

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**KARBONISASI BATU BARA LIMBAH P L T U DENGAN
BIOMASSA CANGKANG KOPI SEBAGAI BAHAN BAKAR
BRIKET BERKADAR SULFUR RENDAH**

Tahun Ke 2 dari Rencana 2 Tahun

Dibiayai oleh
Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Bagi Dosen Perguruan Tinggi
Swasta Kopertis Wilayah VI Tahun Anggaran 2016
Nomor : 008/K6/KM/SP2H/RisetTerapan/2016

TIM PENGUSUL

Budi Gunawan, ST, MT	0613027301	(Ketua)
Sugeng Slamet, ST, MT	0622067101	(Anggota)

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

NOVEMBER 2016

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN HIBAH BERSAING

Judul Kegiatan : Karbonisasi Batu Bara Limbah PLTU Dengan Biomassa Cangkang Kopi Sebagai Bahan Bakar Briket Berkadar Sulfur Rendah

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 445 / Teknik Material (Ilmu Bahan)

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : BUDI GUNAWAN S.T., M.T.
B. NIDN : 0613027301
C. Jabatan Fungsional : Lektor
D. Program Studi : Teknik Elektro
E. Nomor HP : 085740961734
F. Surel (e-mail) : budi.gunawan02@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

A. Nama Lengkap : SUGENG SLAMET S.T, M.T
B. NIDN : 0622067101
C. Perguruan Tinggi : Universitas Muria Kudus

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 Tahun

Penelitian Tahun ke : 2

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 72.655.000,00

Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 68.155.000,00
- dana internal PT Rp 4.500.000,00
- dana institusi lain Rp 0,00
- inkind sebutkan



Kudus, 11 - 11 - 2016,
Ketua Peneliti,

(BUDI GUNAWAN S.T., M.T.)
NIP/NIK0610701000001148

RINGKASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah; memanfaatkan limbah batu bara PLTU PT Pura Barutama menjadi salah satu bahan bakar alternatif dengan membuatnya menjadi briket berkadar sulfur rendah dengan cangkang kopi sebagai biomasanya. Tujuan yang lain yang hendak dicapai adalah mengatasi dampak lingkungan dari limbah batu bara dengan mengolahnya menjadi bahan yang berguna. Kegiatan pada tahun 1 telah dicapai fabrikasi biobriket dengan beberapa variasi komposisi antara *bottom ash* dan biomassa cangkang kopi serta menguji kandungan senyawanya, kadar abu dan kadar airnya. Dari hasil capaian tahun 1 ini, rencana kegiatan pada tahun 2 adalah: (1) meneruskan pengujian dari biobriket yang telah dihasilkan pada kegiatan tahun 1 untuk pengujian; densitas, dan nilai kalornya, (2) mengembangkan penelitian pembuatan biobriket yang berbahan dasar *bottom ash* dengan memvariasi pada bahan biomasanya selain menggunakan cangkang kopi akan dicoba dengan cangkang kapuk dan tempurung kelapa, (3) mengembangkan variasi komposisi antara *bottom ash* dan ke tiga biomasanya dan akan dicari komposisi antara *bottom ash* dan menggunakan biomassa apa yang mempunyai nilai kalor paling tinggi dengan kadar sulfur yang paling rendah, (4) mencoba menggunakan zat pengikat yang lain, yaitu larutas fenol yang di hasilkan dari asap cair, dan perbandingkan dengan zat pengikat yang telah digunakan, yaitu tetes tebu. Luaran yang direncanakan dari penelitian ini adalah; (1) teknologi tepat guna berupa karbonisasi batu bara limbah PLTU dengan biomassa cangkang kopi sebagai bahan bakar briket berkadar sulfur rendah, (2) publikasi ilmiah di Jurnal Nasional, (3) diseminasi pada seminar Nasional, (4) bahan ajar.

Kata kunci :energi, karbonisasi, biomassa, briket, sulfur

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah S.W.T. atas rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Laporan akhir ini merupakan informasi dari kegiatan penelitian hibah bersaing pada tahun kedua dari dua tahun kegiatan. Laporan akhir ini sebagai salah satu pertanggungjawaban pelaksanaan dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan dengan pendanaan dari Dikti melalui program Hibah Bersaing tahun 2016. Pelaksanaan hibah ini keseluruhan 2 tahun dan tahun 2016 ini merupakan pelaksanaan tahun ke 2 (terakhir). Dalam laporan akhir ini akan dilaporkan progress/kemajuan pelaksanaan penelitian beserta luaran yang telah dicapai sampai laporan ini disusun. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat.

Kudus, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN.....	2
PRAKATA	4
DAFTAR ISI	5
BAB 1. PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar belakang	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Studi Pendahuluan	9
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT.....	10
3.1 Tujuan Penelitian.....	10
3.2. Manfaat Penelitian.....	10
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	11
4.1 Lokasi Penelitian	11
4.2 Studi Kelayakan.....	11
4.3 Kegiatan Tahun 2.....	11
BAB 5. HASIL YANG DICAPAI	12
5.1 Capaian kegiatan tahun 2 sebagai berikut	12
5.2 Hasil pengujian	12
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	18
7.1 Kesimpulan.....	18
7.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan bahan bakar untuk keperluan rumah tangga maupun industri semakin meningkat tiap tahun. Sementara itu ketersediaan bahan bakar minyak dan gas selain harganya terus meningkat juga produksi dan distribusinya sering terhambat.

Pemerintah terus mendorong program kemandirian energi berbasis potensi daerah yang ada. Hal ini bertujuan mengurangi ketergantungan masyarakat akan penggunaan bahan bakar minyak dan terus mengupayakan konversi energi ke bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan potensi lokal yang dapat dikembangkan.

Salah satu penciptaan bahan bakar alternatif melalui program konversi energi yang memungkinkan untuk diupayakan adalah dengan memanfaatkan potensi lokal yang selama ini kurang diperhatikan. Bahan bakar utama dari limbah pembakaran boiler PLTU PT Pura Barutama yaitu batu bara yang berlokasi di Kabupaten Kudus Propinsi Jawa Tengah sangat melimpah, dan diperkirakan masih menyimpan energi panas yang cukup tinggi. Selama ini limbah sisa pembakaran batu bara pada PLTU tersebut dibuang sia-sia dan tidak mempunyai nilai ekonomi.

Kapasitas limbah batu-bara buangan sisa pembakaran pada PLTU PT Pura bisa mencapai $\pm 0,5$ ton per hari. Limbah batu bara ini dihasilkan dari proses pembakaran yang belum selesai atau batu bara tersebut belum sepenuhnya menjadi abu.

Disatu sisi, biomassa cangkang kopi hasil pengolahan buah kopi sampai menjadi bijih kopi juga menumpuk dan belum termanfaatkan. Kadar air kopi untuk dapat di kupas adalah sekitar 10-13% hal ini menunjukkan juga bahwa cangkang kopi telah mengalami penurunan kadar air sebagai syarat utama bahan bakar alternatif. (Danarti dkk, 1995),

Dari latar belakang tersebut, melalui program Hibah Bersaing DIKTI tahun 2015 ini, akan dilakukan penelitian untuk memanfaatkan limbah batu bara PLTU PT Pura Barutama Kudus menjadi bahan bakar alternatif dengan mengkarbonisasi dengan biomassa cangkang kopi untuk dijadikan sebagai bahan bakar briket berkadar sulfur rendah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Bahan bakar (*fuel*) pada prinsipnya adalah segala bahan yang dapat dibakar seperti kertas, kayu, ampas dan minyak tanah. Menurut asalnya dibedakan atas bahan bakar primer (*natural fuel*) dan bahan bakar sekunder (*prepared fuel*). Bahan bakar primer merupakan bahan bakar yang dapat langsung digunakan seperti gas alam, kayu, dan batu bara, sedangkan bahan bakar sekunder diperoleh dari bahan bakar primer yang telah diolah seperti gas oven, gas air, bahan bakar minyak dan briket (Muin, 1988).

Kandungan utama dalam bahan bakar padat/batu bara adalah unsur C dan H merupakan kandungan mayoritas. Kandungan minoritas ialah S, N, O, CO₂, air dan abu. Carbon merupakan unsur utama dalam bahan bakar mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi 14.000 Btu/lb (Soetiari, 1986).

Pembakaran adalah reaksi oksidasi pada temperatur tinggi dan berjalan cepat. Persyaratan utama proses pembakaran sempurna adalah sebagai berikut :

- a. Penguapan yang efisien dari bahan bakar
- b. Kecukupan udara pembakaran
- c. Temperatur awal pembakaran harus cukup tinggi.

Nilai panas (*heating value*) adalah energi panas yang dilepaskan pada waktu terjadi oksidasi unsur-unsur kimia (C, H₂, O dan S) yang terdapat dalam bahan bakar (Arismunandar, 1988).

Metode *proximate analysis* adalah digunakan untuk menentukan nilai kalor dalam bahan bakar padat dengan menentukan :

1. Kadar air (*Moisture*)
2. Kadar bahan yang mudah menguap (*Volatile matter*)
3. Kadar Abu (*Ash*)
4. kadar karbon tetap (*Fixed Carbon*)

Parameter-parameter tadi memberikan sifat teknis dari energi biomassa sebagai bahan bakar potensial pengganti bahan bakar fosil. Pemilihan biomassa berdasarkan nilai kalor yang tinggi, kandungan volatil yang tinggi, kadar abu rendah, kandungan *fixed carbon* sedang dan ketersediaannya yang melimpah.

Sedangkan metode ultimate analysis dengan cara ditentukan prosentase unsur-unsur pokok dalam batu bara C, H, dan O disamping prosentase penyusun lainnya N, S, C dan H melalui analisa kimia. Tabel 1. menunjukkan komposisi bahan bakar padat serta nilai kalor yang dihitung menggunakan metode *ultimate analysis*.

Tabel 1 : Komposisi Bahan Bakar Padat

Fuel	Ultimate Analysis						Gross HV Kcal/Kg
	Carbon	Hidrogen	Oksigen	Nitrogen	Sulfur	Ash	
Wood	48,5	6,0	43,5	0,5	-	1,5	2.500
Peat	58,0	6,3	30,5	0,9	-	4,0	3.500
Lignite	66,0	5,0	20,0	1,0	3,5	3,5	5.000
Bituminaous coal	81,0	5,0	8,0	1,5	1,0	3,5	7.500
Anthracite	91,0	3,0	2,5	0,5	0,5	2,5	8.500

Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan kimia. Sebagai contoh adalah karakteristik densitas, ukuran briket, kandungan air, nilai kalor dan energi per satuan volume (Suyitno, 2008).

