

PEMBUATAN BRIKET BIOARANG DARI CAMPURAN BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM PADI DAN ECENG GONDOK

M. Faizal ^{*)}, Muhamad Saputra, Fernando Ario Zainal

^{*)}Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: faizal_ga58@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat bersaing dengan energi konvensional adalah biomassa yang mana dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan briket bioarang. Biomassa yang memiliki kadar selulosa tinggi dan dapat ditemukan dalam jumlah besar diantaranya adalah sekam padi dan eceng gondok. Sekam padi merupakan limbah atau hasil samping dari proses penggilingan padi yang masih belum dimanfaatkan dengan optimal. Sedangkan eceng gondok merupakan gulma yang tumbuh di seluruh permukaan air dengan sangat cepat. Biomassa memiliki nilai kalori yang tidak terlalu tinggi, sehingga dalam pemanfaatannya dapat dicampurkan dengan batubara untuk meningkatkan kualitas biomassa tersebut. Metode pembuatan briket bioarang dari campuran batubara dan biomassa sekam padi dan eceng gondok secara garis besar melalui tahapan pembersihan, pengeringan, karbonisasi, pencampuran dan pencetakan. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah temperatur karbonisasi dan komposisi campuran sekam padi, eceng gondok dan batubara. Temperatur karbonisasi yang digunakan yaitu 300 °C, 350 °C, 400 °C, 450 °C dan 500 °C. Dari penelitian yang dilakukan, kondisi optimal dari temperatur karbonisasi sekam padi dan eceng gondok pada 300 °C dan batubara pada 500 °C. Sedangkan komposisi campuran bahan baku yang paling optimal sehingga dihasilkan briket bioarang kualitas terbaik yaitu dengan komposisi 10% sekam padi : 50% eceng gondok : 40% batubara, dimana nilai kalor sebesar 5100 kal/gr, kadar air lembab 7,71%, kadar abu 15,28 %, kadar zat terbang 33,45%, kadar karbon terkandung 43,56 % dan waktu penyalan selama 8,1 menit.

Kata Kunci : Briket bioarang, sekam padi, eceng gondok, karbonisasi, nilai kalor.

Abstract

One of the alternative energy source that can compete with the conventional energy is biomass which be able used as bioarang briquette feedstock. Biomass that has high selulose percentage and can be found in large amount are rice husk and water hyacinth. Rice husk is waste of rice's milling process which still has not been used optimally. While water hyacinth is a weed that grows across the surface of the water very quickly. Biomass has calorific value which is not too high, so the usage of it that is mixed with coal to improve the quality of the biomass. The method of bioarang briquetting from mixture of coal and biomass rice husk and water hyacinth in outline through these stages, such as cleaning, drying, carbonizing, mixing and stamping. In this experiment, the variables that were used involve carbonizing temperature and mixture composition of rice husk, water hyacinth and coal. The carbonizing temperature that was used 300 °C, 350 °C, 400 °C, 450 °C and 500 °C. In the experiment, the optimal condition of carbonizing temperature of rice husk and water hyacinth at 300 °C and coal at 500 °C. While the optimal condition of the mixture composition of feedstocks, so it produced the best quality bioarang briquette was used 10% rice husk : 50% water hyacinth : 40% coal, where calorific value was 5100 cal/gr, inherent moisture was 7,71%, ash content was 15,28%, volatile matter was 33,45%, fixed carbon was 43,56% and ignition time was 8,1 minute.

Keywords : bioarang briquette, rice husk, water hyacinth, carbonizing, calorific value.

1. PENDAHULUAN

Tingkat kebutuhan akan energi di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, namun tak sebanding dengan jumlah energi yang ada untuk mensuplai kebutuhan tersebut. Hal ini dikarenakan jumlah penduduk yang terus bertambah, pertumbuhan ekonomi, penggunaan energi yang tidak efisien, serta pengelolaan dalam memanfaatkan sumber energi yang ada masih belum maksimal. Tingkat konsumsi terhadap minyak bumi rata-rata naik 6% pertahun (Suroso, 2005). Menurut *Blueprint* pengelolaan energi nasional yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut.

Cara yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar konvensional seperti minyak, gas, dan batubara adalah dengan mencari sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan dan diperbaharui. Energi alternatif yang dibutuhkan harus memenuhi kriteria agar dapat digunakan, sehingga pemanfaatannya dapat bersaing dengan energi konvensional. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah biomassa.

Biomassa adalah bahan organik yang umumnya dianggap sebagai sampah, sehingga hanya dikumpulkan dan mengotori lingkungan sekitar atau dimusnahkan dengan cara dibakar. Disamping dapat mereduksi limbah, jika dikelola dengan baik biomassa memiliki potensi yang tinggi untuk dapat digunakan menjadi sumber energi alternatif dalam bentuk briket. Sebagian biomassa memiliki jumlah kalori yang tidak terlalu tinggi, sehingga dapat dicampurkan dengan batubara untuk meningkatkan kualitas biomassa tersebut. Sekam padi dan eceng gondok merupakan biomassa yang berpotensi cukup banyak di Indonesia.

Sekam padi merupakan limbah atau hasil samping dari proses penggilingan padi yang masih belum dimanfaatkan dengan optimal. Sekam padi dapat ditemukan dengan mudah dalam jumlah besar, murah, dan terbarukan. Pada umumnya penggilingan padi menghasilkan 72% beras, 5-8% dedak, dan 20-22% sekam (Prasad, dkk., 2001). Total potensi sekam padi di Indonesia sendiri mencapai 13 juta ton per tahun (Teguh, dkk., 2013). Pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2011 produksi padi di Indonesia terus mengalami peningkatan sebesar 54,00; 54,45; 57,15; 60,33; 64,40 dan 66,41 juta ton (Puslitbang, 2012). Menurut Affendi (2008),

peningkatan produksi padi akan diikuti dengan peningkatan produksi gabah sebesar 2,85 juta ton.

