

PEMBUATAN BIOBRIKET DARI LIMBAH *BOTTOM ASH* PLTU DENGAN BIOMASSA CANGKANG KOPI

Budi Gunawan

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muria Kudus
Email: budi.gunawan02@gmail.com

Sugeng Slamet

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: sugeng_hanun@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat biobriket dari *bottom ash* limbah batu bara PLTU PT Pura Barutama dengan biomassa cangkang kopi. Pengujian yang akan dilakukan meliputi; kadar karbon, kandungan sulfur oksida, kadar abu dan airnya. Metode pembuatan dengan mencampur *bottom ash* dengan biomassa cangkang kopi menggunakan pengikat tetes tebu. Variasi perbandingan antara *bottom ash* dan biomassa adalah; 50:50, 60:40 dan 70:30. Pengujian kadar karbon dan kandungan sulfur oksida menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil pengujian menggunakan menunjukkan pada komposisi *bottom ash* yang sedikit bisa menaikkan kadar karbon dan menurunkan kandungan sulfur oksida. Kadar karbon naik rata-rata 7.25%. Pada pengujian kadar air naik rata-rata 3.93%. Sedangkan pengujian kadar abu menunjukkan kenaikan rata-rata 11.09%

Kata kunci: cangkang kopi, karbonisasi, biomassa, biobriket, *bottom ash*.

ABSTRACT

The purpose of this research is create biobriket from bottom ash coal waste from PLTU PT Pura Barutama with biomass coffee shell. Testing will be done include; the levels of carbon, oxides of sulphur, ash and water levels. Method of making with the mixing of bottom ash with a coffee shell biomass use fastener molasses. The variation comparison of bottom ash and biomass are; 50:50, 60:40 and 70:30. Testing the levels of carbon and sulphur oxides using SEM (Scanning Electron Microscopy). Using the test results showed the composition of the bottom ash are a little carbon levels could raise and lower sulphur oxides. Carbon levels rose an average of 7.25%. On testing the water levels rose an average of 3.93%. While testing the levels indicate the average rise 11%.

Keywords: a coffee shell, carbonization, biomass, biobriket, *bottom ash*.

1. PENDAHULUAN

Krisis energi di negara kita kian menjadi. Mulai dari naiknya harga BBM, hingga harga sembako yang melambung karena terkena imbas krisis energi ini. Hal yang seperti ini terkadang membuat orang frustrasi. Akan tetapi, jika kreativitas tidak mati, solusi itu pasti ada. Jika kita lihat disekitar kita ada sampah-sampah organik, sampah-sampah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai energi yang terbarukan. Solusi itu bernama biobriket. Biobriket itu sendiri adalah sampah pertanian (biomassa) yang diarangkan lalu dipress hingga menjadi blok yang padat.

Faktor-faktor yang menentukan karakteristik pembakaran biobriket adalah kecepatan pembakaran, nilai kalor, berat jenis dan banyaknya polusi atau senyawa volatil yang dihasilkan. Biomassa dan batubara adalah bahan bakar padat yang memiliki karakteristik yang berbeda. Batu bara memiliki kandungan karbon dan nilai kalor tinggi, kadar abu sedang serta kandungan senyawa volatil rendah. Sementara, biomassa memiliki kandungan bahan volatil tinggi namun kadar karbon rendah. Kadar abu biomassa tergantung dari jenis bahannya, sementara nilai kalornya tergolong sedang. [1]

Potensi limbah biomassa di Indonesia dibagi bagi dalam beberapa sektor, yaitu sektor tanaman pangan yang terutama adalah padi, jagung, kacang-kacangan, dan kedelai. Kemudian sektor perkebunan adalah tebu, kelapa sawit, kelapa, karet, kopi dan coklat. Sumber energi alternatif dari biomassa perlu mendapatkan prioritas karena Indonesia sebagai negara agraris banyak menghasilkan limbah pertanian. Penggunaan biomassa sebagai energi alternatif memiliki keuntungan yaitu tersedia melimpah, murah, serta teknologinya mudah. [2]

Disatu sisi, salah satu potensi lokal Kudus adalah penghasil kopi, terutama di daerah pegunungan Muria. Dengan banyaknya kopi yang dihasilkan pada pengolahan selanjutnya tentunya banyak pula dihasilkan limbah yang berupa kulit/cangkang kopi. [3]

Bahan organik yang berasal dari sampah pertanian, seperti kulit kopi, dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber alternatif energi. Kulit kopi memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah, serta kandungan sulfur yang cukup rendah. [4]

Disamping itu, potensi lokal lainnya yang bisa dimanfaatkan adalah adanya PLTU PT. Pura Barutama yang banyak menghasilkan limbah *bottom ash* sebagai sisa pembakarannya. Saat ini PLTU PT Pura Barutama membutuhkan batubara sekitar 350 ton/hari.[5].

