



**UJI EFEKTIFITAS PEMBAKARAN DAN EMISI
GAS BUANG BIOBRIKET CAMPURAN
BATUBARA DAN BLOTONG TEBU**

ARTIKEL

Oleh

**Iju Sugiarti
NIM 050210102190**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

**UJI EFEKTIFITAS PEMBAKARAN DAN EMISI
GAS BUANG BIOBRIKET CAMPURAN
BATUBARA DAN BLOTONG TEBU¹⁾**

**Oleh
Iju Sugiarti²⁾**

**Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember**

Abstract. Fuel oil is increasingly scarce to make the government-the Ministry of Energy and Mineral Resources - issued a National Energy Policy, one of the steps is the diversification of energy namely increasing the diversification of the use of alternative energy (coal, gas, and renewable energy). Biobriket is one of the alternative energy derived from fossil materials and agricultural waste in this case coal and sugar cane.

Sample with a composition of 60% blotong cane : 40% of coal has the smallest boiling time. Time to boil water is smaller than the other because of the volatile matter content of a substance or material flammability, calorific value of 2602 cal / g. The magnitude is proportional to the calorific value of the fixed carbon content of a material. Fixed carbon content of these fourth sample of 2.4164%, greater than samples composite 100% blotong cane : 0 coal % blotong cane but smaller than 0 % blotong cane : 100 % blotong coal. Percentage thickness of the smoke (opacity) of 7.6%, is quite safe because it is far from the threshold value of air quality standards set by the government. The addition of cane blotong positive impact on the effectiveness of combustion but less well against indicators of calorific value of materials. The addition of sugarcane blotong was increasing exhaust emissions that form smog. The fourth sample thickness of smoke by 7.6%. The smoke of blotong sugar cane contains some gas of CO₂, CO, NO₂ and little SO₂. Biobriket with a composition of 60% blotong cane : 40% coal is a composition which is effective in burning and environmentally friendly.

Key words: Biobriket, alternative energy, exhaust emissions.

¹⁾ Present as the prerequisite for completing thesis and fulfill one of the requirement to get S1 degree for physics department of faculty of teacher training and education, jember University

²⁾ Student of physics education program, faculty of teacher training and education 2005

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai kandungan batubara yang cukup besar, sekitar 57 miliar ton atau 3,1 % cadangan dunia, angka produksi per tahun sekitar 130 juta ton (DESDM, 2005). Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi dapat langsung digunakan atau diolah terlebih dahulu menjadi briket. Subroto (2006) menyatakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan adalah briket biomassa dimana biomassa khususnya blotong mempunyai kelebihan yaitu mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi.

Widyaningsih dan Hartati (2001:25) menyatakan blotong industri gula dapat dibuat briket dengan mudah karena mengandung lemak minyak yang berfungsi sebagai unsur pengikat antar partikel, dan air yang membantu proses pengikatan. Nilai kalor bakar kering adalah 2429 kal/gram. Sulistyanto (2007:45) meneliti karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dan sabut kelapa yang berbahan perekat pati, hasilnya biobriket memiliki temperatur pembakaran yang lebih tinggi dan polusi yang rendah.

Sugiarti dan Prihandono (2010) meneliti briket batubara tentang efektifitas pembakaran briket dari segi bentuk bongkahan briket. Hasil penelitiannya menunjukkan semakin kecil luas permukaan briket semakin besar efektifitas pembakarannya dengan indikator waktu didih air.

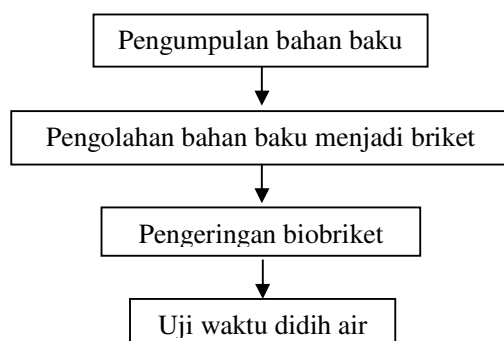
Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai bahan bakar alternatif batubara dan emisi gas buang hasil pembakarannya. Sehingga diadakan penelitian dengan judul “Uji Efektifitas Pembakaran dan Emisi Gas Buang Biobriket Campuran Batubara dan Blotong Tebu”.