Beberapa karakteristik sekam padi yaitu memiliki *bulk density* 0,100 g/ml, kerapatan jenis 1125 kg/m³, dan nilai kalor berkisar 3300-3600 kkalori/kg dengan konduktivitas panas sebesar 0,271 BTU (Houston, 1972). Ditinjau dari komposisi kimia, sekam padi mengandung beberapa unsur penting yang dapat dijadikan sebuah acuan untuk mengolahnya menjadi bahan yang lebih bermanfaat. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Sekam Padi

Komposisi	Persentase (%)
Selulosa	32,12
Hemiselulosa	22,48
Lignin	22,34
Abu mineral	13,87
Air	7,86
Bahan lain	2,33

(Sumber : Kumar, P.S., 2010)

Tanaman *Eichornia crassipes* atau lebih dikenal dengan eceng gondok merupakan salah satu tanaman gulma yang tumbuh di air. Mekanisme pertumbuhan tanaman ini dapat cukup cepat yaitu hingga tiga persen per hari. Eceng gondok dapat tumbuh dengan subur di daerah yang tidak mengalir atau aliran pada daerah tersebut tidak terlalu cepat. Daerah yang sering ditumbuhi oleh eceng gondok diantaranya rawa-rawa, waduk, danau, dan sungai yang alirannya tenang. Pertumbuhan eceng gondok dapat mengganggu lingkungan sekitarnya, seperti transportasi, penyempitan sungai dan masalah lain karena penyebarannya yang dapat menutupi permukaan perairan.

Kandungan eceng gondok terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah belerang, kalsium, karbon, kalium, hidrogen, mangan dan lainnya. Jumlah kandungan yang terdapat pada eceng gondok tergantung pada unsur hara dimana tempat tumbuhnya dan kemampuan menyerap tanaman tersebut. Eceng gondok dapat menyerap logam berat dan senyawa sulfida, mengandung protein lebih dari 11,5%, dan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan non selulosanya seperti lignin, abu, lemak dan zat-zat lain.

Tabel 2. Komposisi Kimia Eceng Gondok

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Lignin	7,69

Lanjutan Tabel 2.

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Silika	5,56
Abu	12

(Sumber : *Roehyati, 1983*)

Berdasarkan tabel kandungan kimia dari eceng gondok tersebut, eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Pengolahan eceng gondok menjadi briket bioarang merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemanfaatan briket bioarang secara komersil.

Batubara adalah jenis batuan organik dari berbagai tumbuhan yang telah membusuk dalam waktu sangat lama kira-kira 340 juta tahun dengan karakteristik kandungan air cukup tinggi, terdiri dari ikatan antar unsur yang mayoritasnya adalah karbon, hydrogen dan oksigen. Struktur fisika maupun kimia pada batubara cukup kompleks yang dapat dilihat dari berbagai bentuk. Pembentukan batubara dari gambut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu material pembentuk, temperatur, tekanan, waktu proses, dan berbagai kondisi lokal seperti kandungan oksigen, tingkat keasaman dan kehadiran mikroba. Proses pembentukan batubara terdiri dari tiga proses yaitu pembusukan aerobik, pembusukan anaerobik dan bituminisasi.

Di Indonesia, batubara adalah salah satu jenis bahan bakar yang paling banyak digunakan selain bahan bakar minyak, oleh karena itu batubara tergolong sebagai bahan bakar konvensional. Bahan bakar yang digunakan pada industri sebagai sumber energi pada mesin diesel adalah batubara selain solar. Batubara memiliki nilai ekonomi yang lebih murah jika dibandingkan dengan solar. Batubara dapat dikategorikan jenisnya berdasarkan jumlah karbon dan air yang terkandung pada batubara tersebut, dan kategori itu diantaranya adalah antrasit, bituminous, sub-bituminous, lignit, hingga gambut yang merupakan batubara dengan kualitas terendah. Tabel berikut menerangkan secara jelas jumlah karbon dan air yang dibutuhkan sehingga dapat tergolong dalam kategori tersebut.

Tabel 3. Kategori Batubara dan Nilai Kalor

No	Kategori	H ₂ O (%)	C (%)	Kalori (kcal/kg)
1.	Lignite	43,4	37,8	4.113
2.	Sub-bituminus	23,4	42,4	5.403

Lanjutan Tabel 3.

No	Kategori	H ₂ O (%)	C (%)	Kalori (kcal/kg)
3.	Low Volatile Sub-bituminus	11,6	47	7.159
4.	Medium Volatile Sub-bituminus	5	54,2	7.715
5.	High Volatile Sub-bituminus	3,2	64,6	8.427
6.	Sub-anthracite	6	83,8	8.271
7.	Anthracite	3,2	95,6	8.027

(Sumber : *Bambang Soeswanto, 2011*)

Bioarang merupakan salah satu bentuk bahan bakar yang dapat dibuat dari bahan-bahan organik seperti daun, batang, ranting dan limbah organik lainnya melalui proses karbonisasi. Setelah terbentuk bioarang maka dapat diubah menjadi briket bioarang dengan melakukan pemampatan terhadap bioarang sehingga gumpalan-gumpalan bioarang menjadi terpadatkan. Menurut Joseph dan Hislop (1981) kualitas bioarang sebagai bahan bakar alternatif tak kalah dengan bahan bakar jenis lainnya.

Beberapa faktor dapat mempengaruhi sifat serta kualitas suatu briket, faktor-faktor tersebut diantaranya adalah berat jenis, suhu karbonisasi, serta kehalusan dari partikel bioarang tersebut. Untuk termasuk sebagai bahan bakar yang baik suatu briket harus memiliki berbagai kriteria yaitu,

- Mudah dinyalakan.
- Tidak mengeluarkan asap.
- Emisi gas hasil dan pembakaran tidak mengandung racun.
- Kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama.
- Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik.

Tabel 4. Sifat Fisika dan Kimia Briket Arang Komersial

Sifat	Standar			
	Indonesia	Jepang	Inggris	USA
Kadar air (%)	8	6-8	3-4	6
Kadar abu (%)	8	3-6	8-10	18
Kadar zat terbang (%)	15	15-20	16	19
Nilai kalor (kal/gr)	5000	6000-7000	7300	6200

(Sumber : *Favan Onu, Dkk, 2010*)

Pengolahan pada bahan baku dengan cara pembriketan dilakukan agar kualitas dari bahan yang diolah meningkat. Peningkatan kualitas dari bahan tersebut terlihat pada energi yang dihasilkan, serta polusi yang dapat diminimalisasi. Proses pembriketan yang dilakukan terdiri dari berbagai langkah seperti penghalusan, karbonisasi, pencampuran, pencetakan, hingga pengeringan.

Proses karbonisasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan baku menjadi arang melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Menurut Hasani (1996), proses karbonisasi merupakan proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik menjadi arang dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, dan menyebabkan penguraian senyawa yang menyusun struktur bahan organik tersebut membentuk uap air, metanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon.

Faktor - faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan suatu briket adalah :

(a) Bahan Baku

Syarat utama bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan suatu briket adalah bahan organik yang mengandung selulosa. Semakin tinggi jumlah selulosa yang terkandung dalam bahan baku tersebut, maka akan semakin besar jumlah energi yang dihasilkan oleh briket. Bahan organik yang dapat dijadikan sebagai bahan baku briket, antara lain ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji, eceng gondok dan lain-lain.

