

PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
UNTUK BAHAN BAKU BRIKET SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF

(The Utilization of Water Hyacinth (Eichornia crassipes) for Basic Comodity of Briquette in Order to Alternative Fuel)

Oleh/By :

Djeni Hendra

Email: djeni_hendra@yahoo.co.id

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Telp. 0251- 8633378, Fax 0251- 8633413

Diterima 28 Desember 2010, disetujui 29 April 2011

ABSTRACT

Water hyacinth growth in waters comodity and high cellulose compound, handling of water hyacinth is need so that water hyacinth doesn't destructive waters ecosystem. Briquette from water hyacinth is one of solution to make use water hyacinth. this research aims to look for briquette optimum binder degree of water hyacinth and detect the best kind of water hyacinth briquetted who can developed to alternative fuel.

The result shows that the best briquette characteristics charcoal from water hyacinth briquette with optimum binder is 5%, for mixture briquette with optimum binder is 12,5%, and in biobriquette water hyacinth the optimum binder degree is 15% analysis least significant difference shows best kind of water hyacinth briquette result is mixture briquette, i.e. calorific value as is 3061 cal/g, density 0,33 g/cm³, persistence presses 6,60 kg/m², carbon degree 38,30%, water degree 6,40%, volatile matter degree 41,90%, and ash degree 13,40%.

Keyword : Alternative energy, biobriquette, briquetted, water hyacinth

ABSTRAK

Eceng gondok merupakan komoditi perairan yang memiliki nilai selulosa yang tinggi, penanganan pasca panen eceng gondok yang mudah dan hasilnya bermanfaat juga bernilai ekonomis tinggi diperlukan agar eceng gondok tidak merusak ekosistem perairan. Pembuatan briket dari bahan baku eceng gondok merupakan salah satu solusi untuk memanfaatkan eceng gondok. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kadar perekat optimum briket eceng gondok dan mengetahui jenis briket eceng gondok yang terbaik untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik briket terbaik adalah briket arang eceng gondok dengan perekat sebesar 5%, untuk briket campuran dengan perekat sebesar 12,5%, dan pada biobriket eceng gondok dengan kadar perekat sebesar 15%. Hasil analisis ragam dan uji lanjut beda nyata terkecil menunjukkan hasil briket terbaik adalah briket campuran. Nilai kalor bakar sebesar 3061 kal/g, keteguhan tekan 6,60 kg/m², kadar karbon terikat 38,30%, kadar air 6,40%, kadar zat menguap 41,90% dan kadar abu sebesar 13,40%.

Kata kunci: Biobriket, briket, eceng gondok, energi alternatif.

I. PENDAHULUAN

Potensi biomassa di Indonesia yang bisa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat melimpah. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar nabati memberi tiga keuntungan langsung. Pertama, peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan karena kandungan energi yang terdapat pada limbah cukup besar dan akan terbuang percuma jika tidak dimanfaatkan. Kedua, penghematan biaya, karena seringkali membuang limbah bisa lebih mahal dari pada memanfaatkannya. Ketiga, mengurangi keperluan akan tempat penimbunan sampah karena penyediaan tempat penimbunan akan menjadi lebih sulit dan mahal, khususnya di daerah perkotaan (Anonim, 2008).

Pemuatan briket dari bahan baku biomassa diharapkan dapat mengatasi permasalahan lingkungan juga menjadi solusi dari kelangkaan bahan bakar karena proses produksi briket yang tergolong mudah dan tidak memerlukan keterampilan khusus. Bahan utama yang harus terdapat dalam bahan baku pembuatan briket adalah selulosa, semakin tinggi kandungan selulosa semakin baik kualitas briket. Eceng gondok merupakan limbah di perairan yang dapat merusak keseimbangan ekosistem perairan karena pertumbuhannya yang sangat pesat, hingga dapat mencapai 3% dalam sehari. Kadar selulosa dari eceng gondok cukup tinggi yaitu 64,5% dari berat keringnya (Joedibroto, 1980). Penelitian pembuatan briket arang yang pernah dilakukan selama ini menggunakan bahan baku dari serbuk gergajian kayu campuran, ranting dan dahan kecil berdiameter kurang 8 cm, bahbiran kayu, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, tempurung kemiri, tempurung nyamplung dan briket kayu yang menggunakan dari bahan baku serbuk gergajian kayu.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah eceng gondok, dan tepung tapioka. Peralatan yang digunakan adalah alat destilasi kering, *bomb calorimeter*, *universal testing gebruder amsler*, oven, tanur, desikator, timbangan material, cawan porselin, pengempa hidrolis manual, timbangan analitik, dan kertas saring.