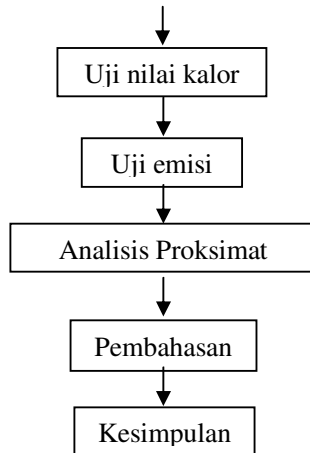
Metode Penelitian

Penelitian ini mempunyai dua variabel, yaitu bebas dan variabel terikat. Variabel bebas meliputi massa komposisi batubara dan blotong tebu. Variabel terikat meliputi waktu didih air, nilai kalor dan emisi gas buang.

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Prosedur Penelitian

Data penelitian diperoleh dengan beberapa tahapan penelitian. Pertama mencari data uji efektifitas pembakaran yang meliputi uji waktu didih air, uji nilai kalor dan uji ketebalan asap (*opasitas*). Kedua mencari data uji analisis proksimat bahan yang meliputi uji nilai kadar air, uji nilai kadar zat mudah menguap (*volatile matter*), uji nilai kadar abu dan karbon.

Metode Analisis Data

Tabel 3.1. Data hasil uji efektifitas pembakaran

Komposisi blotong (%)	Uji waktu didih	Uji nilai kalor	Uji ketebalan asap
Sampel I			
Sampel II			
Sampel III			
Sampel IV			
Sampel V			
Sampel VI			

Tabel 3.2. Data hasil uji proksimat bahan

Komposisi (%)	Kadar air	Kadar <i>Volatile Matter</i>	Kadar abu	Kadar karbon
Sampel I				
Sampel II				
Sampel III				
Sampel IV				
Sampel V				
Sampel VI				

Keterangan :

Sampel I (0 blotong tebu : 100 batubara)

Sampel II (20 blotong tebu : 80 batubara)

Sampel III (40 blotong tebu : 60 batubara)

Sampel IV (60 blotong tebu : 40 batubara)

Sampel V (80 blotong tebu : 20 batubara)

Sampel VI (100 blotong tebu : 0 batubara)

Hasil Penelitian

Hasil pengamatan didapat data yang cukup bervariasi mengenai waktu didih air, nilai kalor, ketebalan asap dan unsur proksimat bahan. Perpaduan batubara dan blotong tebu mempengaruhi efektifitas pembakaran dan emisi gas buang biobriket. Data penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Waktu didih air biobriket

Komposisi blotong (%)	Waktu didih air (menit)
0 blotong tebu : 100 batubara	6.37
20 blotong tebu : 80 batubara	8.39
40 blotong tebu : 60 batubara	6.46
60 blotong tebu : 40 batubara	6.24
80 blotong tebu : 20 batubara	6.30
100 blotong tebu : 0 batubara	8.07

Sumber : Data primer yang diolah

Tabel 4.2 Nilai kalor biobriket

Komposisi blotong (%)	Nilai Kalor (kal/gr)
0 blotong tebu : 100 batubara	3979
60 blotong tebu : 40 batubara	2602
100 blotong tebu : 0 batubara	2310

Sumber : Data primer yang diolah

Tabel 4.3 Ketebalan asap biobriket

Komposisi Blotong (%)	% Ketebalan Asap
0 blotong tebu : 100 batubara	7.9
20 blotong tebu : 80 batubara	5.2
40 blotong tebu : 60 batubara	6.8
60 blotong tebu : 40 batubara	7.6

80 blotong tebu : 20 batubara	5.4
100 blotong tebu : 0 batubara	9.3

Sumber : Data primer yang diolah

Tabel 4.4 Kadar air biobriket

Komposisi biobriket (%)	m ₁ (gram)	m ₂ (gram)	Kadar air %
0 blotong tebu : 100 batubara	49.3996	24.3996	2.4016
20 blotong tebu : 80 batubara	47.9746	22.9746	8.1016
40 blotong tebu : 60 batubara	48.1558	23.1558	7.3768
60 blotong tebu : 40 batubara	47.7982	22.7982	8.8072
80 blotong tebu : 20 batubara	47.7897	22.7897	8.8412
100 blotong tebu : 0 batubara	47.9736	22.9736	8.1056