(b) Bahan Pengikat

Untuk meningkatkan kerapatan antar partikel zat dalam bahan baku, maka akan diperlukan zat pengikat. Bahan pengikat yang sering digunakan dalam pembuatan briket diantaranya *clay* (lempung) dan campuran tapioka dan NaOH. Syarat-syarat tertentu dibutuhkan untuk memilih suatu bahan pengikat agar proses pengikatan partikel tersebut dapat berlangsung sesuai yang diinginkan. Syarat-syarat tersebut diantaranya:

- 1) Memiliki gaya kohesi yang baik.
- 2) Mudah terbakar dan tidak berasap.
- 3) Mudah diperoleh dan murah.
- 4) Tidak berbau, tidak beracun, dan tidak berbahaya.

Beberapa parameter yang menjadi acuan ekonomis atau tidaknya suatu bahan jika diolah menjadi briket, diantaranya adalah nilai kalor (*calorific value*), kandungan abu (*ash content*), kandungan zat terbang (*volatile matter content*) dan kandungan air (*moisture content*).

1) Nilai Kalor (*Calorific Value*)

Nilai kalor adalah energi yang dihasilkan dari suatu briket dan dinyatakan sebagai *heating value*. Menurut Koesoemadinata (1980), nilai kalor bahan bakar merupakan jumlah panas yang dihasilkan oleh satu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 gram air dari (3,5-4,5) °C, dengan satuan kalori. Semakin tinggi berat jenis suatu bahan bakar, makin tinggi nilai kalor yang diperolehnya.

2) Kandungan Abu (*Ash Content*)

Kandungan abu (*ash content*) adalah zat anorganik atau ampas yang tersisa dari briket setelah pembakaran sempurna berupa mineral, pasir atau *clay*. Kandungan abu yang terlalu tinggi pada briket sangat tidak baik karena akan membentuk kerak yang dapat menurunkan kualitas dari briket.

3) Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter Content*)

Volatile matter merupakan senyawa organik dan anorganik dalam briket yang akan berubah menjadi uap bila dipanaskan secara anaerob pada kondisi 950 °C. Pada proses pembakaran dengan nilai *volatile matter* ± 40 % akan memberikan asap yang banyak. Sedangkan untuk nilai *volatile matter* yang rendah antara 15-25% lebih baik karena asap yang dihasilkan sedikit.

4) Kandungan Air (*Moisture Content*)

Kandungan air (*moisture content*) didalam briket terdiri dari dua jenis yaitu *free moisture* dan *inherent moisture*:

a) *Free moisture* (air bebas)

Free moisture adalah kadar air pada permukaan briket yang terikat secara mekanik dan dapat dihilangkan dengan penguapan, misalnya dengan *air-drying*.

b) *Inherent moisture* (air terikat)

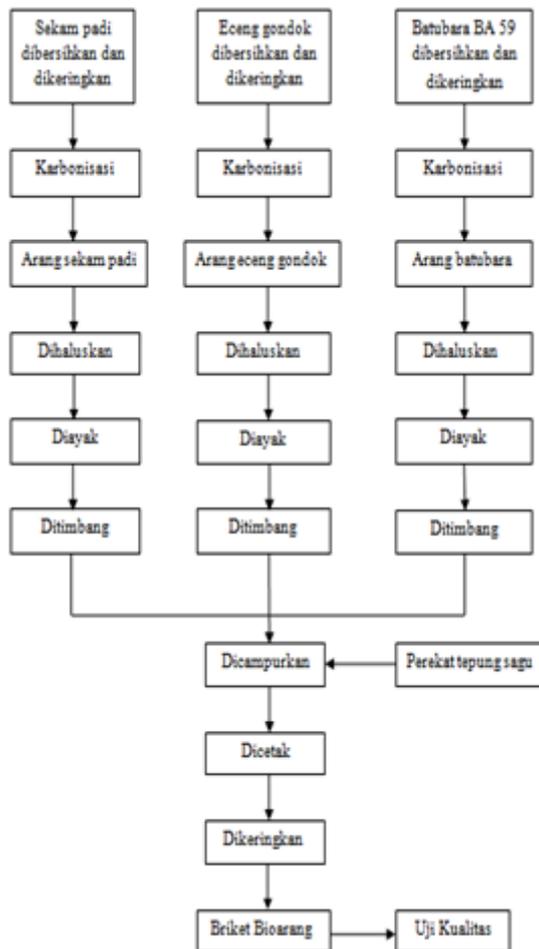
Inherent moisture adalah air bawaan pada struktur pori-pori bagian dalam briket yang terikat secara fisik dan bisa diketahui dengan memanaskan briket antara temperatur 104-110 °C selama 60 menit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang data-datanya diperoleh dengan jalan melakukan eksperimen. Pada prinsipnya untuk membuat briket bioarang terdiri dari beberapa tahapan yaitu: pengeringan, pemisahan, karbonisasi, pencampuran dan pencetakan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dermaga PT Bukit Asam (persero) Tbk Kertapati Sumatera Selatan dan Laboratorium Dinas Pertambangan dan Pengembangan Energi Sumatera Selatan.

Beberapa variabel yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Temperatur pada proses karbonisasi batubara, sekam padi, dan eceng gondok.
2. Komposisi campuran arang batubara, arang sekam padi, dan arang eceng gondok pada pembuatan briket bioarang.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Briket Bioarang dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi dan Eceng Gondok

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *drying oven*, neraca analitik, alat analisa berupa *bomb calorimeter*, *ash furnace*, *minimum free space oven*, dan *volatile furnace*, cawan uji kadar zat terbang, cawan *stainless-steel* (uji kadar IM), kurs porselen (uji kadar abu), *hot plate*, desikator, penjepit, ayakan dengan ukuran 20 mesh dan 50 mesh, alat pencetak briket *specimen mount press*, spatula, loyang/nampan, beker gelas dan stopwatch.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, sekam padi, eceng gondok, batubara, bahan perekat yaitu tepung sagu (kanji), aquadest dan NaOH.

Adapun tahapan pembuatan briket bioarang yaitu sebagai berikut:

Karbonisasi Biomassa

1. Sekam padi dan eceng gondok dipisahkan dari bagian yang tidak digunakan seperti kotoran-kotoran yang menempel.
2. Sekam padi dan eceng gondok dijemur selama ± 3 hari sampai benar benar kering.
3. Sekam padi dan eceng gondok yang telah kering tersebut dipotong-potong dengan ukuran 1-2 cm untuk memudahkan karbonisasi dalam furnace.
4. Potongan-potongan sekam padi dan eceng gondok dimasukan ke dalam loyang.
5. Kemudian dilakukan karbonisasi menggunakan furnace dengan variabel temperatur (300°C , 350°C , 400°C dan 500°C) selama 15 menit.
6. Arang yang dihasilkan diangkat dan didinginkan sebentar, lalu dihaluskan dan diayak dengan ayakan sieve nomor 20 mesh untuk eceng gondok dan 50 mesh untuk sekam padi.
7. Arang yang telah dikarbonisasi siap dianalisa dengan uji analisa proksimat untuk mengetahui suhu optimal karbonisasi.