Briket adalah bahan bakar padat yang mampu menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah seperti untuk pengolahan makanan, pengeringan, pembakaran dan pemanasan. Jenis briket/bahan bakar padat adalah :

1. Kayu dan sisa tumbuhan : kayu atau sisa tumbuhan seperti batang tebu, kulit buah, jerami dan lain-lain. Kadar abu dari bahan ini rendah sedangkan kadar air relatif tinggi.
2. *Peat* : Bahan yang terbentuk dari dekomposisi dan desintegrasi tanaman *graminae* oleh tekanan air dalam rawa Kandungan abunya tergantung pada lumpur rawa, bersifat *higroskopis*.
3. Batu-bara meliputi *lignite*, *bituminous coal* dan *anthrasite*.

Biomassa cangkang kopi sangat layak untuk dijadikan bahan bakar alternatif/briket karena biomassa cangkang kopi yang telah dihaluskan dan dipress mampu menyala sempurna selama 90 menit per 0,25 kg massa briket (Slamet, 2008).

Kadar air buah kopi untuk dapat di kupas adalah sekitar 10-13%, hal ini menunjukkan bahwa cangkang kopi telah mengalami penurunan kadar air sebagai syarat utama dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. (Danarti dkk, 1995)

2.2 Studi Pendahuluan

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh tim pengusul, diantaranya adalah;

1. Tahun 2002 melakukan rancang bangun dapur pemanas logam untuk industri pande besi menggunakan batu bara limbah PLTU PT Pura Barutama Kudus yang telah diolah kembali menjadi kokas yang dibiayai oleh Dikti melalui program vucer (Program Vucer DIKTI, Sugeng, 2002).
2. Penelitian selanjutnya adalah studi kelayakan cangkang kopi sebagai bahan bakar briket yang dibiayai oleh APBU Universitas Muria Kudus tahun 2008. (APBU UMK, Sugeng, 2008)
3. Selanjutnya tahun 2012 mendapat hibah penelitian DIKTI skim RAPID, dengan judul; “Penerapan Teknologi Otomatis pada Mesin Hot Press Partikel dan Mesin Miling Papan Pertikel Berbasis PLC” (Budi, Sugeng, DIKTI-RAPID 2012)
4. Tahun 2014 mendapat hibah penelitian DIKTI skim Hibah Bersaing, dengan judul; “Pengembangan Alat Destilator Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Serta Pengujiannya Untuk Pemakaian Pada Mesin Mobil Dalam Memenuhi Standart Emisi Euro” (Budi, DIKTI-HB 2014)

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah; memanfaatkan limbah batu bara PLTU PT Pura Barutama menjadi salah satu bahan bakar alternatif dengan membuatnya menjadi briket berkadar sulfur rendah dengan cangkang kopi menjadi biomasnya

3.2. Manfaat Penelitian

- 1) Mengatasi dampak lingkungan dari limbah batu bara dengan mengolahnya menjadi bahan yang berguna
- 2) Upaya menyediakan bahan bakar alternatif bagi masyarakat dan industri kecil/UKM.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muria Kudus dan Laboratorium Teknik Kimia UNNES untuk pengujian-pengujian yang belum bisa dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muria Kudus.

4.2 Studi Kelayakan

Perencanaan dalam program penelitian ini diawali dari studi kelayakan potensi batu bara limbah dari PLTU PT Pura Barutama Kudus, dilanjutkan dengan pengujian kandungan kadar unsur-unsur yang terdapat dalam batu bara ini.

Proses selanjutnya adalah upaya fabrikasi batu bara limbah tersebut untuk meningkatkan nilai panas dan mengurangi kadar sulfur yang ada melalui proses karbonisasi dengan bahan tambah biomassa cangkang kopi.

Hasil pembahasan akan menjadi rujukan untuk mensosialisasikan dan mempublikasikan batu bara limbah PLTU dengan bahan tambah biomassa cangkang kopi untuk dapat dikembangkan dengan biomassa lainnya.

4.3 Kegiatan Tahun 2

Rencana kegiatan pada tahun berikutnya (tahun 2) adalah:

1. Meneruskan pengujian dari biobriket yang telah dihasilkan pada kegiatan tahun 1 untuk pengujian; densitas, dan nilai kalornya.
2. Mengembangkan penelitian pembuatan biobriket yang berbahan dasar bottom ash dengan memvariasi pada bahan biomasanya selain menggunakan cangkang kopi akan dicoba dengan cangkang kapuk dan tempurung kelapa.
3. Mengembangkan variasi komposisi antara bottom ash dan ke tiga biomasanya dan akan dicari komposisi antara bottom ash dan menggunakan biomassa apa yang mempunyai nilai kalor paling tinggi dengan kadar sulfur yang paling rendah.
4. Mencoba menggunakan zat pengikat yang lain, yaitu larutan fenol yang di hasilkan dari asap cair, dan perbandingan dengan zat pengikat yang telah digunakan, yaitu tetes tebu

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Kegiatan penelitian tahun 2 adalah; mengembangkan penelitian pembuatan biobriket yang berbahan dasar bottom ash dengan memvariasi pada biomasnya selain menggunakan cangkang kopi akan perbandingan dengan cangkang kapuk dan tempurung kelapa. Capaian kegiatan tahun 2 tahap 1 ini secara keseluruhan sampai laporan kemajuan ini dibuat telah dicapai progress 100%.

5.1 Capaian kegiatan tahun 2 sebagai berikut

Tabel 1 Capaian kegiatan tahun 2

No	Kegiatan	Keterangan
1	Analisa sampel batu bara limbah PLTU terkait dengan kandungan unsur yang ada	Tercapai
2	Proses cleaning, breaking dan sizing untuk mendapatkan batu bara halus sesuai yang diharapkan	Tercapai
3	Proses karbonisasi untuk meningkatkan karbon tetap (fixed carbon) sekaligus untuk menurunkan kadar air (moisture) dan kadar menguap lainnya (volatile matter)	Tercapai
4	Memvariasi biomassa selain kulit kopi (th 1) digunakan cangkang kapuk dan cangkang kelapa	Tercapai
5	Memvariasi zat pengikat/binder selain tetes tebu (th 1) digunakan larutan fenol yang di hasilkan dari asap cair	Tercapai
6	Pengujian briket yang dihasilkan dilaboratorium UNNES	Tercapai
7	Publikasi pada Jurnal Nasional	Tercapai
8	Diseminasi pada seminar Nasional	Tercapai
9	Pembuatan buku ajar	Tercapai

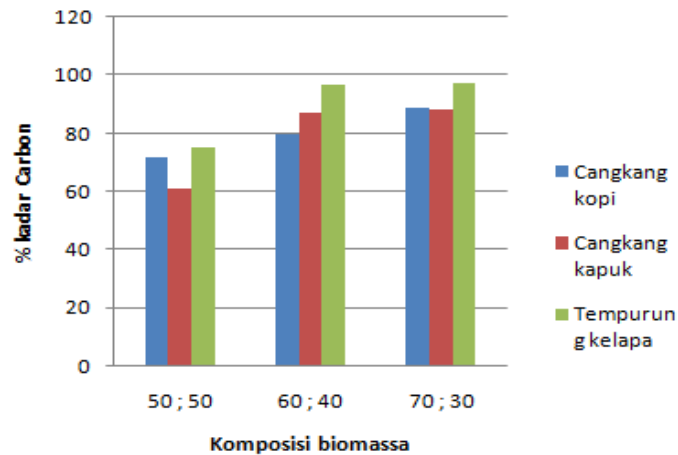
5.2 Hasil pengujian

Perhitungan volume tabung menghasilkan volume briket sebesar $70,65 \text{ cm}^3$. Volume briket tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung massa biomassa dan bottom ash dengan prosentase perbandingan 50 : 50, 60 : 40, dan 70 : 30. Massa jenis arang tempurung kelapa $0,75 \text{ g/cm}^3$, cangkang kopi $0,34 \text{ g/cm}^3$, cangkang kapuk $0,91 \text{ g/cm}^3$ dan bottom ash $1,28 \text{ g/cm}^3$. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pada tabel 2.

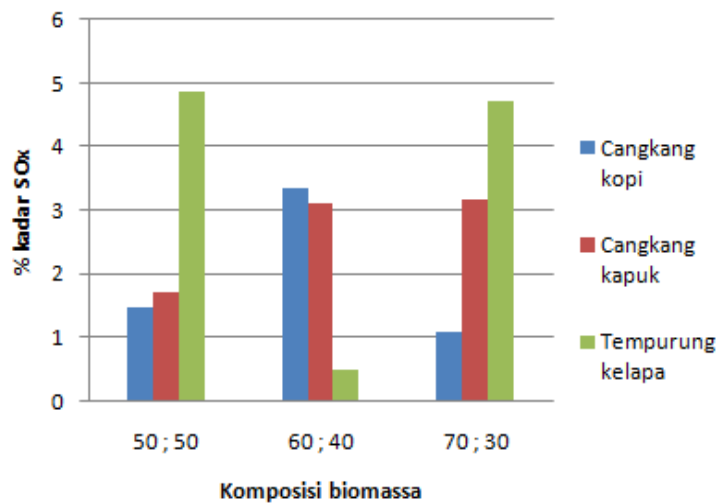
Tabel 2. Pengujian komposisi biobriket

No	Jenis Biomassa	Tipe	Komposisi (%)	Kadar Carbon (%)	Sulfur Oksida (%)	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)
1	Cangkang kopi	A	50 ; 50	71.86	1.47	2.93	35.09
		B	60 ; 40	79.4	3.33	4.18	40.25
		C	70 ; 30	88.67	1.08	4.7	47.92
2	Cangkang kapuk	D	50 ; 50	60.91	1.71	2.57	37.88
		E	60 ; 40	87.13	3.09	2.46	42.37
		F	70 ; 30	88.06	3.16	3.22	48.98
3	Tempurung kelapa	G	50 ; 50	74.98	4.88	2.88	46.38
		H	60 ; 40	96.94	0.48	2.34	50.62
		I	70 ; 30	97.29	4.71	2.83	62.12

Dari tabel 1. diatas menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan biomassa terhadap peningkatan kadar carbon pada briket campuran dengan bottom ash. Dari tabel tersebut di atas diperoleh grafik kadar karbon, kadar sulfur oksida, kadar air dan kadar abu untuk masing-masing komposisi biobriket. Hasil pengujian SEM-EDS menunjukkan prosen karbon terhadap komposisi bio briket sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Peningkatan kadar carbon biomassa cangkang kopi sebesar 9,5% untuk komposisi 50 : 60 dan 10,5% untuk komposisi 60 : 70. Biomassa cangkang kapuk naik 30% pada komposisi 50 : 60 sedangkan penambahan komposisi 60 : 70 sekitar 1%. Begitu juga biomassa tempurung kelapa kadar carbon mengalami kenaikan cukup signifikan sebesar 22% pada komposisi 50 : 60 sedangkan komposisi 60:70 hanya sekitar 1%. Besarnya prosen karbon sangat menentukan nilai panas biobriket. Nilai panas merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan oleh bahan bakar saat terjadi proses oksidasi dari unsur-unsur kimia yang ada di dalam bahan bakar tersebut.