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan cerobong-cerobong industri yang menggunakan batu bara menghasilkan sisa pembakaran berupa limbah padat abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Penentuan unsur pada limbah tersebut secara kualitatif dan kuantitatif merupakan langkah awal untuk mengevaluasi dampak terhadap lingkungan terkait dengan risiko kontaminasi lingkungan dan biologis. [6]

Komponen pembentuk batu bara berdasarkan analisis proksimat terdiri dari: air lembab (*Moisture = M*), abu (*Ash = A*), materi mudah menguap (*Volatile Matter = VM*), karbon tertambat (*Fixed Carbon = FC*). Komponen volatile adalah kandungan yang mudah menguap kecuali *moisture*. Penguapan terjadi pada temperatur tinggi tanpa adanya udara (*pyrolysis*), umumnya adalah senyawa-senyawa organik, gas CO₂, dan gas SO₂ yang terdapat pada batubara. Abu batu bara yang merupakan limbah dari proses pembangkit tenaga listrik tersebut dapat berupa abu terbang dan abu dasar. Abu tersebut kemudian dipindahkan kelokasi penimbunan abu dan terakumulasi dilokasi tersebut dalam jumlah yang sangat banyak. Dengan bertambahnya jumlah abu batu bara, maka perlu usaha usaha untuk memanfaatkan limbah padat tersebut. Abu batubara sebagai limbah abu padat hasil proses pembakaran terdiri dari 20% abu terbang dan 80% abu dasar secara mineralogi yang tersusun dalam fasa amorf, kristalin dan memiliki daya rekat dengan komposisi kimia utama SiO₂, Al₂O₃, MgO, dan komposisi pendukung CaO, NaO dan Fe₂O₃. Abu batu bara mengandung SiO₂ = 58,75%, Al₂O₃ = 25,82%, Fe₂O₃ = 5,30% CaO = 4,66%, alkali = 1,36%, MgO = 3,30% dan bahan lainnya = 0,81%. Beberapa logam berat yang terkandung dalam abu batubara seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), kadmium (Cd), chrom (Cr). [7]

Abu dasar memiliki warna gelap, dengan ukuran butiran kasar, sementara abu terbang berwarna terang dengan butiran yang halus. Abu batu bara mempunyai ukuran partikel dalam beberapa mikron dengan komposisi pembentukan komposisi kimia terdiri dari SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, dan MgO dengan mineral tambahan mullite (Al₆Si₂O₁₃) dan magnite (Fe₃O₄).

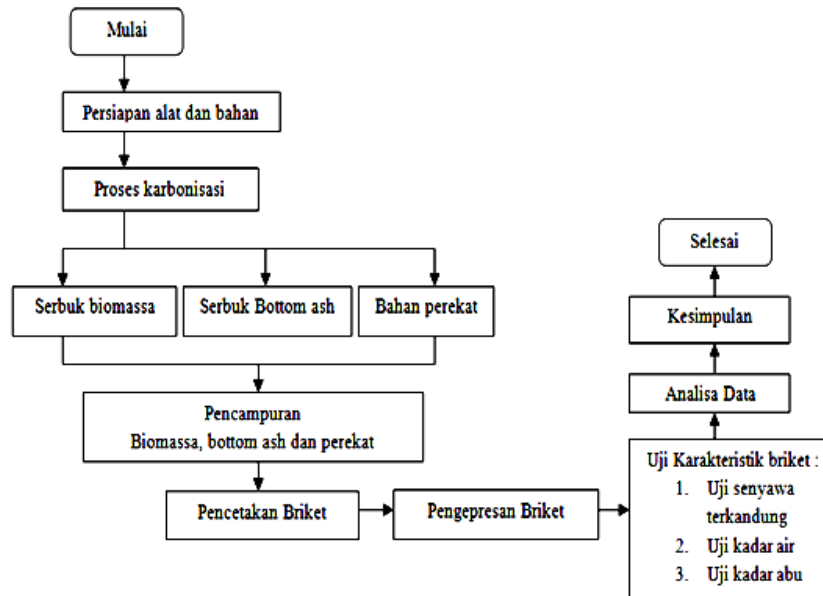
Untuk memanfaatkan limbah tersebut, dalam penelitian ini akan mencoba memanfaatkan limbah dari PLTU yang berupa *bottom ash* dan biomassa cangkang kopi menjadi bio briket yang bisa dimanfaatkan pengguna rumahan sebagai bahan bakar alternatif.