Karbonisasi Batubara

1. Batubara dipisahkan dari bagian yang tidak digunakan seperti kotoran-kotoran yang menempel.
2. Batubara tersebut dihancurkan hingga ukurannya menjadi kecil untuk memudahkan karbonisasi dalam furnace.
3. Batubara yang telah dihancurkan kemudian dimasukan ke dalam loyang.
4. Kemudian dilakukan karbonisasi menggunakan furnace dengan variabel suhu (300°C , 350°C , 400°C , 450°C dan 500°C) selama 15 menit.
5. Arang batubara hasil karbonisasi didinginkan lalu dihaluskan, kemudian diayak dengan ayakan sieve nomor 20 mesh sehingga dihasilkan serbuk arang sesuai dengan ukuran partikel serbuk arang yang diinginkan.
6. Arang batubara yang telah dikarbonisasi siap dianalisa dengan uji analisis proksimat untuk mengetahui suhu optimal karbonisasi.

Pembuatan Larutan Kanji

1. Tepung sagu ditimbang sesuai dengan variasi komposisi yang diinginkan.
2. Aquadest dan NaOH 0,1 N ditambahkan sebanyak 10 ml hingga terbentuk larutan.
3. Larutan tersebut dipanaskan di atas *hot plate* hingga mendidih (berubah menjadi kental).

Pembriketan

1. Sekam padi, eceng gondok dan batubara yang telah dikarbonisasi pada temperatur optimum dicampurkan dengan berat total pencampuran sebesar 100 gr seperti yang terdapat pada tabel 5. Kemudian ditambahkan larutan kanji sebanyak 10 % dari berat total campuran sampai benar-benar homogen.

Tabel 5. Komposisi Campuran Bahan Baku Briket Bioarang

Bahan Baku	Komposisi (% massa)									
Batubara	40									
Sekam Padi	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
Eceng Gondok	50	45	40	35	30	25	20	15	10	

2. Campuran dimasukkan kedalam cetakan untuk dipress menggunakan alat pencetak briket (*speciment mount press*).
3. Setelah itu, briket yang sudah jadi dipanaskan didalam oven pada temperatur $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama ± 6 jam.
4. Briket dikeluarkan dari dalam oven dan dibiarkan sampai dingin.
5. Briket siap dianalisa dengan uji analisa proksimat.

Uji Kualitas Briket

Penelitian ini menghasilkan produk berupa briket bioarang campuran batubara dan biomassa sekam padi dan eceng gondok yang perlu dilakukan pengujian. Uji proximat terhadap briket meliputi :

Nilai Kalor (*Calorific Value*) dengan prinsip: Nilai kalor ditentukan dengan cara membakar contoh di dalam *calorimeter bomb*. Kadar Air Lembab (*Inherent Moisture*) dengan prinsip: Kadar air dapat ditentukan dengan cara menghitung kehilangan berat dari contoh yang dipanaskan pada kondisi standar. Kadar Abu (*Ash Content*) dengan prinsip: Kadar abu ditentukan dengan cara menimbang residu (sisa) pembakaran sempurna dari contoh pada kondisi standar. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*) dengan prinsip: Kadar zat terbang ditentukan dengan cara menghitung berat contoh yang dipanaskan (tanpa oksidasi) pada kondisi standar, kemudian dikoreksi terhadap kadar air lembab. Kadar Karbon Terkandung (*Fixed Carbon*) dengan prinsip: Kadar karbon terkandung ditentukan dengan 100% dikurang dari jumlah kadar air lembab, abu, dan zat terbang. Uji nyala briket dengan prinsip

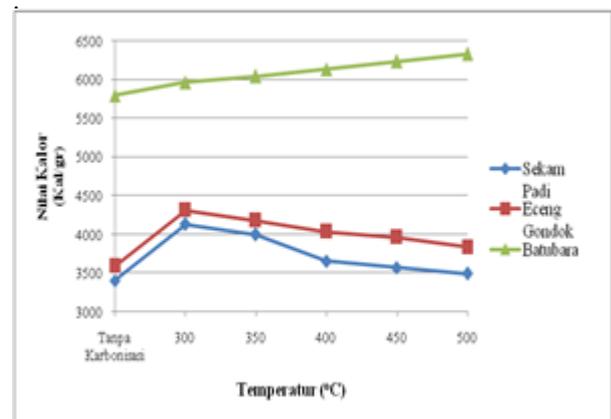
membakar briket bioarang dan menghitung lama penyalaan dimana biobriket sudah terbakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan briket bioarang berdasarkan variasi rasio biomassa dan batubara. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi komposisi antara biomassa 60% yang terdiri dari Eceng Gondok (EG) dan Sekam Padi (SP), sedangkan batubara (BB) sebagai variabel tetap 40%. Selain itu variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi temperatur karbonisasi, yaitu 300°C , 350°C , 400°C , 450°C dan 500°C pada setiap bahan baku untuk memperoleh temperatur optimum yang digunakan dalam campuran briket bioarang.

Nilai Kalor

Berdasarkan data hasil analisa masing-masing bahan baku maka diperoleh hubungan antara temperatur karbonisasi terhadap nilai kalor yang digambarkan pada grafik dibawah ini

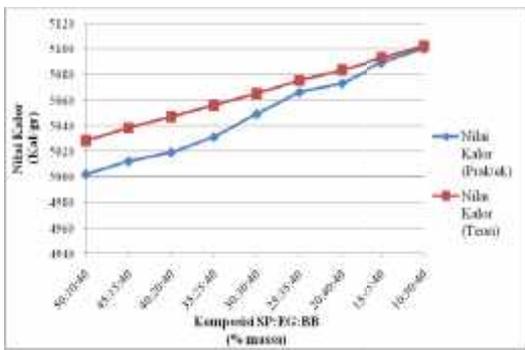


Gambar 2. Hubungan Antara Temperatur Karbonisasi terhadap Nilai Kalor

Dari gambar 2 diketahui bahwa terjadinya kenaikan nilai kalor pada tiap bahan baku setelah dilakukan karbonisasi. Kenaikan nilai kalor tersebut terus terjadi hingga mencapai temperatur optimum. Nilai kalor dari masing-masing bahan baku sebelum dilakukan proses karbonisasi adalah sebesar 3405 kal/gr untuk sekam padi, 3587 kal/gr untuk eceng gondok dan 5797 kal/gr untuk batubara. Sedangkan setelah dilakukan proses karbonisasi didapatkan nilai kalor tertinggi dari sekam padi dan eceng gondok yaitu sebesar 4128 kal/gr dan 4313 kal/gr pada temperatur karbonisasi 300°C sedangkan batubara dengan nilai kalor 6332 kal/gr pada temperatur karbonisasi 500°C .