Gambar 1. Prosentase karbon



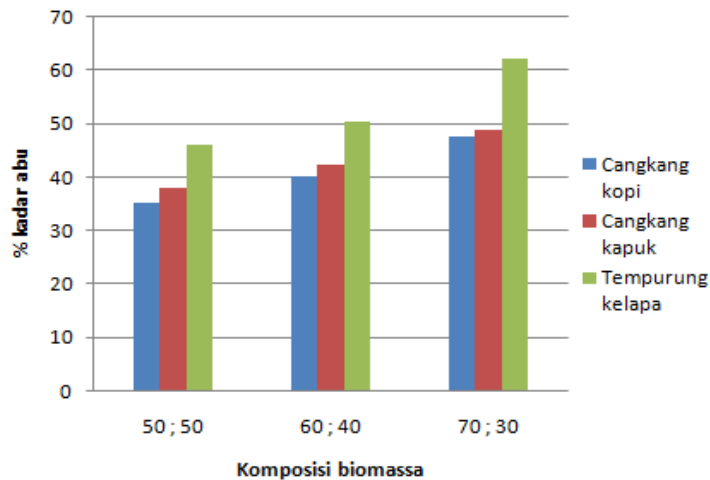
Gambar 2. Prosentase SOx

Sebagaimana diketahui 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 (SO_x). Hal ini untuk memastikan bahwa kadar belerang yang ada masih relatif aman jika biobriket ini digunakan manusia. Pada gambar 6. grafik diatas menunjukkan penambahan biomassa cangkang kopi menurunkan kadar SO_x hingga 1,08 % pada komposisi 70:30. Sedangkan untuk biomassa cangkang kapuk relatif tinggi untuk semua komposisi. Biomassa tempurung kelapa pada komposisi 60 : 40 menunjukkan penurunan kadar SO_x hingga 0,48%. Kadar belerang dalam bakar mampu dapat meningkatkan nilai panasnya.

Kadar abu erat kaitannya dengan inorganik atau garam dalam bahan bakar, abu yang berlebihan pada bahan bakar briket dapat menyebabkan pengendapan kotoran pada peralatan pembakaran serta pencemaran udara. Gambar 7. Menunjukkan peningkatan kadar abu untuk semua komposisi campuran bottom ash dan biomassa. Biomassa arang cangkang kopi mengalami kenaikan rata-rata 11,09%, biomassa arang cangkang kapuk naik rata-rata 9,13% dan arang tempurung kelapa naik rata-rata 11,4%. Nilai kadar abu biobriket menunjukkan nilai linearitas, dimana penambahan biomassa sangat mempengaruhi penambahan prosen kadar abu yang terbentuk.

Pengujian kadar air terhadap komposisi bahan baku briket sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8. Air yang terkandung dalam bahan bakar padat terdiri dari:

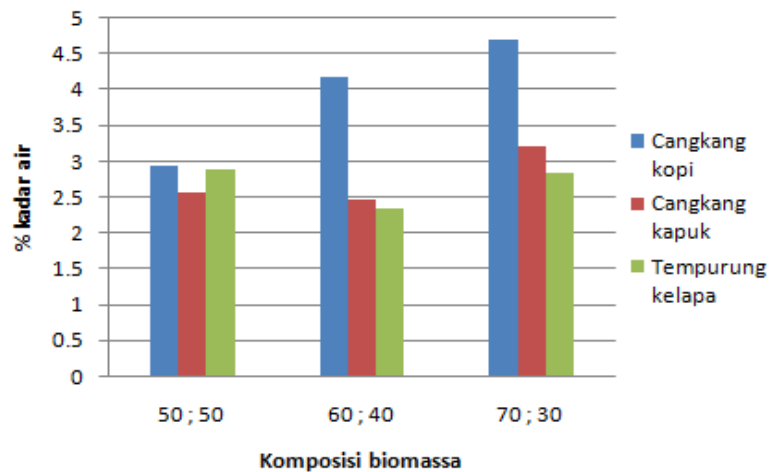
- a. Kandungan air internal atau air kristal, yaitu air yang terikat secara kimiawi.
- b. Kandungan air eksternal atau air mekanikal, yaitu air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis.



Gambar 3. Prosentase abu

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.



Gambar 4. Prosentase kadar air

Hasil pengujian kadar air menunjukkan hasil yang bervariasi, namun jika dikaitkan dengan nilai karbon yang sangat berpengaruh terhadap nilai panas maka komposisi 60:40 untuk semua campuran bottom ash dan biomassa menunjukkan nilai yang cukup signifikan. Biobriket campuran bottom ash dan arang tempurung kelapa menunjukkan nilai kadar air relatif rata-rata 2,68%. Sedangkan nilai kadar air dengan biomassa arang cangkang kapuk rata-rata 2,75% dan arang cangkang kopi rata-rata 3,93%. Perbandingan teoritis antara biobriket dengan batu bara *bituminous* untuk beberapa senyawa terkandung sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan teoritis biobriket dan *bituminous*

No	Jenis bahan bakar	Kadar Carbon %	Kadar air %	Kadar abu %
1	Cangkang kopi	79.9	3.94	41.09
2	Cangkang kapuk	78.7	2.75	43.08
3	Tempurung kelapa	89.8	2.68	53.04
4	Bituminous coal	81.0	3.50	3.5

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa adanya kenaikan yang signifikan terhadap penggunaan jenis biomassa terhadap kadar karbon dan penurunan kadar airnya. Nilai kadar abu menunjukkan bahwa penambahan biomassa akan meningkatkan kadar abu biobriket hingga 15%.

Nilai panas briket biomassa/biobriket dibanding beberapa bahan bakar fosil nilainya lebih rendah. Namun ada beberapa hal yang sangat menguntungkan dari penggunaan biobriket yaitu besarnya potensi biomassa di Indonesia yang merupakan sumber bahan baku,

untuk memproduksinya tidak membutuhkan investasi dan teknologi yang tinggi (*low cost and technology*), merupakan sumber energi terbarukan/hijau (*green energy*), tidak banyak menimbulkan dampak negatif lingkungan baik tanah, air dan udara, dapat dikerjakan sendiri oleh masyarakat maupun *coorporate* dan harga biobriket lebih murah.

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Sebagai bahan bakar, arang lebih menguntungkan dibanding kayu bakar. Arang memberikan kalor pembakaran yang lebih tinggi sebesar 16.900 kj/kg, dan asap yang lebih sedikit. Arang dapat ditumbuk, kemudian dikempa menjadi briket dalam berbagai macam bentuk.

Dari uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa *bottom ash* dapat dijadikan sebagai bahan bakar padat alternatif dengan cara melakukan proses daur ulang untuk selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dengan biomassa lain sehingga nilai panasnya dapat ditingkatkan. Penggunaan biomassa sebagai campuran 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. *Bottom ash* merupakan pengotor dari batu bara yang tidak bisa terbakar sehingga pada proses pembakaran batubara di *boiler* pengotor ini akan jatuh ke bawah menuju tempat penampung limbah

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Komposisi limbah batu bara/*bottom ash* dengan beberapa biomassa merupakan sumber energi terbarukan untuk menggantikan sumber bahan bakar fosil.
2. Kadar carbon campuran *bottom ash* dengan biomassa arang tempurung kelapa naik rata-rata 10,95%, arang cangkang kopi 7.25% dan arang cangkang kapuk 15.0%. Sedangkan senyawa sulfur oksida (SO_x) pada biobriket menunjukkan prosentase berbeda, komposisi terendah pada campuran biobriket 60 : 40 biomassa tempurung kelapa.
3. Kadar air campuran *bottom ash* dengan biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 2.68%, cangkang kulit kopi 3.93% dan cangkang kulit kapuk 2.75%. Sedangkan kadar abu biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 11.41%, cangkang kulit kopi 11.09% dan cangkang kulit kapuk 9.13%.
4. Proses karbonisasi pada bahan baku biobriket mampu menurunkan prosentase senyawa berbahaya khususnya SO_x yang terkandung dalam limbah batu bara.
5. Penambahan biomassa pada biobriket meningkatkan kadar abu hingga 15%.

7.2 Saran

Disarankan mencoba penggunaan biomassa lain sehingga bisa diketahui perbandingan hasil pengujian dari beberapa variasi biomassa.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ari, 2011, Pengaruh slow heating pada saat karbonisasi terhadap kualitas karbon tempurung kelapa, Program studi Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado. American Electric Power, 2004.
- Hartanto, Widiastuti, Ulfin, 2010, Pemanfaatan Limbah Abu Dasar (Bottom ash) sebagai bahan penyerap multifungsi untuk Ammonia dan Organik Pada Air tambak udang serta penyerapan logam berat dari limbah industri pelapisan logam, Research Report, Research Institutions and Community Service, ITS 541.335 Djo p.2009.
- Hardjono, A, 2001, Teknologi minyak bumi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Komarayati, 2013, Arang dan cuka kayu : Produk hasil hutan buka kayu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan hara karbon, Pusat litbang keteknikan hutan, Bogor.
- Misbachul Munir, 2008, Pemanfaatan abu batubara (*fly ash*) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan. Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Muin A Syamsir, 1988, Konversi Energi I, Jakarta, Rajawali Press
- Nur Asni dan Linda Yanti, 2013, Teknologi Pengolahan Arang Tempurung Kelapa, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Napitupulu, FH, 2006, Pengaruh nilai kalor (heating value) suatu bahan bakar terhadap perencanaan volume ruang bakar ketel uap berdasarkan metode penentuan nilai kalor bahan bakar yang dipergunakan, FT-USU, Sumatera.
- Nailul Fauziah, 2009, Pembuatan arang aktif secara langsung dari kulit Acacia mangium wild dengan aktifasi fisika dan aplikasinya sebagai adsorben, IPB, Bogor.
- Suwarto, 2014, Pemanfaatan bottom ash limbah bahan bakar batu bara pada industri tekstil untuk beton massal, Jurusan teknik sipil, Politeknik Negeri Semarang

Lampiran 1 Artikel Ilmiah pada Jurnal Nasional (Jurnal Teknik Undip. Penerbit : Fakultas Teknik Undip, Semarang e-ISSN: 2460-9919).