Sumber : Data primer yang diolah

m₁ = ... (massa awal)

m₂ = ... (massa akhir)

$$\% \text{ kadar air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Tabel 4.5 Kadar *volatile matter* biobriket

Komposisi blotong (%)	m _i (gram)	Volatile Matter (m _j) (gram)	Kadar VM (%)
0 blotong tebu : 100 batubara	35.1049	15.1049	75.5245
20 blotong tebu : 80 batubara	36.7767	16.7767	83.8835
40 blotong tebu : 60 batubara	36.6825	16.6825	83.4125
60 blotong tebu : 40 batubara	35.3112	15.3112	76.5560
80 blotong tebu : 20 batubara	33.2144	13.2144	66.0720
100 blotong tebu : 0 batubara	33.8122	13.8122	69.0610

Sumber : Data primer yang diolah

m_i = ... (massa awal)

m_j = ... (massa akhir) = massa VM

Tabel 4.6 Kadar abu dan karbon biobriket

Komposisi blotong (%)	m _{abu} (gram)	Kadar abu (%)	FC (gram)	Kadar FC (%)
0 blotong tebu : 100 batubara	4.8951	24.4755	0.3175	6.4860
20 blotong tebu : 80 batubara	3.2233	16.1165	0.0646	2.0041
40 blotong tebu : 60 batubara	3.3175	16.5875	0.0767	2.3119
60 blotong tebu : 40 batubara	4.6888	23.4440	0.1133	2.4164
80 blotong tebu : 20 batubara	6.7856	33.9280	0.0006	0.0088
100 blotong tebu : 0 batubara	6.1878	30.3930	0.0116	0.1875

Sumber : Data primer yang diolah

4.2 Pembahasan

Penelitian uji waktu didih air, komposisi sampel I membutuhkan waktu untuk mendidihkan 1 liter air selama 6.37 menit. Komposisi ini mengandung banyak karbon yang berasal dari batubara. Menurut Winarni (1999) nilai kalor berhubungan dengan kadar karbon terikat (*fixed carbon*). Kelebihan dan kekurangan batubara dan blotong tebu saling melengkapi, blotong tebu mudah terbakar karena berupa biomassa namun apinya tidak bertahan lama sedangkan batubara memiliki panas lebih lama namun tidak mudah dinyalakan. Waktu didih

air yang didapat dari hasil penelitian perbedaannya kurang signifikan jika dikaitkan dengan komposisi kedua bahan. Ada ketidaksempurnaan pada penelitian ini mungkin karena pengambilan data hanya sekali.

Uji nilai kalor sampelnya terdiri dari sampel kontrol dan sampel eksperimen. Sampel kontrol terdiri dari sampel I dan sampel VI sedangkan sampel eksperimen merupakan sampel yang memiliki waktu paling sedikit untuk mendidihkan air yaitu sampel IV. Berdasarkan data hasil penelitian sampel 0 % blotong tebu : 100% batubara memiliki nilai kalor terbesar yaitu 3979 kal/gr lebih besar dari sampel 100 % blotong tebu : 0 % batubara yang memiliki nilai kalor terkecil yaitu 2310 kal/gr. Sampel eksperimen dengan komposisi 60 % blotong tebu : 40 % batubara memiliki nilai kalor sebesar 2602 kal/gr. Uji nilai kalor dilakukan di laboratorium Energi – Gedung Robotika ITS. Sampel dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan cawan dan mortal kemudian ditimbang dengan menggunakan neraca digital. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *bomb calorimeter* yang sudah dihidupkan sesuai prosedur pengoperasian alat. Sekitar 1 jam nilai kalor sampel dapat dibaca pada layar digital *bomb calorimeter*.

