriket. Komposisi ini merupakan komposisi terbanyak dibandingkan sampel D, C dan B yang masing-masing hanya memiliki 30%, 15% dan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan komposisi abu arang tempurung kelapa akan meningkatkan nilai kalor biobriket yang dihasilkan.

Berikutnya, penelitian sampel biobriket dengan komposisi batubara 60%. Hasil uji nilai kalori disajikan oleh gambar 7.



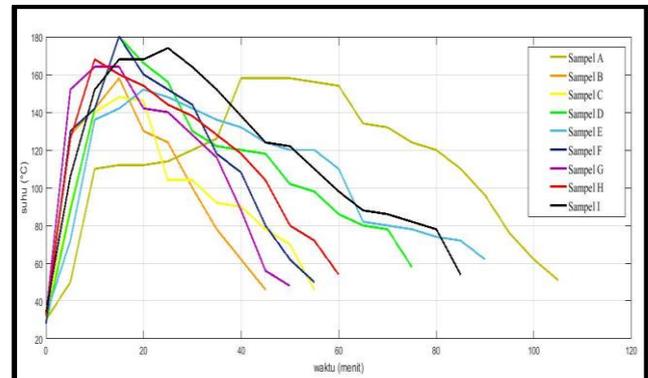
Gambar 7. Grafik nilai kalor sampel biobriket dengan komposisi batubara 60%.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa sampel I adalah sampel dengan nilai kalori lebih tinggi dibandingkan sampel lainnya. Sampel I merupakan sampel dengan komposisi arang tempurung kelapa terbanyak (30%) diantara sampel-sampel lainnya, dimana sampel H, G dan F masing-masing sebesar 25%, 10% dan 5%. Fenomena ini menyerupai kondisi Gambar 6, dimana nilai kalor sampel akan turun seiring dengan berkurang komposisi arang tempurung kelapa pada total berat bahan penyusun biobriket.

Hasil penelitian tersebut, sejalan dengan apa yang diperoleh Sari (2011) bahwa nilai kalor biobriket akan naik seiring dengan dinaikannya komposisi arang tempurung kelapa. Hal ini dikarenakan nilai nilai kalor arang tempurung kelapa lebih besar dibandingkan dengan nilai kalor batubara Buol sebelum dan sesudah karbonisasi. Walaupun demikian, nilai kalor yang tinggi belum mengindikasikan secara langsung bahwa komposisi abu arang tempurung kelapa yang tertinggi akan menghasilkan sampel biobriket yang terbaik. Oleh karena itu, semua sampel yang dihasilkan masih perlu dilakukan pengujian yang lain yaitu uji sifat penyalan.

2. Sifat Penyalan

Analisis sifat nyala dilakukan dengan uji nyala secara konvensional. Hasil uji nyala biobriket memperlihatkan pengaruh kuat komposisi bio-massa terhadap briket batubara, seperti dilihat pada Gambar 8.

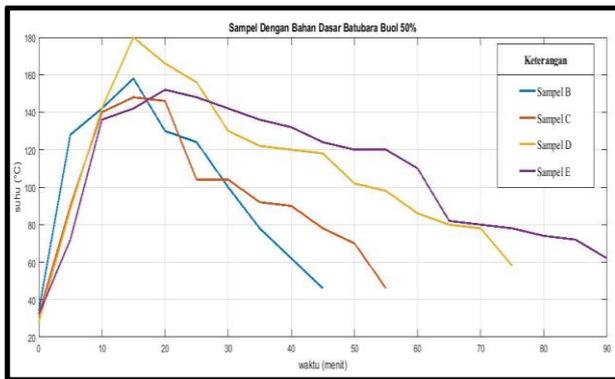


Gambar 8. Grafik hubungan waktu dan suhu penyalan biobriket.

Uji sifat penyalan biobriket bertujuan untuk mengetahui lama waktu nyala dan suhu maksimum dari pembakaran briket. Untuk memudahkan analisis terhadap karakter penyalan sampel, maka sampel dibagi berdasarkan komposisi batubara dalam biobriket.