PENGUJIAN KANDUNGAN KARBON, SULFUR, KADAR AIR DAN KADAR ABU BIOBRIKET CAMPURAN BOTTOM ASH BATU BARA DENGAN BIOMASSA CANGKANG KOPI

Budi Gunawan^{*)}, Sugeng Slamet

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus,
Gondangmanis PO.BOX 53 Bae 5932 Kudus*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat biobriket dari bottom ash limbah PLTU PT. Pura Barutama Kudus dengan biomassa cangkang kopi dan menguji kandungan karbon, sulfur dan kadar abu nya. Metode yang digunakan dengan membuat biobriket dengan beberapa variasi campuran antara bottom ash dan biomassa cangkang kopi dengan komposisi campuran 50:50, 60:40 dan 70:30. Pengikat yang digunakan adalah resin alami yaitu tetes tebu. Kompaksi untuk pengepresan dengan perbandingan 4:2. Pengujian kandungan unsur kimia menggunakan SEM-EDS, dan pengujian kadar air dan kadar abu menggunakan perhitungan perbandingan massa setelah pembakaran dengan sebelum pembakaran dikalikan 100%. Hasil yang didapat menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan biomassa terhadap peningkatan kadar carbon pada briket campuran dengan bottom ash. Prosentase kadar carbon meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi biomasanya dengan prosentase 71,87% pada komposisi 50:50, 79,4% pada komposisi 60:40 dan 88,67% pada komposisi 70:30. Pada pengujian kandungan sulfur, menunjukkan bahwa penambahan biomassa menurunkan kadar SO_x hingga 1,08%. Pada pengujian kadar air menunjukkan semakin tinggi komposisi biomassa semakin tinggi kadar airnya, pada komposisi 50:50 kadar airnya 2,93%, komposisi 60:40 kadar airnya 4,18 dan komposisi 70:30 kadar airnya 4,7%. Demikian juga dengan pengujian kadar abu, semakin tinggi komposisi biomassa semakin tinggi kadar abunya, pada komposisi 50:50 kadar abunya 35,09%, pada komposisi 60:40 kadar abunya 40,25% dan komposisi 70:30 kadar abunya 47,92%.

Kata kunci: *biobriket; bottom ash; biomassa; kadar abu; kandungan karbon; kandungan sulfur*

Abstract

[Testing The Content of Carbon, Sulfur, Moisture And Ash Biobriket Mixed Bottom Ash With Biomass Coffee Shell] The purpose of this research is to make biobriket of bottom ash waste PLTU PT. Pura Barutama Holy with coffee and test shell biomass carbon content, sulfur and ash levels. The methods used to create biobriket with some variation of a mix of bottom ash and biomass mixture composition with a coffee shell 50:50, 60:40 and 70:30. Fastener used is a natural resin that is molasses. Kompaksi for presses with comparison 4:2. Testing the content of chemical elements using SEM-EDS, and testing water content and levels of use of mass comparison calculation of ash after burning with before combustion multiplied by 100%. The results obtained showed the existence of significant influence against the addition of biomass to increased levels of carbon in the mix with briquettes bottom ash. Percentage of carbon levels increased along with the composition meningkatnya biomasanya with 71.87% on the percentage composition of 50:50, 79.4% on the composition of the 60:40 and 88.67% on the composition of 70:30. On testing sulphur content, showing that the addition of biomass decreases levels of SO_x to 1.08%. On testing moisture content shows the higher biomass composition the higher water levels, on the composition of the water levels 50:50 2.93%, the composition of the 60:40 komposisi 4.18 and water levels are 70:30 water kada 4.7%. As well as testing the levels of ash, the higher biomass composition the higher levels of the ashes, on the composition of the 50:50 levels of ashes 35,09%, on the composition of the 60:40 levels of ashes 40.25% and the composition of the 70:30 ashes 47.92% levels

Keywords: *biobriket; bottom ash; biomass; the grey levels; carbon content; sulphur content*

1. Pendahuluan

Bahan bakar pada prinsipnya adalah segala bahan yang dapat dibakar seperti kertas, kayu, ampas dan minyak tanah. Menurut asalnya dibedakan atas bahan bakar primer (*natural fuel*) dan bahan bakar sekunder (*prepared fuel*). Bahan bakar primer merupakan bahan bakar yang dapat langsung digunakan seperti gas alam, kayu, dan batu bara, sedangkan bahan bakar sekunder diperoleh dari bahan bakar primer yang telah diolah seperti gas oven, gas air, bahan bakar minyak dan briket (Muin, 1988).

Briket adalah bahan bakar padat yang mampu menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah dan gas elpiji. Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan kimia. Sebagai contoh adalah karakteristik densitas, ukuran briket, kandungan air, nilai kalor dan energi per satuan volume. Bioarang adalah arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara (pirolisis) sedangkan biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup. Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar, tetapi kurang efisien (Fachry, 2010)

Biomassa cangkang kopi sangat layak untuk dijadikan bahan bakar alternatif/briket karena biomassa cangkang kopi yang telah dihaluskan dan dipress mampu menyala sempurna selama 90 menit per 0,25 kg massa briket. Disatu sisi, biomassa cangkang kopi hasil pengolahan buah kopi sampai menjadi bijih kopi juga menumpuk dan belum dimanfaatkan. Kadar air kopi untuk dapat di kupas adalah sekitar 10-13% hal ini menunjukkan juga bahwa cangkang kopi telah mengalami penurunan kadar air sebagai syarat utama bahan bakar alternatif. (Danarti dkk, 1995).

Lubis (2011) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket bioarang adalah berat jenis bahan baku atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, tekanan pengempaan, dan pencampuran formula bahan baku briket. Selain itu, briket bioarang juga harus mudah dinyalakan, emisi gas dari hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air. Briket yang baik juga harus memenuhi standard yang telah ditentukan, hal ini berguna sebagai data pembandingan, sehingga dapat diketahui kualitas briket yang dihasilkan. Standar kualitas briket dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Kualitas Briket (Paisal, 2012)

Sifat (%)	Permen	SNI	Jepang	Inggris
	ESDM	No.1/6235/ 2000		
	No.47/2006			
Moisture	≤ 15	≤ 8	6-8	3-4
Ash	≤ 10	≤ 8	5-7	8-10
Volatile	sesuai bahan baku	≤ 15	15-30	16.4
Carbon	sesuai bahan baku	≥ 77	60-80	75

Salah satu limbah batu bara PLTU adalah *bottom ash*. Salah satu pabrik besar yang ada di Kudus yaitu PT. Pura Barutama dalam membangkitkan power plantnya menggunakan batu bara yang dalam proses pembakarannya menyisakan limbah *bottom ash* dalam jumlah yang banyak dan sementara ini belum termanfaatkan dengan baik bahkan justru menjadi pencemar lingkungan. Di satu sisi di daerah pegunungan Muria yang berlokasi di selatan Kota Kudus merupakan daerah yang banyak menghasilkan kopi. Kopi ini juga mempunyai limbah yaitu cangkangnya yang juga sementara ini belum termanfaatkan dengan baik. Dua limbah tersebut sebetulnya bisa dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif yang berupa biobriket. (Gunawan, 2015)

2. Metode pembuatan dan pengujian biobriket

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket adalah limbah abu batubara pada boiler berupa *bottom ash* dan biomassa berupa cangkang kopi. Untuk menghasilkan produk specimen biobriket dilakukan proses karbonisasi biomassa, yang mana dilakukan proses pemanasan dengan temperatur sebesar 300oC dalam bejana tertutup yang memungkinkan oksigen sangat sedikit. Proses ini hanya meninggalkan carbon sebagai residu. Proses ini sangat efektif untuk menghilangkan kandungan zat terbang serta kadar air.

Dalam penelitian ini digunakan bahan *bottom ash* yang berasal dari pembakaran batubara yang tidak sempurna, jenis batu bara yang digunakan adalah batubara sub bituminous. Sub bituminous merupakan kelas batu bara yang memiliki kandungan kalori antara 5700 - 6100 kcal/kg, sulfur 0.9 % kadar air 8%-10% dari beratnya. Untuk mengikat partikel arang biomassa dan *bottom ash* menggunakan resin alam/ tetes tebu.



Gambar 1. Unit reaktor karbonisasi

^{*)} Penulis Korespondensi.

E-mail: budi.gunawan@umk.ac.id

Jenis pengujian yang dilakukan meliputi : Pengujian senyawa menggunakan SEM-EDS, pengujian kadar air dan pengujian kadar abu. Komposisi brikiet terdiri atas campuran bottom ash dan biomassa sebagai berikut : 50 : 50 ; 60 : 40 ; 70 : 30 dalam prosen berat dengan pengikat resin alami tetes tebu. Proses fabrikasi brikiet yang dilakukan meliputi : pengeringan bahan, karbonisasi, penggilingan menjadi serbuk, pengayakan, blending dan mixing, dan pengepresan dengan perbandingan kompaksi 4:2.