Sebelum mencapai temperatur optimum, baik sekam padi, eceng gondok maupun

batubara belum mengalami proses karbonisasi sempurna, sehingga nilai kalor yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini disebabkan karena masih tingginya kandungan zat terbang pada ketiga bahan baku tersebut. Setelah melewati temperatur optimum, nilai kalor pada bahan baku akan semakin menurun, dikarenakan bahan baku tidak lagi melakukan proses pengarangan tetapi mengalami proses pembentukan abu. Hal ini terjadi pada nilai kalor sekam padi dan eceng gondok yang semakin menurun dari temperatur 300 °C - 500 °C. Dari hasil analisa di atas maka dapat disimpulkan bahwa temperatur optimum untuk karbonisasi sekam padi dan eceng gondok adalah pada 300 °C sedangkan batubara pada 500°C.

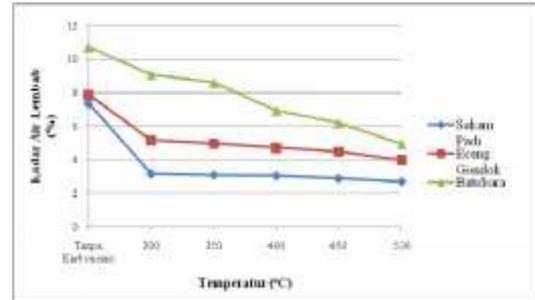


Gambar 3. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Nilai Kalor

Dari gambar 3 diketahui bahwa terjadinya kenaikan nilai kalor seiring dengan bertambahnya jumlah komposisi eceng gondok baik secara teori maupun secara praktek. Nilai kalor secara teori lebih besar dibandingkan secara praktek disebabkan karena adanya penambahan perekat pada campuran yang menurunkan nilai kalor ketika dilakukan analisa (praktek). Komposisi optimum yang diperoleh terjadi pada variasi komposisi sekam padi 10%, eceng gondok 50%, batubara 40% dengan nilai kalor secara teori adalah 5102 kal/g dan nilai kalor yang diperoleh setelah dilakukan analisa adalah 5100 kal/g. Hal ini terjadi karena nilai kalor yang dimiliki eceng gondok lebih besar dari sekam padi sehingga semakin banyak eceng gondok yang dicampurkan maka nilai kalor briket bioarang akan semakin tinggi.

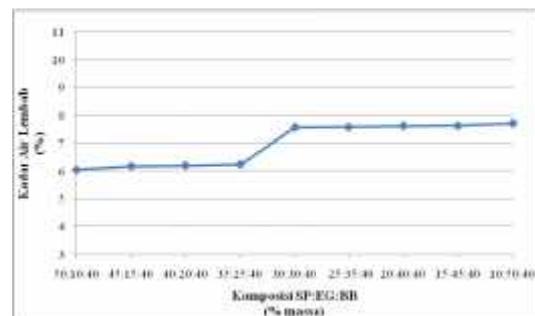
Kadar Air Lembab

Berdasarkan data hasil analisa masing-masing bahan baku maka diperoleh hubungan antara temperatur karbonisasi terhadap kadar air lembab yang digambarkan pada grafik dibawah ini :



Gambar 4. Hubungan Antara Temperatur Karbonisasi terhadap Kadar Air Lembab

Dari gambar 4 diketahui terjadi penurunan kadar air lembab pada tiap bahan baku seiring dengan meningkatnya temperatur karbonisasi dari 300 °C - 500 °C. Hal ini dikarenakan pada saat bahan baku dikarbonisasi, kadar air yang terkandung didalamnya akan menguap. Yangmana semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar air yang menguap dari bahan baku tersebut akan semakin banyak. Kadar air lembab bahan baku sebelum dikarbonisasi adalah 7,36% untuk sekam padi, 7,88% untuk eceng gondok dan 10,72% untuk batubara. Sedangkan setelah dilakukan proses karbonisasi didapatkan kadar air lembab tertinggi pada temperatur 300 °C sebesar 3,15% untuk sekam padi, 5,16% untuk eceng gondok, dan 9,09% untuk batubara. Kadar air lembab terendah pada temperatur 500 °C sebesar 2,68% untuk sekam padi, 3,96% untuk eceng gondok, dan 4,92% untuk batubara. Maka dapat disimpulkan bahwa kadar air lembab akan berkurang seiring dengan bertambahnya temperatur karbonisasi.



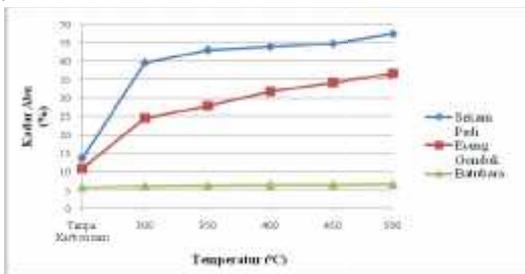
Gambar 5. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Kadar Air Lembab

Dari gambar 5 diketahui bahwa terjadinya peningkatan kadar air lembab pada briket bioarang seiring dengan bertambahnya jumlah eceng gondok yang ditambahkan pada komposisi biomassa total. Hal ini dikarenakan kadar air lembab pada eceng gondok lebih tinggi dibandingkan sekam padi maupun

batubara yang digunakan pada temperatur optimumnya. Kadar air lembab tertinggi pada briket bioarang ini adalah 7,71% pada komposisi 10% sekam padi, 50% eceng gondok, dan 40% batubara. Sedangkan, kadar air lembab terendah adalah 6,04% pada komposisi 50% sekam padi, 10% eceng gondok dan 40% batubara.