Komposisi karbon pada batubara dan zat *volatile matter* blotong tebu mampu meningkatkan nilai kalor perpaduan kedua bahan tersebut. Sampel eksperimen dengan komposisi 60 % blotong tebu : 40 % batubara memiliki nilai kalor sebesar 2602 kal/gr. Perpaduan kedua bahan memiliki nilai kalor lebih kecil dari sampel 0 % blotong tebu : 100 % batubara karena prosentase batubara hanya sebesar 40 %. Campuran blotong tebu sebanyak 60 % ternyata mampu membantu proses penyalaan biobriket tersebut sehingga lebih cepat menyala, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air lebih kecil.

Penelitian berikutnya, uji ketebalan asap (*opasitas*) biobriket dilakukan di laboratorium uji emisi gas buang DLLAJ Kabupaten Jember. Detektor ketebalan asap menggunakan alat *smoke analyzer*. Penyalaan biobriket sekitar 20 menit sudah menghasilkan asap yang cukup stabil kuantitasnya. Pada saat itulah selang mesin detektor dimasukkan ke dalam *knalpot* untuk menghisap asap, kemudian asap masuk ke dalam detektor. Asap diterima oleh *receiver* dan nilainya tertera pada layar digital detektor. Setelah dideteksi oleh alat *smoke analyzer*, menghasilkan kumpulan jelaga, ditampung pada indikator kertas lakmus putih dan secara otomatis ketebalan asap dapat dilihat dilayar digital *smoke analyzer*. Penambahan blotong tebu pada umumnya menyebabkan meningkatnya ketebalan asap biobriket. Kandungan air yang terkandung dalam biobriket menyebabkan pembakaran hidrokarbon menghasilkan asap (Winarni : 1999). Sampel II memiliki ketebalan asap terkecil dibandingkan dengan sampel

yang lainnya. Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 07 tahun 2007 tentang baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap, sampel II emisi gas buangnya khususnya asap ramah lingkungan.

Penelitian tentang efektifitas pembakaran biobriket peneliti lengkapi dengan analisis proksimat bahan yang meliputi kadar air, kadar *volatile matter*, kadar abu dan *fixed carbon*. Uji kadar air dilakukan dengan cara menimbang krus terbuka menggunakan neraca digital kemudian dioven pada suhu 100⁰ C selama 60 menit. Krus didinginkan di dalam desikator berisi selika gel yang berfungsi untuk menyerap air. Sampel I memiliki kadar air sebesar 2.4016 %. Batubara yang berupa padatan kering menjadi penentu kadar biobriket. Sampel II memiliki kadar air sebesar 8.1016 %. Kadar air pada sampel ini berasal dari blotong tebu, batubara dan perekat bahan. Kandungan kadar airnya lebih besar daripada batubara dibandingkan dengan sampel I. Penambahan blotong tebu yang berupa padatan lebih basah dari pada batubara menyebabkan meningkatnya kadar air biobriket. Demikian pula kadar air yang terkandung dalam sampel III, IV, V, dan VI nilainya lebih besar dari sampel I. Penambahan blotong tebu berdampak pada kenaikan kadar air meskipun perubahannya kurang signifikan dikarenakan pengambilan sampel hanya sekali. Semakin besar kadar air yang terkandung dalam sampel, semakin kecil efektifitas pembakarannya karena kandungan air dapat meningkatkan kehilangan panas akibat penguapan dan pemanasan dari proses penguapan (pedoman efisiensi energi untuk industri di Asia).

Uji kadar *volatile matter* atau zat mudah terbakar dilakukan pada sampel baru dengan menggunakan *muffle furnace* (tanur yang dapat diatur suhunya). Bahan mudah menguap turut andil terhadap nilai panas biobriket. Semakin tinggi *volatile matter* semakin mudah penyalanyaannya (Himawanto : 2004). Sampel I mengandung zat *volatile matter* sebesar 75.5245 %. Batubara yang sulit dibakar ternyata mengandung zat *volatile matter* sebesar 75 %. Kemungkinan setelah pecahnya ikatan kimia secara termal dilapisan pertama biobriket, maka pembakaran biobriket menjadi mudah. Berdasarkan data uji kadar *volatile matter*, biobriket sampel II memiliki kadar *volatile matter* tertinggi. Penambahan biomassa memperbesar kadar *volatile matter* sebagaimana yang dinyatakan oleh kajian energi-UNS (2008). Jika suatu bahan memiliki kadar *volatile matter* yang tinggi, mempengaruhi tahap devolatilisasi pada pembakaran, bahan bakar mengalami dekomposisi termal, yaitu pecahnya ikatan kimia secara termal dan keluarnya *volatile matter* (zat-zat yang mudah menguap) dari partikel. Keberadaan bahan mudah menguap membantu memudahkan proses pembakaran. Jika dilihat prosentase zat *volatile matter* sampel II, III, IV, V dan VI maka angkanya semakin menurun. Hal ini