Gambar 2. Cetakan biobrikiet

Volume cetakan 70,65 cm³, untuk menentukan komposisi berat masing-masing komponen dinyatakan dengan: $m = \rho \times V$(1)

Selanjutnya specimen biobrikiet dilakukan pengujian meliputi :

1. Pengujian SEM- EDS
2. Pengujian kadar air

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

$$KA1 = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

$$KA2 = \frac{c - d}{b - a} \times 100\%$$

Kadar air sesungguhnya = $KA1 + KA2 - (KA1 \times KA2)/100$ (2)

3. Pengujian kadar abu

$$\text{Kadar Abu Total} = \frac{\text{Massa Abu Total}}{\text{Massa Sampel}} \times 100\% \dots(3)$$

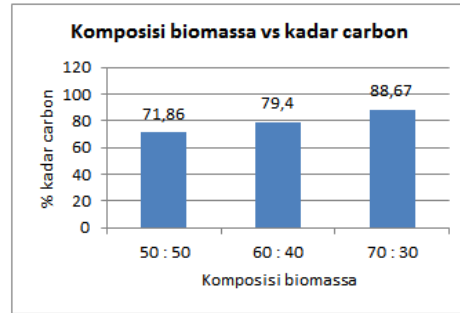
3. Hasil pengujian kandungan senyawa

Perhitungan volume tabung menghasilkan volume brikiet sebesar 70,65 cm³. Volume brikiet 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 g/cm³ dan bottom ash 1.28 g/cm³. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian komposisi biobrikiet

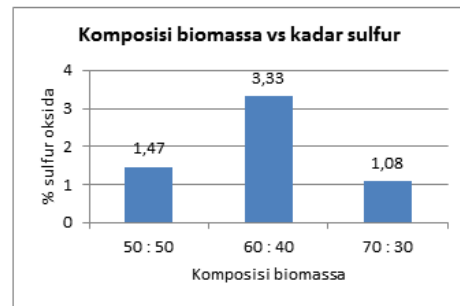
Komposisi biomassa-bottom ash (%)	Carbon (%)	Sulfur (%)	Moisture (%)	Ash (%)
50 : 50	71.86	1.47	2.93	35.09
60 : 40	79.4	3.33	4.18	40.25
70 : 30	88.67	1.08	4.7	47.92

Dari tabel 2 diatas menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan biomassa terhadap peningkatan kadar carbon pada brikiet campuran dengan bottom ash.



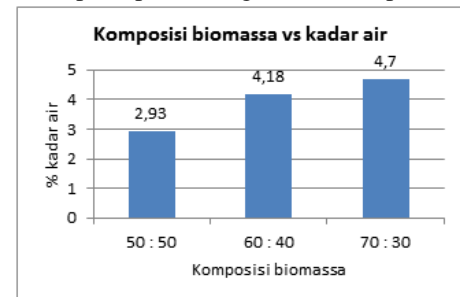
Gambar 3. Grafik komposisi biomassa vs kadar carbon

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa prosentase kadar carbon meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi biomasanya, kadar karbon ini mempengaruhi nilai panas dari biobrikiet.



Gambar 4. Grafik komposisi biomassa vs kadar sulfur

Sebagaimana diketahui 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 biobrikiet juga perlu dilakukan pengujian kadar sulfur oksida (SO_x). Hal ini untuk memastikan bahwa kadar belerang yang ada masih relatif aman jika biobrikiet ini digunakan manusia. Pada gambar 5 grafik diatas menunjukkan penambahan biomassa cangkang kopi menurunkan kadar SO_x hingga 1,08 % pada komposisi 70:30. Kadar belerang dalam bakar mampu dapat meningkatkan nilai panasnya.



Gambar 5. Grafik komposisi biomassa vs kadar air

Pengujian kadar air terhadap komposisi bahan baku brikiet sebagaimana ditunjukkan pada

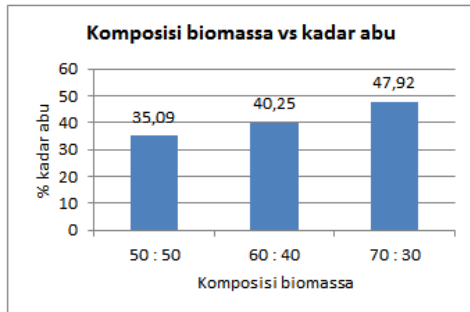
gambar 5 menunjukkan bahwa prosentase kadar air meningkat dengan meningkatnya komposisi biomassa. Air yang terkandung dalam bahan bakar padat terdiri dari:

- 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

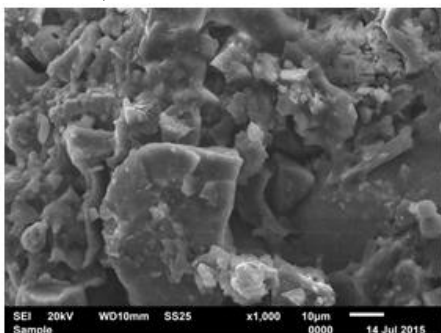
Hasil pengujian kadar air menunjukkan hasil yang bervariasi, namun jika dikaitkan dengan nilai karbon yang sangat berpengaruh terhadap nilai panas maka komposisi 60:40 menunjukkan nilai yang cukup signifikan. Biobriket campuran bottom ash dan arang cangkang kopi rata-rata 3,93%.



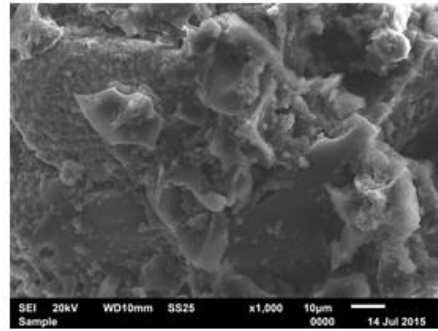
Gambar 6. Grafik komposisi biomassa vs kadar abu

Gambar 6. 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.

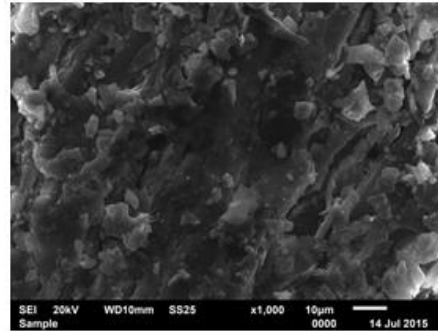
Hasil SEM EDS berbagai komposisi biomassa dan bottom ash sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;



Gambar 7. SEM komposisi 50 : 50



Gambar 8. SEM komposisi 60 : 40



Gambar 9. SEM komposisi 70 : 30

Dari uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa bottom ash dapat dijadikan sebagai bahan bakar padat alternatif dengan cara melakukan proses daur ulang untuk selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dengan biomassa lain sehingga nilai panasnya dapat ditingkatkan. Penggunaan biomassa sebagai campuran 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 sisi keekonomiannya, penggunaan biobriket dapat menghemat sebesar 70% lebih murah dibanding dengan bahan bakar minyak tanah/kerosine. Sedangkan untuk bahan bakar gas/LPG, masyarakat dapat lebih hemat sebesar 93,2% dan 66,7% lebih hemat dibanding menggunakan briket batu bara murni. Kita mengakui nilai kalor yang dihasilkan biobriket lebih rendah dibanding berbagai bahan bakar tersebut diatas. Nilai panas biobriket hasil penelitian terapan ini lebih rendah 53,6% dari kerosine, 63,4% dari LPG dan 31,7% dari briket batu bara. Sebagai sumber energi non fosil yang lebih ramah lingkungan, biobriket tetap menjadi alternatif bahan bakar yang prospektif.

4. Kesimpulan

1. Komposisi limbah batu bara/bottom ash dengan biomassa merupakan sumber bahan bakar alternatif untuk menggantikan sumber bahan bakar fosil.
2. Kadar carbon campuran bottom ash dengan biomassa arang cangkang kopi naik rata-rata 7.25% Sedangkan senyawa sulfur oksida (SOx) pada biobriket menunjukkan prosentase berbeda,

- komposisi terendah pada campuran biobriket 70 : 30.
3. 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%.
 4. 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 2016 dengan nomor kontrak 008/K6/KM/SP2H/RisetTerapan/2016.

Daftar Pustaka

- Danarti, Sri Najiati, 1995, "Kopi, Budidaya dan Penanganan kopi Pasca Panen", Penebar Swadaya, Jakarta
- Fachry, A. Rasyidi., Sari, Tuti Indah., Dipura, Arco Yudha dan Jasril Najamudin, Teknik

Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat Pedesaan, ISBN:978-979-95620-6-7, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, 2010.

- Gunawan, B., Slamet, S., and Syahroni, A., 2015. Perbandingan Nilai Kalor Biobriket Yang Terbuat Dari Bottom Ash Limbah PLTU dan Biomassa Cangkang Kopi Dengan Variasi Komposisi dan Jenis Pengikat Yang Berbeda. *Teknik*, 36 (2), 81–84.
- Lubis, H. Amri. 2011. UJI Variasi Komposisi Bahan Pembuat Briket Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian. Fakultas Pertanian. Sumatera Utara: USU.
- Muin A Syamsir, 1988, Konversi Energi I, Jakarta, Rajawali Press
- Paisal dan Karyani, M.Said. 2014. Analisa Kualitas Briket Arang Kulit Durian Dengan Campuran Kulit Pisang Pada Berbagai Komposisi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurusan Teknik Mesin. Ambon: Poltek

The screenshot shows the journal's website interface. At the top, there is a navigation menu with links: HOME, ABOUT, USER HOME, SEARCH, CURRENT, ARCHIVES, ANNOUNCEMENTS, AIMS AND SCOPE, EDITORIAL BOARD, AUTHOR GUIDELINES, PUBLICATION ETHICS, INDEXING & ABSTRACTING, and GOOGLE SCHOLAR PROFILE. The main header features the journal title 'TEKNIK' in large red letters, with the subtitle 'MEDIA KOMUNIKASI ILMU DAN PROFESI BIDANG KEREKAYASAAN' and the ISSN information: p-ISSN: 0852-1697 and e-ISSN: 2460-9919. The URL is http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik.

On the left side, there are three user-related boxes:

- USER:** You are logged in as... budi02_umk. Links: My Journals, My Profile, Log Out.
- AUTHOR Submissions:** Active (1), Archive (1), New Submission.
- NOTIFICATIONS:** View, Manage.

The main content area shows the 'Active Submissions' page for the author. It includes a breadcrumb trail: Home > User > Author > Active Submissions. Below this, there is a table with the following data:

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
11621	09-08-2016	ART	Gunawan	TESTING THE CONTENT OF CARBON, SULFUR, MOISTURE AND ASH...	Awaiting assignment

Below the table, it indicates '1 - 1 of 1 Items'. There is a link to 'Start a New Submission' and a note: 'CLICK HERE to go to step one of the five-step submission process.' At the bottom, there is a section for 'Rebacks'.