Biobriket memiliki tingkat emisi yang jauh lebih rendah ketimbang minyak tanah, menjadikannya sumber energi substitusi yang lebih aman bagi kesehatan. Hasil uji Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan pembakaran 1 kg briket selama 2-3 jam hanya menghasilkan tingkat emisi karbonmonoksida (CO) rata-rata 106 ppm. Sementara minyak tanah 250-390 ppm, atau tiga kali lipatnya. Biobriket batubara juga hanya menciptakan emisi nitrogen monoksida (NO) dengan konsentrasi amat kecil lantaran tidak dibakar dalam temperatur amat tinggi. Sementara tingkat emisi sulfur dioksida (SO₂) briket rata-rata di bawah satu persen, angka yang aman untuk kesehatan, mengingat kandungan sulfur batu bara Indonesia rendah. Makanan yang dimasak dengan menggunakan kompor briket batubara tidak memiliki resiko besar terhadap kanker.

2. METODE

Bagan alur penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Bahan baku dalam penelitian ini digunakan bahan *bottom ash* yang berasal dari pembakaran batubara yang tidak sempurna. Untuk mengikat partikel arang biomassa dan *bottom ash* menggunakan tetes tebu. Untuk menghasilkan produk specimen biobriket dilakukan proses karbonisasi biomassa melalui proses pemanasan dengan temperatur sebesar 300°C dalam bejana tertutup yang memungkinkan oksigen sangat sedikit.

Jenis pengujian yang dilakukan meliputi; pengujian kandungan karbon dan sulfur oksida menggunakan SEM, pengujian kadar air dan pengujian kadar abu. Komposisi *bottom ash* dan biomassa digunakan variasi sebagai berikut 50:50, 60:40 dan 70:30. Proses fabrikasi biobriket yang dilakukan meliputi: pengeringan bahan, karbonisasi, penggilingan menjadi serbuk, pengayakan, blending dan mixing, dan pengepresan dengan perbandingan kompaksi 4:2.



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Unit Reaktor Karbonisasi



Gambar 3. Cetakan Biobriquet

Volume cetakan $70,65 \text{ cm}^3$, untuk menentukan komposisi berat masing-masing komponen dinyatakan dengan:

$$m = \rho x V \quad (1)$$

Selanjutnya specimen biobriquet dilakukan pengujian meliputi :

1. Pengujian kandungan senyawa karbon dan sulfur menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM).
2. Pengujian kadar air

Kadar air dari specimen di kadar air dengan rumus sebagai berikut:

$$KA1 = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100\% \quad (2)$$

$$KA2 = \frac{(c-d)}{(b-a)} \times 100\% \quad (3)$$

Kadar air sesungguhnya =

$$KA1 + KA2 - \frac{KA1 \times KA2}{100} \quad (4)$$

3. Pengujian kadar abu

$$\text{Kadar abu total} = \frac{(\text{massa abu total})}{(\text{massa sampel})} \times 100\% \quad (5)$$

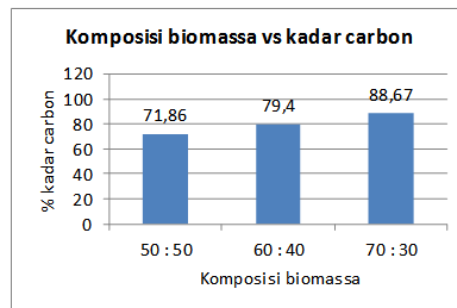
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan volume tabung menghasilkan volume briquet sebesar $70,65 \text{ cm}^3$. Volume briquet tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung massa biomassa dan *bottom ash* dengan prosentase perbandingan 50:50, 60:40, dan 70:30. Massa jenis arang cangkang kopi $0,34 \text{ g/cm}^3$ dan *bottom ash* $1,28 \text{ g/cm}^3$.