dipengaruhi oleh semakin meningkatnya kadar air biobriket, mengingat blotong tebu berupa padatan basah. Kesimpulan ini cukup berbeda dengan pernyataan kajian energi-UNS (2008) dikarenakan penambahan biomassa diikuti penambahan kadar air dalam biobriket. Sampel IV yang merupakan sampel eksperimen mengandung zat *volatile matter* sebesar 76.5560 %. Menurut peneliti bahan bakar yang mengandung zat *volatile matter* lebih dari 75 % termasuk bahan bakar yang efektif dalam pembakaran karena sebagian besar bahannya mudah terbakar. Besarnya komposisi blotong tebu yang merupakan limbah biomassa tidak membuat zat *volatile matter* biobriket bertambah. Kemungkinan yang terjadi adalah bertambahnya blotong tebu berbanding lurus dengan bertambahnya kadar air biobriket. Kadar air suatu bahan dapat menghambat penguapan dan pembakaran sedangkan zat *volatile matter* suatu bahan mempermudah proses penguapan dan pembakaran.

Uji kadar abu dan karbon merupakan lanjutan dari uji kadar bahan mudah terbakar, menggunakan *muffle furnace*. Kadar abu merupakan kotoran bahan bakar yang tidak akan terbakar, mempengaruhi efisiensi pembakaran, mengurangi kapasitas pembakaran dan menyebabkan penggumpalan. Kedua bahan biobriket, blotong tebu maupun batubara sama-sama menghasilkan abu dalam pembakaran, namun berdasarkan data penelitian biomassa blotong tebu mengandung lebih banyak kadar abu. Kadar abu yang didapat selanjutnya dibakar menggunakan bunsen untuk membakar *fixed carbon* atau karbon padat. Perlakuan ini ditujukan untuk mendapatkan kadar karbon padat. Berdasarkan data hasil penelitian kadar abu terbesar terdapat pada sampel V yaitu sebesar 33.9280 %. Hal ini mengindikasikan bahwa lebih dari 65 % kandungan biobriket berupa zat mudah terbakar. Sampel V memiliki kadar karbon padat terkecil yaitu sebesar 0.0088 % karena sebagian besar biobriket bahannya mudah terbakar, karbon padatnya sedikit. Kadar karbon padat terbesar ada pada sampel pertama dengan komposisi 100 % batubara karena batubara lebih banyak mengandung karbon dan karbon padat. Kadar karbon padat bergantung pada banyaknya kandungan batubara dalam biobriket. Berdasarkan data penelitian semakin berkurang prosentase batubara maka semakin berkurang pula kadar *fixed carbon* biobriket.

Nilai uji efektifitas pembakaran meliputi waktu didih air dan emisi gas buang berupa ketebalan asap. Berdasarkan data hasil penelitian, sampel IV membutuhkan waktu paling sedikit untuk mendidihkan air yaitu selama 6.24 menit. Hal ini dikarenakan kandungan zat *volatile matter* cukup besar yaitu sebesar 76.5560 %. Kandungan *volatile matter* memudahkan proses pembakaran biobriket, mengimbangi batubara yang sukar dibakar. Tambahan biomassa pada biobriket sampel keempat menghasilkan pembakaran lebih cepat karena devolatilisasi berlangsung lebih awal. Blotong tebu dengan struktur bahannya yang

lebih basah daripada batubara bermanfaat juga dalam proses perekatan bahan campuran pembuatan biobriket. Nilai kalor biobriket sampel IV sebesar 2602 kal/g. Penambahan biomassa dalam biobriket memang dapat mengurangi kadar kalor yang dikandungnya, efeknya panas yang dimiliki lebih cepat habis. Dampak positif dengan adanya penambahan blotong tebu, biobriket lebih mudah dinyalakan, proses pembakarannya juga lebih cepat sehingga ketika dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif lebih menguntungkan. Dari segi ekonomi, pembuatan biobriket dapat menekan harga produksi karena membutuhkan batubara lebih sedikit dan blotong tebu yang merupakan limbah pabrik gula tak terpakai.