BIOBRIKET CAMPURAN BOTTOM ASH BATU BARA LIMBAH PLTU DAN BIOMASSA MELALUI PROSES KARBONISASI SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Sugeng Slamet¹⁾, Budi Gunawan²⁾

¹ Progdi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Jl. Gondang manis Po.Box 53, Bae-Kudus- Indonesia

² Progdi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Email : Sugengteknik@gmail.com

Abstrak

Batu bara masih merupakan bahan bakar unggulan sebagai sumber energi bagi sejumlah pembangkitan listrik/power plant di Indonesia. Ada beberapa keunggulan yang dimilikinya, selain ketersediaannya yang melimpah, proses produksi yang relatif sederhana, harga murah juga memiliki nilai panas yang sangat tinggi untuk jenis antrasite. Indonesia sebagai negara tropis juga kaya akan sumber energi hayati berupa biomassa yang dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai macam bahan bakar baik padat, gas maupun cair. Salah satunya adalah produk energi biomassa berupa biobriket. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa potensi limbah biomassa dengan bottom ash dengan beberapa komposisi terhadap sifat fisis dan kimia yang dimiliki, untuk referensi sebagai bahan bakar padat alternatif.

Metode penelitian yang dilakukan adalah mengolah campuran bottom ash di PLTU Tanjung Jati Kabupaten Jepara jenis sub bituminous yang dikombinasi dengan beberapa biomassa melalui proses karbonisasi. Biomassa yang digunakan meliputi tempurung kelapa, cangkang buah kopi dan cangkang kapuk. Biomassa dan bottom ash yang telah dibuat serbuk, selanjutnya dilakukan proses kompaksi dengan tekanan kompaksi 4 : 2. Komposisi biomassa dan bottom ash terdiri 50 : 50 ; 60 : 40 ; 70 : 30 dalam prosen berat. Pengujian yang dilakukan dari biobriket campuran bottom ash dan biomassa ini adalah komposisi senyawa, kadar air, kadar abu terhadap nilai teoritis batu bara jenis bituminous..

Hasil pengujian menggunakan SEM-EDS menunjukkan pengurangan prosen berat bottom ash menaikkan kadar carbon dan menurunkan senyawa SOx pada semua komposisi biobriket. Kadar carbon campuran bottom ash dengan biomassa arang tempurung kelapa naik rata-rata 10,95%, arang cangkang kopi 7.25% dan arang cangkang kapuk 15.0%. Sedangkan senyawa sulfur oksida (SOx) pada biobriket menunjukkan prosentase berbeda, komposisi terendah pada campuran biobriket 60 : 40 biomassa tempurung kelapa. Kadar air campuran bottom ash dengan biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 2.68%, cangkang kulit kopi 3.93% dan cangkang kulit kapuk 2.75%. Sedangkan kadar abu biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 11.41%, cangkang kulit kopi 11.09% dan cangkang kulit kapuk 9.13%. Penambahan biomassa pada biobriket meningkatkan kadar abu hingga 15%.

Kata kunci : biomassa, bottom ash, biobriket, kadar air, kadar abu

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar untuk keperluan rumah tangga maupun industri dari tahun ke tahun semakin meningkat. Sementara itu ketersediaan bahan bakar minyak dan gas selain harganya terus meningkat juga produksi dan distribusinya sering terkendala. Bahan bakar sudah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat untuk menggerakkan roda perekonomian bangsa. Selain untuk keperluan sehari-hari bagi rumah tangga, bahan bakar juga merupakan sumber energi untuk menggerakkan mesin-mesin produksi bagi industri kecil menengah/IKM. Pada kalangan industri, usahawan kecil menengah dan rumah tangga, bahan bakar merupakan bahan baku produksi yang harus ada. Kenaikan bahan bakar akan menjadi tekanan ekonomi bagi mereka.

Di sisi lain pemerintah terus mendorong program kemandirian energi berbasis potensi daerah yang ada. Hal ini bertujuan mengurangi ketergantungan masyarakat akan penggunaan bahan bakar minyak dan terus mengupayakan konversi energi ke bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan potensi lokal yang dapat dikembangkan. Penciptaan bahan bakar alternatif melalui program konversi energi yang memungkinkan untuk diupayakan adalah dengan memanfaatkan

potensi lokal yang selama ini kurang diperhatikan. Bahan bakar batu bara yang digunakan pada power plant berpotensi menghasilkan limbah abu yang diperkirakan masih menyimpan energi panas yang relatif besar. Potensi limbah batubara dari beberapa power plant terdekat dari Universitas Muria Kudus yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku adalah PLTU Tanjung jati A dan B, Pura Power Plant, PLTU di Sluke – Rembang.

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. Adapun komposisi bahan bakar padat (Syamsir, 1988) pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan bakar padat

Fuel	Ultimate Analysis						Gross HV Kcal/Kg
	Carbon	Hydrogen	Oksigen	Nitrogen	Sulfur	Ash	
Wood	48.5	6.0	43.5	0.5	-	1.5	2500
Peat	58.0	6.3	30.5	0.9	-	4.0	3500
Lignite	66.0	5.0	20.0	1.0	3.5	3.5	5000
Bituminous	81.0	5.0	8.0	1.5	1.0	3.5	7500
Anthrasite	91.0	3.0	2.5	0.5	0.5	2.5	8500

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 (*pozzolan*) dengan komposisi kimia utama SiO₂, Al₂O₃, MgO, dan komposisi pendukung CaO, NaO dan Fe₂O₃ (American Electric Power, 2004). 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 % (Misbachul Munir, 2008). Beberapa logam berat yang terkandung dalam abu batubara seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), kadmium (Cd), chrom (Cr).

Abu dasar memiliki warna gelap, dengan ukuran butiran (partikel) 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).

Bottom Ash masih memiliki nilai kalori 3000 kkal/kg (Suwanto, 2014). *Bottom ash* merupakan limbah berupa abu dasar yang memiliki massa yang lebih tinggi dari *fly ash*.



Gambar 1. Biobriket

Komponen utama dari *bottom ash* adalah oksida-oksida/mineral yang mengandung silika, aluminium, besi, kalsium, natrium dan magnesium. Komponen-komponen tersebut sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan sekitar, oleh sebab itu diperlukan penanganan terhadap limbah *bottom ash* ini (Hartanto, widiastruti, ulfin. 2010).

Batubara yang terbakar kurang sempurna atau dengan perkataan lain masih ada karbon yang tersisa. *Ash* yang terbentuk terutama *bottom ash* masih memiliki kandungan kalori 3000- 3600 kkal/kg. Di beberapa negara, *bottom ash* / berupa bara yg tak terbakar habis (*pyrites*) digunakan sebagai bahan bakar untuk tungku pandai besi, pembakaran kapur. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Di Indonesia, biomassa merupakan sumber daya alam yang sangat penting dengan berbagai produk primer sebagai serat, kayu, minyak, bahan pangan dan lain-lain yang selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik juga diekspor dan menjadi tulang punggung penghasil devisa negara.

Penanganan limbah sangat dianjurkan menggunakan teknik 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Briket yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah komposisi antara *bottom ash* dengan biomassa tempurung kelapa, cangkang kulit kopi dan cangkang kulit kapuk. Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penggerusan, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu. Tujuan dari pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan (Titin, 2013). Arang merupakan residu hitam berbentuk padatan berpori yang mengandung 85- 95% karbon, dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen *volatile* dari bahan-bahan yang mengandung karbon melalui pemanasan pada suhu tinggi. Komarayati (2013) mendefinisikan bahwa arang adalah residu berwarna hitam hasil pembakaran pada keadaan tanpa oksigen yang mengandung karbon yang berbentuk padat dan berpori, seperti kayu atau bahan biomaterial lainnya. Sebagian pori –pori masih tetap tertutup dengan hidrokarbon, dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen dan sulfur.

Arang merupakan produk setengah jadi dalam pembuatan arang aktif dan kualitas arang aktif yang dihasilkan diantaranya dipengaruhi oleh kesempurnaan proses pengarangan. Pengarangan merupakan salah satu dari proses termokimia yang dapat mengkonversi biomassa menjadi arang (Nailul F, 2009).

Briket batubara karbonisasi ; briket jenis ini mempunyai karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan briket non karbonisasi, hal ini disebabkan sebagian besar *volatile matter*nya sudah hilang atau berubah menjadi senyawa karbon di dalam briketnya. Nilai kalor yang ditimbulkan lebih tinggi, kadar belerang rendah sehingga mengurangi polusi dalam penggunaannya. Suatu cara untuk pemanfaatan biomassa ialah dengan pirolisa (*pyrolysis*) yaitu suatu proses pemanasan bahan baku secara bebas udara, sehingga tidak ada oksidasi. Cara ini menghasilkan suatu bahan bakar yang dapat mempunyai bentuk benda padat, cair atau gas. Bahan bakar padat akan berupa arang, sebagaimana dikemukakan sebelumnya (As'ari, 2011). Upaya selanjutnya adalah melakukan analisis kelayakan limbah batubara tersebut sebagai bahan baku pembuatan briket halus dengan kadar sulfur rendah. Bahan bakar ini dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar minyak terutama untuk kebutuhan rumah tangga dan industri kecil menengah.

2. METODOLOGI

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket adalah limbah abu batubara pada boiler berupa *bottom ash* dan biomassa berupa tempurung kelapa, cangkang kapuk dan cangkang kopi.

Untuk menghasilkan produk specimen biobriket dilakukan proses karbonisasi biomassa, yang mana dilakukan proses pemanasan dengan temperatur sebesar 300°C dalam bejana tertutup

yang memungkinkan oksigen sangat sedikit. Proses ini hanya meninggalkan carbon sebagai residu. Proses ini sangat efektif untuk menghilangkan kandungan zat terbang serta kadar air.

Dalam penelitian ini kami menggunakan bahan *bottom ash* yang berasal dari pembakaran batubara yang tidak sempurna, jenis batu bara yang digunakan adalah batubara *bituminous*. Untuk mengikat partikel arang biomassa dan *bottom ash* menggunakan resin alam/ tetes tebu.



Gambar 2. Unit reaktor karbonisasi

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. Reaktor pirolisis (tungku dan tabung pengarangan).
2. *Thermometer Infrared*
3. Penumbuk arang
4. Ayakan mesh 400.
5. Timbangan digital
6. Cetakan briket
7. Mesin press
8. Oven pemanas
9. Pengukur kadar air
10. SEM-EDS

Bahan baku yang digunakan biomassa terdiri : tempurung kelapa, tempurung kapuk, cangkang kulit kopi dan *bottom ash* PLTU Tanjung jati-Jepara.

Jenis pengujian yang dilakukan meliputi : Pengujian senyawa menggunakan SEM-EDS, pengujian kadar air dan pengujian kadar abu.

Komposisi biobriket terdiri atas campuran *bottom ash* dan biomassa sebagai berikut : 50 : 50 ; 60 : 40 ; 70 : 30 dalam prosen berat dengan pengikat resin alami tetes tebu.