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan briket

Bahan baku eceng gondok terlebih dahulu dikeringkan dibawah sinar matahari, setelah kering dicacah kasar ± 5 cm kemudian dikarbonisasi (bahan baku briket arang), sedangkan untuk bahan baku briket campuran dan biobriket, eceng gondok kering dibuat serbuk. Pembuatan briket dibagi dalam tiga kelompok:

- Briket arang eceng gondok dengan kadar perekat tapioka : 2,5%, 5%, dan 7,5%.
- Briket campuran arang dan serbuk eceng gondok : 7,5%, 10% dan 12,5%.
- Biobriket (briket serbuk eceng gondok) dengan kadar perekat : 10%, 12,5% dan 15%. Kemudian dikempa dengan menggunakan kempa hidraulik manual. Briket yang telah dikempa dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

2. Analisis sifat fisiko kimia briket

Analisis fisiko kimia yang dilakukan adalah nilai kalor, keteguhan tekan, kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, dan kadar karbon terikat ditetapkan berdasarkan metoda ASTM (Anonim, 1959).

Analisis performansi yaitu laju pembakaran. Massa briket sebelum briket terbakar dikurangi massa briket setelah terbakar dibagi lamanya pembakaran dan kemudahan briket terbakar waktu awal briket terbakar sejak dimulainya pembakaran.

3. Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan ulangan dari satu taraf kombinasi dilakukan sebanyak 2 kali (Steel and Torrie, 1980). Model yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana: Y_{ij} = Respon pengaruh faktor kadar perekat pada taraf ke-i, dan ulangan ke-j;
 μ = Rata-rata pengamatan; A_i = Pengaruh perlakuan kadar perekat pada taraf ke-i; ϵ_{ij} = pengaruh acak perlakuan kadar perekat suatu sisaan (galat) untuk taraf ke-i dan ulangan ke-j

Untuk mengetahui hubungan antara masing-masing perlakuan yang diberikan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan dan bila berbeda nyata dilakukan dengan uji *least significant difference* (Steel and Torrie 1980).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis nilai kalor bakar, kadar air, kadar zat menguap, kadar karbon terikat dan kadar abu dilakukan terhadap bahan baku briket eceng gondok yang terdiri dari arang eceng gondok, campuran arang dan serbuk eceng gondok 1:1 (b/b), serbuk eceng gondok dan perekat tepung tapioka. Hasil analisis sifat fisis dan kimia bahan baku untuk pembuatan briket eceng gondok dapat dilihat pada Tabel 1.

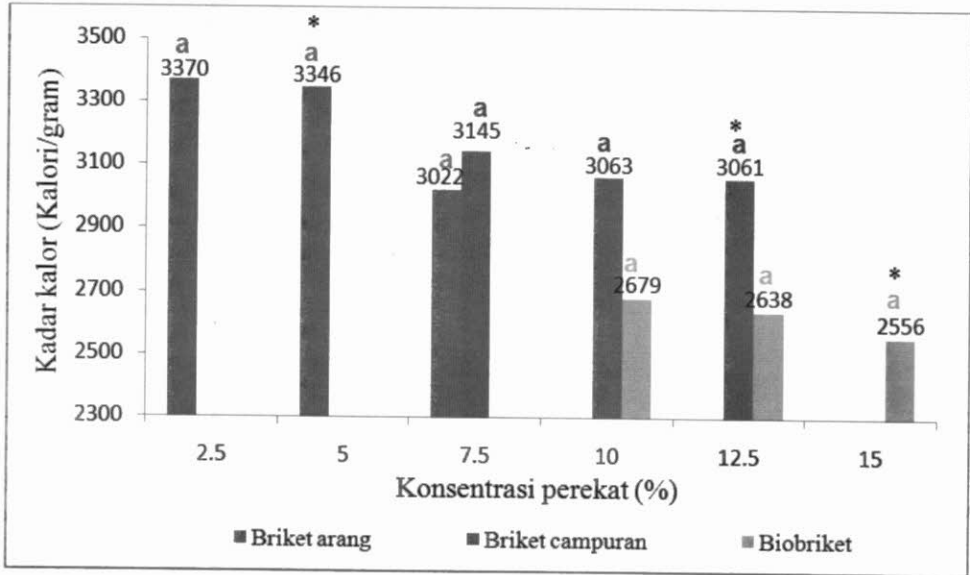
Tabel 1. Sifat fisis dan kimia bahan baku briket eceng gondok
Table 1. Physical and chemical properties of briquetted water hyacinth