Berdasarkan data hasil penelitian secara umum kadar prosentase ketebalan asap biobriket yang dibuat peneliti jauh di bawah ambang batas yang ditentukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Menurut peneliti, emisi gas buang yang dihasilkan dari pembakaran biobriket ini secara umum tidak membahayakan. Asap pembakaran biobriket mengandung beragam zat emisi gas buang. Winarni (1999) menyatakan segala proses pembakaran yang tidak sempurna dari bahan yang mengandung karbon menghasilkan emisi CO₂. Sebagian kecil emisi SO₂ dan konsentrasi emisi NO_x sebesar 50 % dihasilkan dari pembakaran berbahan fosil (Harsono : 2008). Berdasarkan kajian teoritis di atas emisi gas buang biobriket yang dibuat oleh peneliti mengandung gas CO₂, CO, dan NO_x serta sedikit SO₂. Keseluruhan prosentase ketebalan asap hasil penelitian di bawah 10 %, angka ini jauh dari standar baku mutu udara yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup yaitu ketebalan asap (*opasitas*) untuk blotong tebu maksimal 30 % dan batubara maksimal 20 %. Sampel yang cukup efektif yaitu sampel IV emisi gas buangnya cukup aman dengan nilai ketebalan asap sebesar 7.6 %. Penambahan biomassa blotong tebu memiliki dampak yang kurang baik terhadap emisi gas buang biobriket. Kandungan biomassanya menyebabkan timbulnya asap yang cukup banyak .

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan pembahasan pada bab sebelumnya blotong tebu memiliki pengaruh cukup baik dalam pembuatan dan pembakaran biobriket. Pengaruh pemberian blotong tebu dapat dilihat pada rincian berikut ini :

1. Penambahan blotong tebu berdampak positif pada efektifitas pembakaran. Indikator efektifitas pembakaran berupa waktu didih air, nilai kalor dan ketebalan asap yang merupakan indikator keamanan emisi gas buang bagi lingkungan. Sampel IV merupakan sampel yang cukup efektif dalam penelitian dengan komposisi 60 % blotong tebu : 40 %

batubara. Waktu didihnya terkecil yaitu sebesar 6.24 menit dan nilai kalor sampel ini sebesar 2602 kal/g.

2. Adanya penambahan blotong tebu berpengaruh terhadap tingkat emisi gas buang biobriket berupa asap. Semakin besar prosentase blotong tebu dalam biobriket cenderung semakin besar pula ketebalan asapnya. Sampel yang efektif dalam pembakaran memiliki emisi gas buang sebesar 7.6 %. Angka ini menurut Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan cukup aman dampaknya di lingkungan.

5.2 SARAN

Masih diperlukan penelitian lanjutan dalam pengembangan diversifikasi energi berupa biobriket. Pengambilan data sebaiknya dilakukan dengan memperbanyak frekuensi sehingga didapat kevalidan data yang cukup tinggi. Uji emisi gas buang juga perlu dikhususkan misalnya menguji emisi gas buang berupa unsur CO₂, CO, NO₂ dan SO₂. Harapannya semakin valid informasi keamanan penggunaan bahan bakar alternatif berupa biobriket.