Kadar Abu

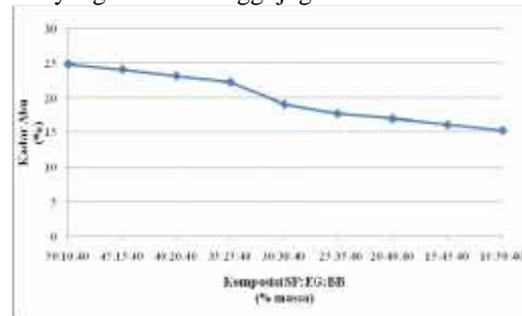
Berdasarkan data hasil analisa masing-masing bahan baku maka diperoleh hubungan antara temperatur karbonisasi terhadap kadar abu yang digambarkan pada grafik dibawah ini :



Gambar 6. Hubungan Antara Temperatur Karbonisasi terhadap Kadar Abu

Dari gambar 6 diketahui bahwa pada biomassa sekam padi dan eceng gondok terjadi peningkatan kadar abu seiring dengan meningkatnya temperatur karbonisasi. Sebelum dilakukan proses karbonisasi, diketahui kadar abu dari masing-masing bahan baku yaitu 13,62% pada sekam padi, 10,94% pada eceng gondok dan 5,85% pada batubara. Kadar abu terendah setelah karbonisasi dengan temperatur 300 °C adalah 39,55% pada sekam padi, 24,48% pada eceng gondok, dan 6,18% pada batubara. Kadar abu dari bahan baku ini terus meningkat sampai temperatur karbonisasi 500 °C. Hal ini dikarenakan temperatur karbonisasi telah melewati batas pengarangan bahan baku. Bahan baku yang telah menjadi arang namun tetap diberi perlakuan panas akan berubah menjadi abu pada waktu tertentu. Hal ini akan berpengaruh terhadap nilai kalor yang akan dihasilkan karena semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan maka nilai kalor yang diperoleh akan semakin rendah, selain itu kadar abu yang terlalu tinggi akan menghasilkan limbah yang banyak. Jika dibandingkan dengan batubara yang memiliki kadar abu 6,6% pada temperatur 500 °C, biomassa memiliki kadar abu yang jauh lebih tinggi dari batubara. Oleh karena itu batubara berperan penting untuk menekan kadar abu biomassa yang terlalu banyak sehingga kadar abu yang dihasilkan dapat dikurangi. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi

temperatur karbonisasi akan dihasilkan kadar abu yang semakin tinggi juga.

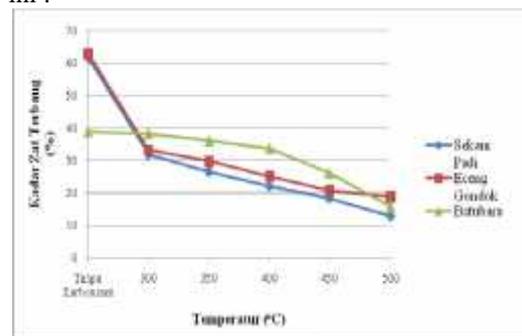


Gambar 7. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Kadar Abu

Dari gambar 7 diketahui bahwa terjadi penurunan kadar abu seiring dengan penambahan eceng gondok pada campuran briket bioarang. Kadar abu tertinggi pada briket bioarang diperoleh pada komposisi sekam padi 50%, eceng gondok 10%, dan batubara 40% dengan kadar abu 24,81%, sedangkan kadar abu terendah briket bioarang campuran diperoleh pada komposisi sekam padi 10%, eceng gondok 50%, dan batubara 40% dengan kadar abu 15,28%. Kadar abu eceng gondok lebih rendah daripada sekam padi sehingga peningkatan persentase eceng gondok terhadap persentase total biomassa keseluruhan akan menurunkan kadar abu briket bioarang.

Kadar Zat Terbang

Berdasarkan data hasil analisa masing-masing bahan baku maka diperoleh hubungan antara temperatur karbonisasi terhadap kadar zat terbang yang digambarkan pada grafik dibawah ini :

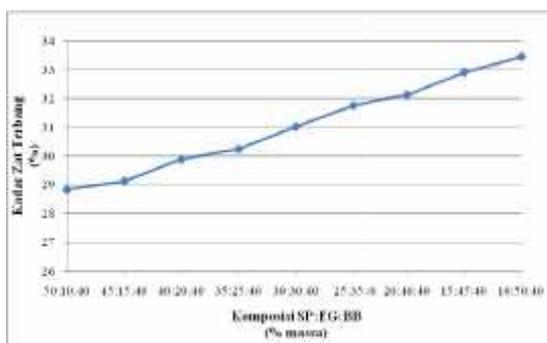


Gambar 8. Hubungan Antara Temperatur Karbonisasi terhadap Kadar Zat Terbang

Dari gambar 8 diketahui bahwa terjadi penurunan drastis kadar zat terbang pada biomassa sebelum dilakukan karbonisasi dan setelah dilakukan karbonisasi. Kadar zat terbang sekam padi dan eceng gondok sebelum dilakukan karbonisasi adalah 61,61% dan 62,92%, namun setelah dilakukan karbonisasi

pada temperatur 300 °C kadar zat terbang menurun hingga kadar zat terbang pada sekam padi 31,64% dan eceng gondok 33,17%. Penurunan terus terjadi seiring dengan bertambahnya temperatur karbonisasi hingga pada temperatur 500 °C, kadar zat terbang pada sekam padi adalah 12,74% dan eceng gondok adalah 18,72%. Kadar zat terbang berpengaruh terhadap kemampuan briket bioarang untuk terbakar. Karena semakin tinggi jumlah kadar zat terbang maka akan semakin cepat briket bioarang terbakar, sedangkan semakin kecil zat terbang pada briket bioarang kemampuan terbakarnya akan semakin sulit.

Jika dibandingkan batubara, kadar zat terbang sebelum dilakukan karbonisasi dan setelah karbonisasi tidak mengalami banyak perubahan meskipun semakin tinggi temperatur karbonisasi kadar zat terbang pada batubara terus menurun. Perbedaan penurunan kadar zat terbang biomassa dan batubara pada saat sebelum dan setelah karbonisasi terjadi akibat kerapatan partikel dan kadar zat terbang yang terkandung dalam bahan baku. Semakin rendah tingkat kerapatan bahan baku maka akan semakin cepat penurunan kadar zat terbang, karena partikel yang terkena panas akan semakin cepat lepas dari ikatannya. Kerapatan antar partikel pada batubara lebih tinggi daripada biomassa sehingga butuh waktu dan temperatur yang lebih tinggi untuk partikel bisa lepas dan menguap. Oleh karena itu kadar zat terbang pada batubara tidak mengalami penurunan secara drastis pada saat sebelum karbonisasi dan setelah karbonisasi. Maka dapat disimpulkan bahwa kadar zat terbang pada bahan baku semakin lama akan semakin menurun seiring meningkatnya temperatur karbonisasi.