Pertama, sampel A dengan komposisi batubara 95%, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8. Sampel ini memiliki waktu nyala yang paling lama dan juga memiliki puncak suhu yang paling stabil karena mampu bertahan pada puncak yaitu suhu sekitar 150°C selama ± 20 menit. Namun, sampel ini memiliki waktu penyulutan yang lama. Untuk mencapai suhu 120°C sampel A membutuhkan waktu 30 menit sementara 8 sampel lainnya hanya membutuhkan waktu kurang dari 10 menit untuk berada pada posisi tersebut. Keadaan ini telah dijelaskan oleh Jamilatun (2008) bahwa sifat batubara yang memiliki kandungan karbon dan nilai kalor yang besar dan sedikit senyawa *volatil* menyebabkan batubara sulit dinyalakan pada suhu rendah.

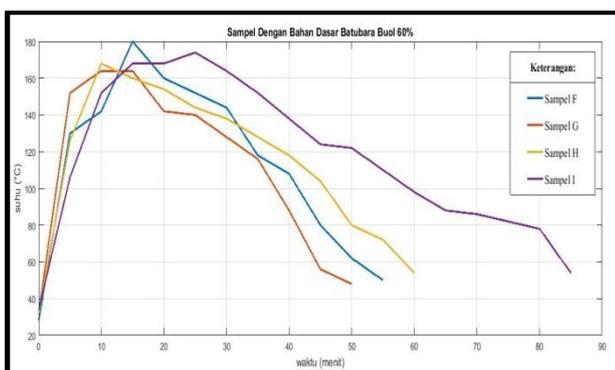
Kedua adalah sampel dengan komposisi batubara 50%. Pada kelompok ini terdapat sampel B, C dan D. Hasil uji penyalannya ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil uji pembakaran sampel biobriket dengan komposisi batubara 50%

Pada penelitian ini, sampel B dengan suhu tertinggi 158°C memerlukan waktu 45 menit untuk terbakar habis hingga menjadi abu. Waktu nyala sampel B adalah yang paling singkat di antara sampel lainnya. Keadaan ini disebabkan oleh besarnya komposisi tongkol jagung yaitu sebesar 40% dari bahan penyusun briket. Untuk sampel C, suhu puncak berada sekitar 150°C selama 5 menit dan terbakar habis pada menit ke 55. Sampel C suhunya memang tidak setinggi sampel B, akan tetapi mampu bertahan lebih lama pada puncak dan nyalanya 10 menit lebih lama dari sampel B. Berikutnya sampel D, dengan suhu pembakaran tertinggi yaitu 180°C akan tetapi pada 15 menit berikutnya suhunya turun drastis hingga berada di sekitar 130°C dan habis menjadi abu pada menit ke 75. Keadaan ini didukung oleh jumlah kalori pada sampel D yang lebih banyak jika dibandingkan dengan sampel B dan Sampel C. Kemudian, untuk sampel E, dengan suhu puncak berada di sekitar 150°C dan waktu nyala terlama setelah sampel A. Kondisi ini cukup beralasan, karena sampel E merupakan sampel dengan nilai kalor tertinggi pada penelitian ini.

Ketiga, sampel biobriket dengan komposisi batubara 60%. Pada kelompok ini terdapat sampel F, G, H dan I. Hasil uji penyalannya ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hasil uji pembakaran sampel biobriket dengan komposisi batubara 60%.

Pada penelitian ini terlihat bahwa sampel F memiliki suhu pembakaran tertinggi yaitu 180°C dan waktu nyala adalah 55 menit. Kondisi ini disebabkan oleh banyaknya komposisi tongkol jagung yaitu sebesar 30%, sehingga memacu laju pembakaran hingga suhu tertinggi kemudian turun hingga menjadi abu. Jika dibandingkan dengan sampel C yang juga memiliki komposisi tongkol jagung yang sama, kedua sampel ini memiliki waktu penyalan yang sama yaitu 55 menit. Akan tetapi, karakter suhu pembakarannya berbeda. Hal ini disebabkan oleh nilai kalor pembakaran keduanya yang tidak sama. Kemudian untuk sampel G, merupakan sampel dengan suhu puncak sekitar 160°C selama 5 menit dan menjadi abu dengan waktu tersingkat pada kelompok sampel 60%. Sampel ini walaupun tergolong sampel dengan nilai kalor yang tinggi hingga berada pada suhu yang tinggi dan stabil namun juga cepat menjadi abu karena komposisi tongkol jagungnya sebesar 25%. Berikutnya untuk sampel H, dengan suhu puncak sekitar 150°C dan lama pembakaran adalah 60 menit memiliki karakter yang mirip dengan sampel G. Terakhir adalah sampel I, dengan suhu tertinggi berada di sekitar 170°C selama 15 menit kemudian menjadi abu pada menit ke 85.