DAFTAR BACAAN

Buku

- Badan Penerbit Universitas Jember. 2010. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*, Edisi Ketiga. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.
- Giancoli, C. 2001. *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Harso, S. 2008. *Energi Alternatif Berbahan Nabati Sebagai Sumber Terbarukan*. Jember: Center for Society Studies.
- Himawanto, dkk. 2010. *Pengaruh Heating Rate pada Proses Slow Pyrolysis Sampah Bambu dan Sampah Daun Pisang*. Tidak diterbitkan. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010: Universitas Diponegoro Semarang.
- Kadir, A. 1995. *Energi; Sumber daya, Inovasi, Tenaga Listrik, dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sugiarti, I. dan Prihandono, T. 2010. *Pengaruh Bentuk Bongkahan Briket Batubara terhadap Efektifitas Pembakaran*. Laporan Penelitian . Jember : Universitas Jember.
- Sulistiyanto, A. 2007. *Pengaruh Variasi Bahan Perekat terhadap Laju Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suratmo, F.G. 2004. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tamrin; dkk. 2008. *Rancang Bangun Tungku Portabl Bahan Bakar Batubara yang aman untuk Kesehatan Pemakainya*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Widyaningsih, A. dan Hartati, A. 2001. *Cara Pngeringan, Pembuatan Briket, dan Uji Kalor Limbah Padat Organik (Blotong) Industri Gula*. Jurnal Purifikasi, Vol.2, No. 1. Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Winarni, B. 1999. *Pembuatan Briket dan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectonagrandis) dan Kayu Pinus (Pinus merkusii) serta Pengaruhnya pada Pembakaran terhadap Pencemaran Udara*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Peraturan Perundang-undangan

DESDM. 2005. *Keputusan Menteri Nomor 0983/K/16/MEM/2004 tentang Kebijakan Energi Nasional*. Jakarta: DESDM.

DESDM. 2006. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025*. Jakarta : Sekretariat Panitia Teknis Sumber Energi.

DKLH. 2007. *Peraturan Menteri Nomor 07/MENKLHV/III/2007 tentang Baku Mutu Udara Emisi Sumber Energi tidak Bergerak bagi Ketel Uap*. Jakarta : DKLH.

Internet

Anonim. 2008. *Perkembangan Teknologi Pembriketan*. <http://kajian-energi.blogspot.com/2008/06/perkembangan-teknologi-pembriketan.html> [9 Januari 2011]

-----, 2010. *Laporan Penentuan Kadar Abu*. <http://scribd.com> [14 Mei 2011]

-----, 2008. *Limbah Produksi Gula*. <http://ditjenbun.deptan.go.id> [8 Januari 2011]

Balia, L. 2005. *Briket Batubara; Makin dikenal, Makin Disayang*. <http://www.tekmira.esdm.go.id/BRIKET/berita.htm> [4 Januari 2011]

Calorimeter, IKA. 2009. *How does a Calorimeter Work?* <http://oxygenbombcalorimeter.com/C200-calorimeter.htm> [6Oktober 2011]

DESDM. 2005. *Kepmen Tentang Kebijakan Energi Nasional*. www.djpe.go.id [17 April 2010].

Fariztirasonjaya. 2008. *Ilmu Batubara*. <http://ilmubatubara.wordpress.com> [12 Mei 2010].

Hamawi, M. 2005. *Blotong, Limbah Busuk Berenergi*. <http://salam.go.id/blotong.htm> [4 Januari 2011]

Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri Di Asia. 1995. *Bahan Bakar dan Pembakaran*. <http://www.energyefficiencyasia.org> [4 November 2010].

Puslitbang Tekmira. 2005. *Batubara*. <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Batubara> [20 September 2010].

Puslitbang Tekmira. 2005. *Briket Batubara Makin Dikenal Makin Disayang*. <http://www.tekmira.esdm.go.id/BRIKET/berita/makindikenalmakindisayang.htm> [22 Juni 2010].

Santoso, B. 2008. *Limbah Pabrik Gula : Penanganan, Pencegahan, dan Pemanfaatannya*. http://fisika.ub.ac.id/bss-ub/PDF%20FILES/BSS_357_1.pdf [3Agustus 2010]

Subroto. 2006. *Pemanfaatan Briket Biomassa Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. <http://www.digilib.its.ac.id/public/ITS-Research-12192-131790574-Chapter1.pdf> [3 Agustus 2010]

Sugiarto ,B. 2004. *Analisis Hasil Uji Petik Emisi (Check Spot) Kendaraan Lama Di Jakarta*. http://journal.eng.ui.ac.id/data/3_Bambang_blom_ok_.doc [6 Oktober 2011]