Tabel 1. Pengujian komposisi biobriket

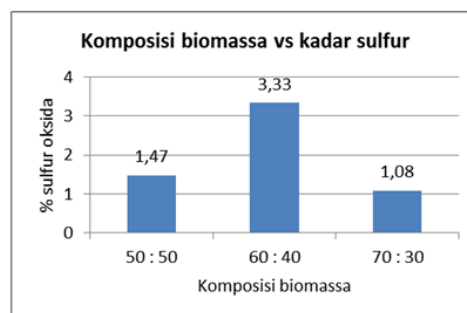
<i>Komposisi biomassa-bottom ash (%)</i>	<i>Kadar Carbon (%)</i>	<i>Sulfur Oksida (%)</i>	<i>Kadar Air (%)</i>	<i>Kadar Abu (%)</i>
50 : 50	71.86	1.47	2.93	35.09
60 : 40	79.4	3.33	4.18	40.25
70 : 30	88.67	1.08	4.7	47.92

Tabel 1 menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan biomassa terhadap peningkatan kadar carbon pada briket campuran dengan bottom ash.



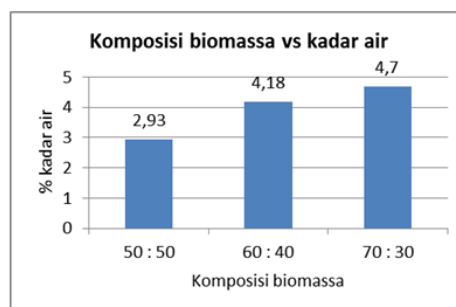
Gambar 4. Grafik Komposisi Biomassa vs Kadar Carbon

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa prosentase kadar carbon meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi biomasanya, kadar karbon ini mempengaruhi nilai panas dari biobriket.



Gambar 5. Grafik Komposisi Biomassa vs Kadar Sulfur

Penggunaan batu bara sangat beresiko bagi kesehatan makhluk hidup, hal ini dikarenakan kadar sulfur yang terkandung pada batu bara mencapai 3,5%. Oleh karena itu penggunaan *bottom ash* sebagai campuran dalam biobriket juga perlu dilakukan pengujian kadar sulfur oksida (SOx). Hal ini untuk memastikan bahwa kadar belerang yang ada masih relatif aman jika biobriket ini digunakan manusia. Pada gambar 5 diatas menunjukkan penambahan biomassa cangkang kopi menurunkan kadar SOx hingga 1,08 % pada komposisi 70:30. Kadar belerang dalam bakar mampu dapat meningkatkan nilai panasnya.



Gambar 6. Grafik Komposisi Biomassa vs Kadar Air

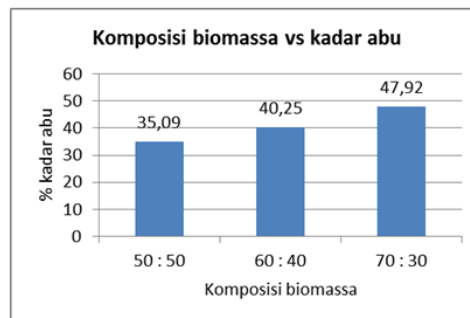
Pengujian kadar air terhadap komposisi bahan baku briket sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6 menunjukkan bahwa prosentase kadar air meningkat dengan meningkatnya komposisi biomassa. Air yang terkandung dalam bahan bakar padat terdiri dari:

- a. Kandungan air internal atau air kristal, yaitu air yang terikat secara kimiawi.
- b. Kandungan air eksternal atau air mekanikal, yaitu air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis.

Air dalam bahan bakar merupakan uap air yang bercampur dengan bahan bakar tersebut. Air yang terkandung dalam bahan bakar menyebabkan penurunan mutu bahan bakar karena:

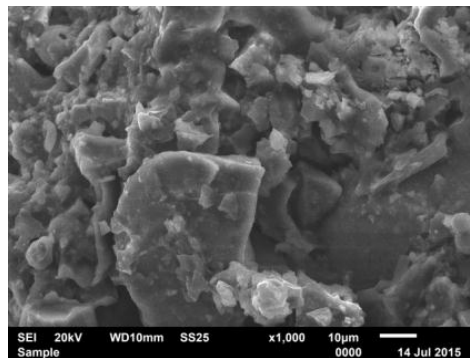
- a. Menurunkan nilai kalor dan memerlukan sejumlah kalor untuk penguapan
- b. Menurunkan titik nyala
- c. Memperlambat proses pembakaran, dan menambah volume gas buang

Hasil pengujian kadar air menunjukkan hasil yang bervariasi, namun jika dikaitkan dengan nilai karbon yang sangat berpengaruh terhadap nilai panas maka komposisi 60:40 menunjukkan nilai yang cukup signifikan. Biobriket campuran bottom ash dan arang cangkang kopi rata-rata 3,93%.