Proses fabrikasi biobriket yang dilakukan meliputi : pengeringan bahan, karbonisasi, penggilingan menjadi serbuk, pengayakan, *blending dan mixing*, dan pengepresan dengan perbandingan kompaksi 4:2.

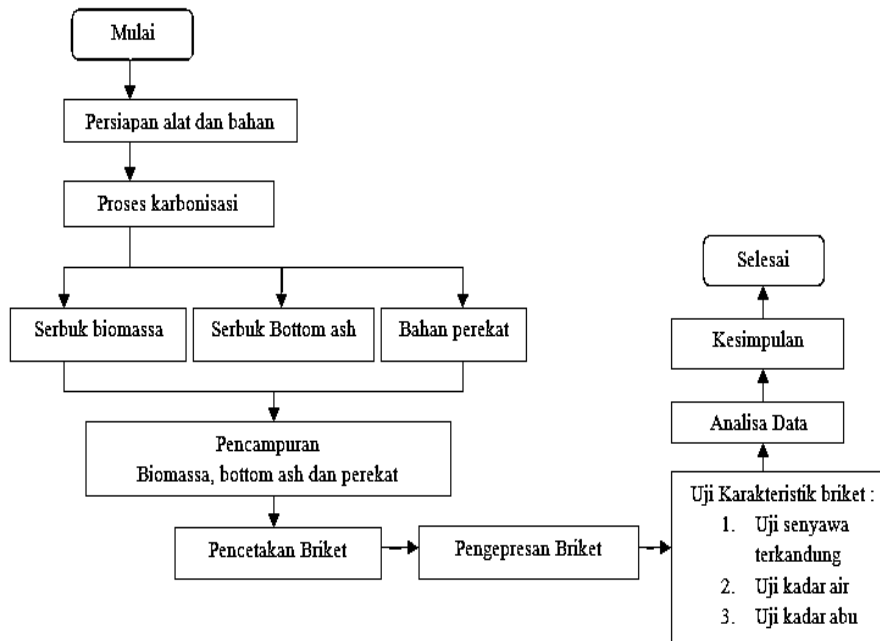


Gambar 3. Cetakan biobriket

Volume cetakan 70,65 cm³, untuk menentukan komposisi berat masing-masing komponen dinyatakan dengan :

$$m = \rho \times V \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan metode yang kami lakukan sebagaimana ditunjukkan gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Selanjutnya specimen biobriket dilakukan pengujian meliputi :

4. Pengujian SEM- EDS
5. Pengujian kadar air

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

$$KA1 = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

$$KA2 = \frac{c - d}{b - a} \times 100\%$$

Kadar air sesungguhnya =

$$KA1 + KA2 - (KA1 \times KA2)/100 \dots\dots\dots(2)$$

6. Pengujian kadar abu

$$\text{Kadar Abu Total} = \frac{\text{Massa Abu Total}}{\text{Massa Sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

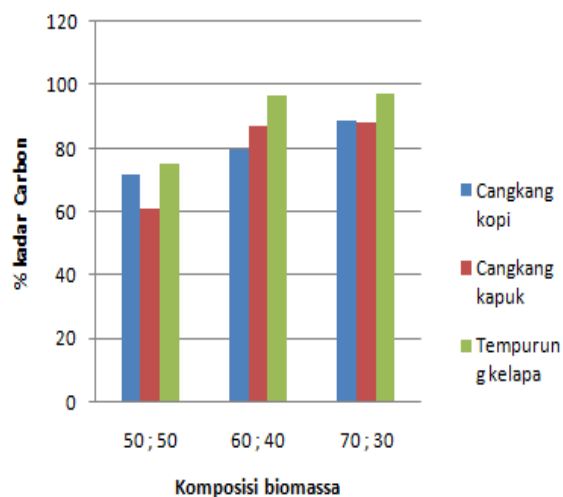
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan volume tabung menghasilkan volume briket sebesar 70,65 cm³. Volume briket tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung massa biomassa dan bottom ash dengan prosentase perbandingan 50 : 50, 60 : 40, dan 70 : 30. Massa jenis arang tempurung kelapa 0.75 g/cm³, cangkang kopi 0.34 g/cm³, cangkang kapuk 0,91 g/cm³ dan bottom ash 1.28 g/cm³. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pada tabel 2.

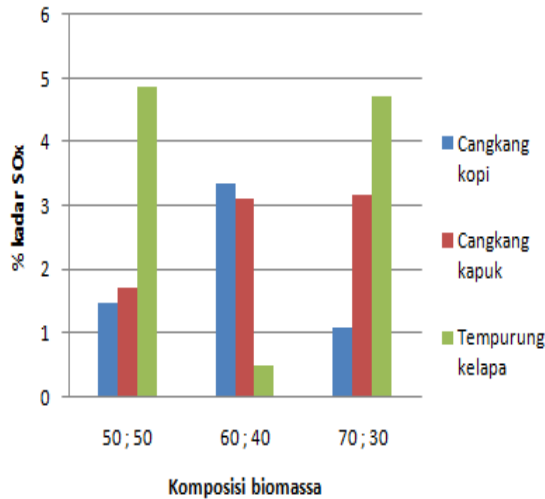
Tabel 2. Pengujian komposisi biobriket

No Jenis Biomassa	Tipe	Komposisi (%)	Kadar Carbon (%)	Sulfur Oksida (%)	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)
1	Cangkang kopi	A 50 ; 50	71.86	1.47	2.93	35.09
		B 60 ; 40	79.4	3.33	4.18	40.25
		C 70 ; 30	88.67	1.08	4.7	47.92
2	Cangkang kapuk	D 50 ; 50	60.91	1.71	2.57	37.88
		E 60 ; 40	87.13	3.09	2.46	42.37
		F 70 ; 30	88.06	3.16	3.22	48.98
3	Tempurung kelapa	G 50 ; 50	74.98	4.88	2.88	46.38
		H 60 ; 40	96.94	0.48	2.34	50.62
		I 70 ; 30	97.29	4.71	2.83	62.12

Dari tabel 2. diatas menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan biomassa terhadap peningkatan kadar carbon pada briket campuran dengan bottom ash. Dari tabel tersebut di atas diperoleh grafik kadar karbon, kadar sulfur oksida, kadar air dan kadar abu untuk masing-masing komposisi biobriket. Hasil pengujian SEM-EDS menunjukkan prosen karbon terhadap komposisi bio briket sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Peningkatan kadar carbon biomassa cangkang kopi sebesar 9,5% untuk komposisi 50 : 60 dan 10,5% untuk komposisi 60 : 70. Biomassa cangkang kapuk naik 30% pada komposisi 50 : 60 sedangkan penambahan komposisi 60 : 70 sekitar 1%. Begitu juga biomassa tempurung kelapa kadar carbon mengalami kenaikan cukup signifikan sebesar 22% pada komposisi 50 : 60 sedangkan komposisi 60:70 hanya sekitar 1%. Besarnya prosen karbon sangat menentukan nilai panas biobriket. Nilai panas merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan oleh bahan bakar saat terjadi proses oksidasi dari unsur-unsur kimia yang ada di dalam bahan bakar tersebut (Napitupulu, 2006).



Gambar 5. Prosentase karbon



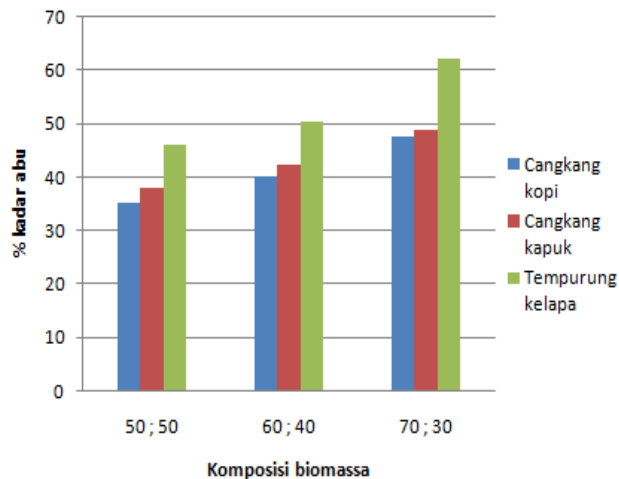
Gambar 6. Prosentase SOx

Sebagaimana diketahui 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 (SO_x). Hal ini untuk memastikan bahwa kadar belerang yang ada masih relatif aman jika biobriket ini digunakan manusia. Pada gambar 6. grafik diatas menunjukkan penambahan biomassa cangkang kopi menurunkan kadar SO_x hingga 1,08 % pada komposisi 70:30. Sedangkan untuk biomassa cangkang kapuk relatif tinggi untuk semua komposisi. Biomassa tempurung kelapa pada komposisi 60 : 40 menunjukkan penurunan kadar SO_x hingga 0,48%. Kadar belerang dalam bakar mampu dapat meningkatkan nilai panasnya (Hardjono, 2001).

Kadar abu erat kaitannya dengan inorganik atau garam dalam bahan bakar, abu yang berlebihan pada bahan bakar briket dapat menyebabkan pengendapan kotoran pada peralatan pembakaran serta pencemaran udara. Gambar 7. Menunjukkan peningkatan kadar abu untuk semua komposisi campuran bottom ash dan biomassa. Biomassa arang cangkang kopi mengalami kenaikan rata-rata 11,09%, biomassa arang cangkang kapuk naik rata-rata 9,13% dan arang tempurung kelapa naik rata-rata 11,4%. Nilai kadar abu biobriket menunjukkan nilai linearitas, dimana penambahan biomassa sangat mempengaruhi penambahan prosen kadar abu yang terbentuk.

Pengujian kadar air terhadap komposisi bahan baku briket sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8. Air yang terkandung dalam bahan bakar padat terdiri dari:

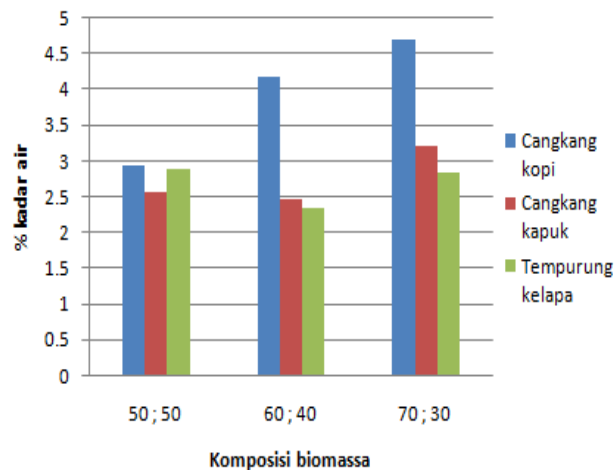
- a. Kandungan air internal atau air kristal, yaitu air yang terikat secara kimiawi.
- b. Kandungan air eksternal atau air mekanikal, yaitu air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis.