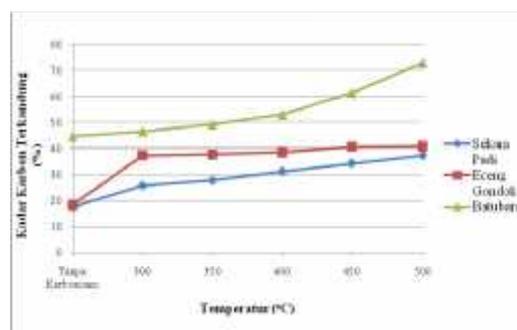
Gambar 9. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Kadar Zat Terbang

Dari gambar 9 diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar zat terbang seiring bertambahnya jumlah eceng gondok yang

dicampurkan pada komposisi total biomassa yang digunakan. Kadar zat terbang terendah adalah pada komposisi sekam padi 50%, eceng gondok 10%, dan batubara 40% dengan kadar zat terbang 28,83%. Sedangkan kadar zat terbang tertinggi diperoleh pada komposisi sekam padi 10%, eceng gondok 50%, dan batubara 40% dengan kadar zat terbang 33,45%. Batubara memiliki kadar zat terbang yang rendah sehingga sulit terbakar dan butuh energi yang lebih besar untuk terbakar. Namun, ketika batubara dicampurkan dengan biomassa menjadi briket bioarang, kemampuan terbakarnya menjadi lebih tinggi sehingga briket bioarang menjadi cepat terbakar. Biomassa berperan penting terhadap peningkatan kadar zat terbang pada briket bioarang campuran ini.

Kadar Karbon Terkandung

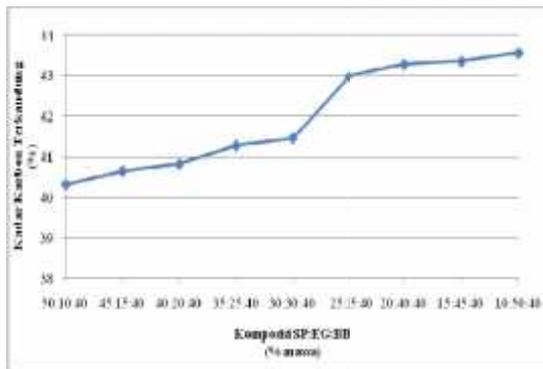
Berdasarkan data hasil analisa masing-masing bahan baku maka diperoleh hubungan antara temperatur karbonisasi terhadap kadar karbon terkandung yang digambarkan pada grafik dibawah ini :



Gambar 10. Hubungan Antara Temperatur Karbonisasi terhadap Kadar Karbon Terkandung

Dari gambar 10 diketahui bahwa kadar karbon terkandung pada semua bahan baku terus meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur karbonisasi. Hal ini dikarenakan pada waktu yang sama, temperatur yang semakin tinggi akan menyebabkan kadar zat terbang pada bahan baku terbakar dan kadar air lembab mengalami penguapan. Setelah kadar zat terbang dan air lembab menghilang maka yang tersisa adalah arang karbon. Kadar karbon terkandung sebelum dilakukan karbonisasi adalah 17,4% pada sekam padi, 18,26% pada eceng gondok dan 44,6% pada batubara. Kadar karbon terkandung ini terus meningkat sampai temperatur 500 °C, yaitu pada sekam padi sebesar 37,21%, pada eceng gondok sebesar 40,7%, dan pada batubara sebesar 72,84%. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi maka akan semakin

tinggi kadar karbon terkandung pada bahan baku.

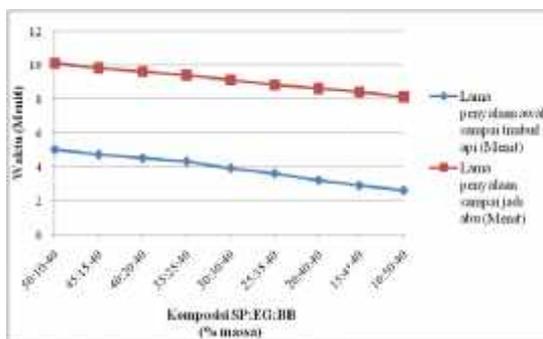


Gambar 11. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Kadar Karbon Terkandung

Dari gambar 11 diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar karbon terkandung pada briket bioarang campuran seiring dengan bertambahnya eceng gondok yang ditambahkan terhadap komposisi biomassa total. Kadar karbon terkandung tertinggi adalah 43,56% pada komposisi sekam padi 10%, eceng gondok 50%, dan batubara 40%. Sedangkan kadar karbon terkandung yang paling rendah adalah 40,32% pada komposisi sekam padi 50%, eceng gondok 10%, dan batubara 40%. Terjadi kenaikan kadar karbon terkandung pada briket bioarang campuran dikarenakan eceng gondok memiliki kadar karbon terkandung yang lebih tinggi daripada sekam padi, sehingga semakin banyak eceng gondok yang ditambahkan maka jumlah karbon terkandung akan meningkat.

Uji Nyala

Hubungan antara variasi komposisi campuran briket bioarang terhadap waktu nyala briket dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Hubungan Variasi Komposisi Campuran Briket Bioarang terhadap Waktu Nyala Briket Bioarang

Dari gambar 12 diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyalan

terhadap briket bioarang pada tiap komposisi membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang paling singkat untuk melakukan penyalan adalah 2,6 menit pada komposisi 10% SP, 50% EG, 40% BB dan waktu terlama ada pada komposisi 50% SP, 10% EG, 40% BB dengan waktu yang dibutuhkan untuk penyalan adalah 5 menit. Hal ini dikarenakan kadar zat terbang yang terdapat pada eceng gondok cukup tinggi untuk memungkinkan terjadinya pembakaran yang berlangsung cepat, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyalan akan lebih singkat. Namun, hal ini akan mempengaruhi lama briket bioarang untuk terbakar, karena kadar zat terbang yang terlalu tinggi akan membuat briket bioarang cepat terbakar menjadi abu seperti pada gambar 12 diatas yang menunjukkan bahwa pada komposisi 10% SP, 50% EG, 40% BB lama waktu briket bioarang dapat digunakan hingga menjadi abu hanya 8,1 menit, sedangkan pada komposisi 50% SP, 10% EG, 40% BB waktu briket bioarang terbakar bisa mencapai 10,1 menit.