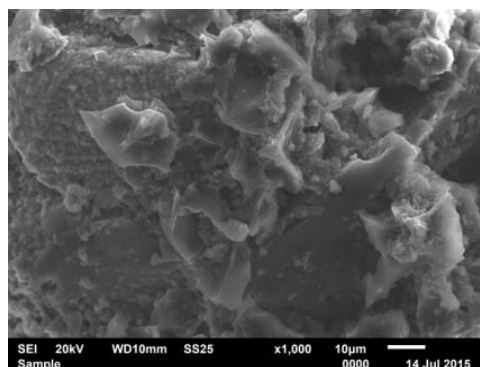


Gambar 7. Grafik Komposisi Biomassa vs Kadar Abu

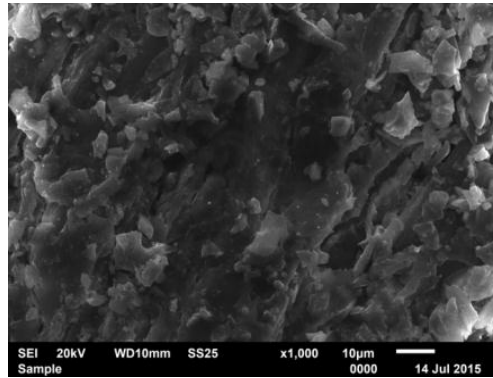
Gambar 7. Menunjukkan peningkatan kadar abu untuk semua komposisi campuran bottom ash dan biomassa. Biomassa arang cangkang kopi mengalami kenaikan rata-rata 11,09%. Nilai kadar abu biobriket menunjukkan nilai linearitas, dimana penambahan biomassa sangat mempengaruhi penambahan prosen kadar abu yang terbentuk. Hasil pengamatan menggunakan SEM dari berbagai komposisi biomassa dan *bottom ash* sebagaimana ditunjukkan gambar 8, 9 dan 10.



Gambar 8. Pengamatan SEM Pada Sampel Dengan Komposisi 50:50



Gambar 9. Pengamatan SEM Pada Sampel Dengan Komposisi 60:40



Gambar 10. Pengamatan SEM Pada Sampel Dengan Komposisi 70:30

4. KESIMPULAN

- 1) Kadar carbon campuran bottom ash dengan biomassa arang cangkang kopi naik rata-rata 7.25% Sedangkan senyawa sulfur oksida (SO_x) pada biobriket menunjukkan prosentase berbeda, komposisi terendah pada campuran biobriket 70 : 30.
- 2) Kadar air campuran bottom ash dengan biomassa cangkang kopi naik rata-rata 3.93%. Sedangkan kadar abu biomassa cangkang kopi naik rata-rata 11.09%.
- 3) Proses karbonisasi pada bahan baku biobriket mampu menurunkan prosentase senyawa berbahaya khususnya SO_x yang terkandung dalam limbah batu bara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada; DP2M DIKTI yang telah memberi pendanaan pada penelitian ini dalam skim Hibah Bersaing tahun 2015 dengan nomor kontrak 008/K6/KM/SP2H/PenelitianBatch-1/2015. Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muria Kudus dan Laboratorium Thermofluida Universitas Diponegoro yang telah memberi fasilitas kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jamilatun S. Sifat-Sifat penyalaaan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu. *J Rekayasa Proses* 2012;2:37–40.
- [2] Muzi I, Mulasari SA. Perbedaan konsentrasi perekat antara briket bioarang tandan kosong sawit dengan briket bioarang tempurung kelapa terhadap waktu didih air. *J Kesehat Masy J Public Health* 2014;8.
- [3] Potensi Daerah. Kabupaten Kudus 2015. <https://sudrajat7.wordpress.com/perkebunan/> (accessed September 12, 2015).
- [4] Sudarsono PER, Warmadewanthi I. Eco-briquette dari komposit kulit kopi, lumpur ipal pt sier, dan sampah plastik ldpe n.d.
- [5] *Harian Umum Suara Merdeka* 2015. <http://www.suaramerdeka.com/harian/0312/24/dar21.htm> (accessed September 12, 2015).
- [6] Lestiani DD, Santoso M, Adventini N. Karakteristik unsur pada abu dasar dan abu terbang batu bara menggunakan analisis aktivasi neutron instrumental. *J Sains Dan Teknol Nukl Indones* 2013;11.
- [7] Karo-Karo P, Sembiring S. Coal Ash Characteristic from Bukit Asam as Raw Material for Ceramics Production. *J ILMU DASAR* 2008;9.