Gambar 7. Prosentase abu

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:

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



Gambar 8. Prosentase kadar air

Hasil pengujian kadar air menunjukkan hasil yang bervariasi, namun jika dikaitkan dengan nilai karbon yang sangat berpengaruh terhadap nilai panas maka komposisi 60:40 untuk semua campuran bottom ash dan biomassa menunjukkan nilai yang cukup signifikan. Biobriket campuran bottom ash dan arang tempurung kelapa menunjukkan nilai kadar air relatif rata-rata 2,68%. Sedangkan nilai kadar air dengan biomassa arang cangkang kapuk rata-rata 2,75% dan arang cangkang kopi rata-rata 3,93%. Perbandingan teoritis antara biobriket dengan batu bara *bituminous* untuk beberapa senyawa terkandung sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan teoritis biobriket dan *bituminous*

No	Jenis bahan bakar	Kadar Carbon %	Kadar air %	Kadar abu %
1	Cangkang kopi	79.9	3.94	41.09
2	Cangkang kapuk	78.7	2.75	43.08
3	Tempurung kelapa	89.8	2.68	53.04
4	Bituminous coal	81.0	3.50	3.5

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa adanya kenaikan yang signifikan terhadap penggunaan jenis biomassa terhadap kadar karbon dan penurunan kadar airnya. Nilai kadar abu menunjukkan bahwa penambahan biomassa akan meningkatkan kadar abu biobriket hingga 15%.

Nilai panas briket biomassa/biobriket dibanding beberapa bahan bakar fosil nilainya lebih rendah. Namun ada beberapa hal yang sangat menguntungkan dari penggunaan biobriket yaitu besarnya potensi biomassa di Indonesia yang merupakan sumber bahan baku, untuk memproduksinya tidak membutuhkan investasi dan teknologi yang tinggi (*low cost and technology*), merupakan sumber energi terbarukan/hijau (*green energy*), tidak banyak menimbulkan dampak negatif lingkungan baik tanah, air dan udara, dapat dikerjakan sendiri oleh masyarakat maupun *coorporate* dan harga biobriket lebih murah.

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Sebagai bahan bakar, arang lebih menguntungkan dibanding kayu bakar. Arang memberikan kalor pembakaran yang lebih tinggi sebesar 16.900 kJ/kg, dan asap yang lebih sedikit. Arang dapat ditumbuk, kemudian dikempa menjadi briket dalam berbagai macam bentuk (Nur Asni, 2013).

Dari uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa *bottom ash* dapat dijadikan sebagai bahan bakar padat alternatif dengan cara melakukan proses daur ulang untuk selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dengan biomassa lain sehingga nilai panasnya dapat ditingkatkan. Penggunaan biomassa sebagai campuran 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. *Bottom ash* merupakan pengotor dari batu bara yang tidak bisa terbakar sehingga pada proses pembakaran batubara di *boiler* pengotor ini akan jatuh ke bawah menuju tempat penampung limbah.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Komposisi limbah batu bara/*bottom ash* dengan beberapa biomassa merupakan sumber energi terbarukan untuk menggantikan sumber bahan bakar fosil.
2. Kadar carbon campuran *bottom ash* dengan biomassa arang tempurung kelapa naik rata-rata 10,95%, arang cangkang kopi 7.25% dan arang cangkang kapuk 15.0%. Sedangkan senyawa sulfur oksida (SOx) pada biobriket menunjukkan prosentase berbeda, komposisi terendah pada campuran biobriket 60 : 40 biomassa tempurung kelapa.
3. Kadar air campuran *bottom ash* dengan biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 2.68%, cangkang kulit kopi 3.93% dan cangkang kulit kapuk 2.75%. Sedangkan kadar abu biomassa tempurung kelapa naik rata-rata 11.41%, cangkang kulit kopi 11.09% dan cangkang kulit kapuk 9.13%.
4. Proses karbonisasi pada bahan baku biobriket mampu menurunkan prosentase senyawa berbahaya khususnya SOx yang terkandung dalam limbah batu bara.
5. Penambahan biomassa pada biobriket meningkatkan kadar abu hingga 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ari, 2011, Pengaruh slow heating pada saat karbonisasi terhadap kualitas karbon tempurung kelapa, Program studi Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- American Electric Power, 2004.
- Hartanto, Widiastuti, Ulfin, 2010, Pemanfaatan Limbah Abu Dasar (Bottom ash) sebagai bahan penyerap multifungsi untuk Ammonia dan Organik Pada Air tambak udang serta penyerapan logam berat dari limbah industri pelapisan logam, Research Report, Research Institutions and Community Service, ITS 541.335 Djo p.2009.
- Hardjono, A, 2001, Teknologi minyak bumi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Komarayati, 2013, Arang dan cuka kayu : Produk hasil hutan buka kayu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan hara karbon, Pusat litbang keteknikan hutan, Bogor.
- Misbachul Munir, 2008, Pemanfaatan abu batubara (*fly ash*) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan. Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Muin A Syamsir, 1988, Konversi Energi I, Jakarta, Rajawali Press
- Nur Asni dan Linda Yanti, 2013, Teknologi Pengolahan Arang Tempurung Kelapa, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Napitupulu, FH, 2006, Pengaruh nilai kalor (heating value) suatu bahan bakar terhadap perencanaan volume ruang bakar ketel uap berdasarkan metode penentuan nilai kalor bahan bakar yang dipergunakan, FT-USU, Sumatera.
- Nailul Fauziah, 2009, Pembuatan arang aktif secara langsung dari kulit Acacia mangium wild dengan aktivasi fisika dan aplikasinya sebagai adsorben, IPB, Bogor.

Suwarto, 2014, Pemanfaatan bottom ash limbah bahan bakar batu bara pada industri tekstil untuk beton massal, Jurusan teknik sipil, Politeknik Negeri Semarang.

Titin, 2013, Proses pembuatan briket dari campuran serbuk gergaji kayu jati, daun bambu dan bonggol jagung, _____

The screenshot shows a web browser window with the URL jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/624. The page features a dark blue header with the text "PROSIDING SNATIF". Below the header is a navigation menu with links: Beranda, Tentang Kami, Login, Daftar, Cari, Sekarang, and Arsip. A breadcrumb trail reads "Beranda > 2016 > Slamet".

The main content area displays the article title: "BIOBRIKET CAMPURAN BOTTOM ASH BATU BARA LIMBAH PLTU DAN BIOMASSA MELALUI PROSES KARBONISASI SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN" by Sugeng Slamet, Budi Gunawan. The article is categorized under "SARI" and includes an "Abstrak" section. The abstract text discusses the potential of bottom ash and biomass as alternative energy sources for power plants in Indonesia, mentioning the carbonization process and the use of various biomass types like coconut shells and coffee husks.

On the right side of the page, there is a sidebar with several sections: "Open Journal Systems" (OJS Indonesian version developed by I Know Research Group), "Bantuan Jurnal", "PENGGUNA" (login form with fields for username "budielektro", password, and a "Login" button), "NOTIFIKASI" (links for "Lihat" and "Langganan / Tidak berlangganan"), and "ISI JURNAL" (a search box with a dropdown menu set to "Semua").

Lampiran 3 Foto dokumentasi kegiatan



Foto 1. Unit Power Plant PT. Pura Barutama Kudus



Foto 2. Bottom ash



Foto 3. Cangkang kopi



Foto 5. Cangkang kapuk



Foto 6. Biomassa arang cangkang kopi



Foto 7. Biomassa arang cangkang kelapa



Foto 8. Alat destilator fenol (asap cair) sbg zat pengikat



Foto 9. Proses pembuatan fenol (asap cair) sbg zat pengikat



Foto 10. Penggilingan biomassa dengan alat penggiling



Foto 11. Biobriket yang dihasilkan



UNIVERSITAS MURIA KUDUS
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Gondangmanis, Bae PO. BOX 53 Telp: 0291 438229 Fax: 0291 437198

Situs: <http://www.umk.ac.id> E-mail: muria@umk.ac.id

KUDUS 59352

BERITA ACARA
SERAH TERIMA LAPORAN AKHIR PENELITIAN
HIBAH BERSAING TAHUN 2016

Pada hari ini, Sabtu tanggal dua belas bulan sebelas tahun dua ribu enam belas kami yang bertanda tangan dibawah ini:

1. Nama : Dr. Mamik Indaryani, Dra. MS
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian UMK

yang selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA.**

2. Nama : Budi Gunawan, ST, MT
Judul Penelitian : Karbonisasi Batu Bara Limbah PLTU Dengan Biomassa Cangkang Kopin Sebagai Bahan Bakar Briket Berkadar Sulfur Rendah
No. Kontrak : 008/K6/KM/SP2H/Penelitian Batch-1/2015


yang selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA.**

Pihak kedua telah menyerahkan **Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing tahun 2016** kepada pihak pertama sebanyak 1 eksemplar.

Demikian berita acara ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

PIHAK PERTAMA
Ketua Lembaga Penelitian

Dr. Mamik Indaryani, Dra. MS
NIS. 0610702010101010

PIHAK KEDUA
Ketua Peneliti

Budi Gunawan, ST..MT
NIS. 0610701000001148



UNIVERSITAS MURIA KUDUS
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Gondangmanis, Bae PO. BOX 53 Telp: 0291 438229 Fax: 0291 437198

Situs: <http://www.umk.ac.id> E-mail: muria@umk.ac.id

KUDUS 59352

SURAT PERNYATAAN

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Muria Kudus, dengan ini menyatakan bahwa hari ini, Sabtu, 12 November 2016 telah menerima **Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing** dan berita acara serah terima **Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016** dari Ketua Pelaksana Penelitian:

Nama : Budi Gunawan, ST.,MT
Judul : Karbonisasi Batu Bara Limbah PLTU Dengan Biomassa Cangkang Kopin Sebagai Bahan Bakar Briket Berkadar Sulfur Rendah

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggungjawabkan.

Kudus, 12 November 2016
Ketua Lembaga Penelitian



Dr. Mamik Indaryani, Dra. MS
NIS. 0610702010101010