Sampel I. Jika dibandingkan dengan sampel E yang jumlah komposisi tongkol jagungnya sama-sama 5%, terlihat bahwa sampel E membutuhkan waktu 5 menit lebih lama dari sampel I untuk menjadi abu. Akan tetapi untuk suhu puncak, sampel I jauh lebih tinggi dan lebih stabil dan juga jika diperhatikan pada waktu awal penyalan (menit ke-5 dan menit ke-10), sampel I lebih mudah dinyalakan dibandingkan dengan sampel E. Kondisi ini sesuai dengan yang diperoleh Jamilatun (2008) bahwa tingginya nilai kalor berakibat pada rendahnya suhu awal pembakaran.

Secara garis besar, sifat nyala dari biobriket dipengaruhi oleh nilai kalor dan tongkol jagung, dimana nilai kalor berpengaruh pada karakter suhu pembakaran dan tongkol jagung berpengaruh pada waktu nyala. Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang digunakan dalam penelitian ini memiliki *vollatil matter* yang banyak, sehingga memudahkan penyulutan dan mempersingkat waktu nyala (ESDM, 2016). Dengan demikian, nilai kalor dan komposisi tongkol jagung pada penelitian ini saling berkaitan erat, semakin tinggi nilai kalor maka biobriket akan semakin sulit dalam penyalan

awal. Tetapi keunggulannya adalah stabil pada suhu tinggi dan waktu nyala briket lebih lama. Sebaliknya, semakin banyak komposisi tongkol jagung maka nilai kalor akan berkurang, sehingga mengakibatkan waktu nyala menjadi singkat dan suhu puncak tidak stabil. Hanya saja, komposisi tongkol jagung yang banyak memudahkan penyulutan. Sementara menurut Hartoyo dan Roliadi, 1978 dalam Jamilatun (2008) menyatakan bahwa briket yang baik adalah briket yang mudah dalam penyulutan, suhu pembakaran yang tinggi dan stabil, serta waktu nyala yang cukup lama.

Dengan memperhatikan nilai kalor dan sifat penyalaan dari masing-masing sampel yang telah diuji, maka sampel I dengan komposisi campuran: Batubara Buol (60%), arang tempurung kelapa (30%), tongkol jagung (5%) dan tepung kanji (5%) merupakan sampel biobriket yang terbaik. Sampel biobriket ini memiliki nilai kalor sebesar 6637 cal/gr dan sifat penyalaan yang baik dengan suhu tertinggi sebesar 170°C selama 15 menit serta menyala selama 70 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji kalori pada masing-masing sampel biobriket dengan menggunakan kalorimeter bom diperoleh sampel A adalah 4892 cal/gr, sampel B (4573 cal/gr), sampel C (4658 cal/gr), sampel D (5949 cal/gr), sampel E (6836 cal/gr), sampel F (5514 cal/gr), sampel G (5927 cal/gr), sampel H (6268 cal/gr), dan sampel I (6637 cal/gr). Merujuk pada Peraturan Menteri Energi dan Suber Daya Mineral nomor 47 tahun 2006 (standar nilai kalor briket nasional adalah ≥ 5000 cal/gr) maka dapat disimpulkan bahwa Sampel D, E, F, G, H dan I memenuhi kriteria tersebut. Sementara sampel lainnya tidak memenuhi kriteria tersebut, karena nilai kalornya kurang dari 5000 cal/gr.
2. Hasil uji sifat penyalaan menghasilkan sampel A (suhu tertinggi 158°C selama 15 menit dan lama nyala 105 menit), sampel B (suhu tertinggi 158°C selama 5 menit dan lama nyala 45 mint), sampel C (suhu tertinggi 148°C selama 5 menit dan lama nyala 55 menit), sampel D (suhu tertinggi 156°C selama 5 menit dan lama nyala 75 menit), sampel E (suhu tertinggi 152°C selama 5 menit dan lama nyala 90 menit), sampel F (suhu tertinggi 152°C selama 5 menit dan lama nyala 55 menit), sampel G (suhu tertinggi 164°C selama 10 menit dan