Berikut perbandingan kualitas briket bioarang terbaik terhadap syarat briket arang SNI yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Perbandingan Kualias Briket Bioarang Campuran Batubara, Sekam Padi dan Eceng Gondok terhadap Syarat Mutu Briket Arang SNI No. SNI 01-6235-2000

Parameter	Satuan	Syarat Mutu	Briket Bioarang Terbaik
<i>Calorific Value</i>	Cal/gr	Min 5000	5100
<i>Inherent Moisture</i>	% (adb)	Maks 8	7,71
<i>Ash Content</i>	% (adb)	Maks 8	15,28
<i>Volatile Matter</i>	% (adb)	Maks 15	33,45

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa briket bioarang terbaik dengan komposisi 10% sekam padi : 50% eceng gondok : 40% batubara dibandingkan dengan syarat mutu briket arang SNI, yaitu jika dilihat dari parameter *calorific value* dan *inherent moisture* telah memenuhi syarat mutu briket arang SNI dengan *calorific value* sebesar 5100 cal/ gr dan *inherent moisture* sebesar 7,71%. Namun dari paramater *ash content* dan *volatile matter*, briket bioarang masih belum memenuhi syarat mutu briket arang SNI, hal ini bisa disebabkan karena adanya komposisi biomassa yang memiliki *ash content* dan *volatile matter* yang tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini :

- 1) Biomassa berupa sekam padi dan eceng gondok dapat dikombinasikan dengan batubara sebagai bahan baku pembuatan briket bioarang pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM).
- 2) Temperatur optimum proses karbonisasi pada tiap bahan baku dalam pembuatan briket bioarang yaitu sekam padi pada 300 °C, eceng gondok pada 300 °C dan batubara pada 500 °C karena pada temperatur ini dihasilkan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan temperatur karbonisasi lainnya.
- 3) Komposisi optimum campuran arang bahan baku sehingga dihasilkan briket bioarang terbaik yaitu dengan 10% sekam padi, 50% eceng gondok dan 40% batubara.
- 4) Briket bioarang telah memenuhi syarat briket arang SNI jika ditinjau dari parameter *calorific value* dan *inherent moisture*. Namun dari parameter *ash content* dan *volatile matter*, briket bioarang masih belum memenuhi syarat mutu briket arang SNI diperkirakan karena komposisi dari biomassa.

Adapun saran dari penelitian ini :

Pada penelitian ini didapatkan *volatile matter* dan *ash content* yang tidak memenuhi persyaratan SNI suatu briket, sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya perlu penambahan bahan baku lain yang berfungsi untuk menurunkan *volatile matter* dan *ash content*.

DAFTAR PUSTAKA

- Affendi. 2008. *Karakterisasi PLTD-Sekam Kapasitas 125 kva di Penggilingan Gabah PT. Pertani-Indramayu*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung. ISBN : 978-979-1165-74-7 VI-2.
- Anonim. 2013. *Kajian Substitusi Gas dengan Energi Lain pada Sektor Industri*. Pusat Data dan Teknologi KESDM: Jakarta.
- Anonim. 2015. *SNI Briket Arang Kayu*. (Online) http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_mai/sni/detail_sni/5781. Diakses pada 24 April 2015.
- DESDM. 2005. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025*. Jakarta.
- Hartadi, H. M Kamal dan Sulastiyono. 1985 . *Penggunaan Konsentrat Protein Daun*

Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) dalam Ransum Ayam Petelur. Prosiding Seminar Peternakan dan Forum Peternak Unggas dan Aneka Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan: Bogor.

- Hasani. 1996. *Pembuatan arang aktif konvensional*. Jakarta.
- Hasim. 2003. *Eceng Gondok Pembersih Polutan Logam Berat*. Kompas dalam kolom Inspirasi: Jakarta.
- Hendra, Djeni. 2011. *Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Bahan Baku Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan dan Pengolahan Hasil Hutan: Bogor.
- Houston. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Ceramic, Inc. Minnecosta.
- Jamilatun, Siti. 2008. *Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu*. Jurnal Rekayasa Proses Vol. 2 No.2. Universitas Ahmad Dahlan: Yogyakarta.
- Joseph dan Hislop. 1981. *Residu Briquetting in Developing Countries*. Aplyed Science Publisher. London.
- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. ITB: Bandung
- Kumar, dkk. 2010. *Thermodynamic and Kinetic Studies of Cadmium Adsorption from Aqueous Solution onto Rice Husk*. Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 27, No. 02, pp. 347 – 355, hlm: 1-9.
- Muharyani, Reesi, dkk. 2012. *Pengaruh Suhu Serta Komposisi Campuran Arang Jerami Padi dan Batubara Subbituminus pada Pembuatan Briket Bioarang*. Jurnal Teknik Kimia No. 1 Vol. 18. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Onu, Favan, Sudarja, dkk. 2010. *Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (Myristica Fragan Houtt) Dan Limbah Sawit (Elaeis Guenensis)*. Seminar Nasional Teknik Mesin UMY.
- Patabang, Daud. 2012. *Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat*. Jurnal Mekanikal Vol 3 No. 2. Universitas Tadulako: Palu.

- Prasad, dkk. 2001. *Effect of Rice Husk Ash in Whiteware Compositions*. Ceramic International, Vol 27, hal 629-635.
- Prasetyaningrum, Aji, dkk. 2009. *Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok untuk Menghasilkan Komposit Serat dengan Kualitas Fisik dan Mekanik yang Tinggi*. Riptek Teknik Kimia No.1. Vol .3. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Puslitbang. 2012. *Peningkatan Produksi Padi Menuju 2020*. (Online) <http://pangan.litbang.deptan.go.id/index.php/index.php>. Diakses tanggal 21 April 2015.
- Rafsanjani, Kharis Akbar, dkk. 2012. *Studi Pemanfaatan Potensi Biomass Dari Sampah Organik Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Briket) Dalam Mendukung Program Eco-Campus*. Jurnal Teknik Pomits Vol. 1 No. 1. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.
- Roehyati. 1983. *Kandungan Kimia Eceng Gondok*. Surabaya.
- Siahaan, Satriyani, dkk. 2013. *Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol 2 No.1. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Soeswanto, Bambang. 2011. *Pengaruh Parameter Proses pada Pemungutan Kembali Silika dari Abu Batubara*. Tesis. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Soeyanto. 1982. *Cara Membuat Sampah jadi Arang dan Kompos*. Yudhistira, Jakarta.
- Subroto. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu Dan Jerami*. Media Mesin Vol. 7 No.2. Universitas Muhammadiyah: Surakarta.
- Suroso. 2005. *Kilang Pengolahan BBM Dioptimalkan*. Harian Pagi Jawa Pos 11 Maret 2005.
- Tarsito, Teguh, dkk. 2013. *Pengaruh Variasi Komposisi Briket Organik terhadap Temperatur dan Waktu Pembakaran*. Universitas Diponegoro: Semarang.