lama nyala 50 menit), sampel H (suhu tertinggi 168°C selama 5 menit dan lama nyala 60 menit), sampel I (suhu tertinggi 174°C selama 15 menit dan lama nyala 85 menit). Ditinjau dari suhu tertinggi yang stabil serta waktu nyala yang cukup, maka sampel I dengan komposisi batubara Buol 60%, arang tempurung kelapa 30%, tongkol jagung 5%, dan tepung kanji 5% adalah sampel yang optimum

3. Berdasarkan besar komposisi batubara Buol sebagai bahan utama, dan pengujian nilai kalor serta sifat penyalaan, maka sampel I dengan komposisi batubara Buol 60%, nilai kalor (6637 cal/gr) dan sifat penyalaan (suhu tertinggi 174°C selama 15 menit dan lama nyala 85 menit) adalah sampel yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewan Energi Nasional Republik Indonesia, 2014, *Outlook Energi Indonesia*, Jakarta.
- Dinas Pertambangan dan Energi, 2004, *Sertifikat Analisis Batubara Pinamula*, Buol.
- Halliday, D., dan Resnick, R., 1991, *Fisika Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hartoyo, A., dan Roliadi, H., 1978, *Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu*, Laporan Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Jamilatun, S., 2008, *Sifat-Sifat Penyalaan Dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara Dan Arang Kayu*, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 2:37-40. Yogyakarta.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2006, *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 047 Tahun 2006 Tentang Pedoman Pembuatan Dan Pemanfaatan Briket Batubara Dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*, Jakarta.
- Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat, 2011, *Pembuatan Portofolio Investasi Industri Briket Batubara*, Proposal Oleh Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat Bekerjasama Dengan Badan Koordinasi Penanaman Modal Daerah Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarmasin.

- Maharyani, R., Pratiwi, D., dan Asip, F., 2012, *Pengaruh Suhu Serta Komposisi Campuran Arang Jerami Padi Dan Batubara Subbituminus Pada Pembuatan Briket Bioarang*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 18, No. 1:47-53. Palembang.
- Rafsanjani, K. A., Sarwono, dan Noriyanti R. D., 2012, *Studi Pemanfaatan Potensi Biomass dari Sampah Organik Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Briket) Dalam Mendukung Program Eco-Campus di ITS Surabaya*, Jurnal Teknik Pomits, Vol. 1, No. 1:1-6. Surabaya.
- Sari, 2011, *Optimalisasi Nilai Kalor Pembakaran Biobriket Campuran Batubara Dengan Arang Tempurung Kelapa*, Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Tim Penyusun Modul Praktikum Kimia Fisik, 2011, *Modul Praktikum Kimia Fisik*, Laboratorium Kimia Fisik FMIPA UNTAD, Palu.
- Tripathi, S. M., 2003, *Trace Elements And Their Mobility In Coal Ash/Fly Ash From Indian Power Plants In View Of Its Disposal And Bulk Use In Agrivulture*, Poland Institute For Scientific And Industrial Research, India.
- Umar, F. D., 2010. *Pengaruh Proses Up-grading Terhadap Kualitas Batubara Bunyu, Kalimantan Timur*. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, ISSN : 1411-4216, Bandung.
- Wijanarko, U., 2013. *Nilai Kalor Minyak Nabati Dari Buah Kepayang*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- World Coal Institute, 2009, *Sumber Daya Batubara: Tinjauan Lengkap Mengenai Batubara*, (Terjemahan), World Coal Institute, London.