Bahan baku (Raw material)	Nilai kalor (Calorific value, cal/g)	Kadar air (Moisture content, %)	Kadar zat menguap (Volatile matter, %)	Kadar abu (Ash content, %)	Kadar karbon terikat (Fixed carbon, %)
Arang eceng gondok	3207,90	8,81	14,61	35,37	41,21
Campuran arang dan serbuk eceng gondok 1:1 (b/b)	3027,33	13,23	30,23	26,10	30,44
Serbuk eceng gondok	1783,62	17,66	49,87	16,25	16,23
Tepung tapioka	819,92	13,53	80,06	1,21	5,20

Berdasarkan hasil analisis sifat fisiko-kimia dari bahan baku briket eceng gondok dapat diketahui bahwa nilai kalor bakar tertinggi terdapat pada arang eceng gondok sebesar 3207 kal/g, sedangkan nilai kalor bakar terendah terdapat pada serbuk eceng gondok sebesar 1783,62 kal/g.

A. Nilai Kalor Bakar Briket

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar optimum perekat tapioka pada masing-masing jenis briket eceng gondok adalah sebagai berikut. Briket eceng gondok yang terbuat dari arang dengan kadar optimum perekat sebesar 5% mempunyai nilai kalor bakar sebesar 3347 kal/g, briket eceng gondok yang terbuat dari campuran arang dan serbuk sebesar 12,5% dengan nilai kalor bakar sebesar 3061kal/g dan briket eceng gondok yang terbuat dari serbuk sebesar 15% dengan nilai kalor sebesar 2556 kal/g.



Gambar 1. Nilai kalor pada briket eceng gondok
Figure 1. Result calorific value of water hyacinth briquette

Keterangan : * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks : *Mean best degree of binder different letter (a) show significant.

Berdasarkan perhitungan sidik ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat tapioka dalam setiap jenis briket tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai kalor briket.

Tabel 1. Ringkasan sidik ragam sifat kualitas briket dari arang eceng gondok (briket arang)

Table 1. Summarized analysis of variance on properties of briquette charcoal from water hyacinth

No.	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculated)
1.	Nilai kalor bakar (Calorific value), cal/g	2	7.545,6665	6,240*
2.	Keteguhan tekan (Compressive strength), kg/cm ²	2	4,665	19,18*
3.	Kadar air (Moisture content), %	2	0,051	0,151*
4.	Kadar zat menguap (Volatile matter), %	2	10,547	1,527*
5.	Kadar abu (Ash content), %	2	0,996	4,654*
6.	Kadar karbon terikat (Fixed carbon), %	2	19,234	2,867*

Keterangan (Remarks): * = Nyata (Significant)

Tabel 2. Ringkasan sidik ragam sifat kualitas briket arang yang dicampur dengan serbuk eceng gondok (briket campuran)

Table 2. Summarized analysis of variance on properties of briquette charcoal mixture of water hyacinth powder (briquette mixture)

No.	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculated)
1.	Nilai kalor bakar (Calorific value), cal/g	2	4.607,216	0,376*
2.	Keteguhan tekan (Compressive strength), kg/cm ²	2	2,994	245,333*
3.	Kadar air (Moisture content), %	2	0,167	1.942*
4.	Kadar zat menguap (Volatile matter), %	2	7,586	0,192*
5.	Kadar abu (Ash content), %	2	6,081	3,953*
6.	Kadar karbon terikat (Fixed carbon), %	2	27,070	0,941*

Keterangan (Remarks): * = Nyata (Significant)

Tabel 3. Ringkasan sidik ragam sifat kualitas briket dari serbuk eceng gondok (biobriket)

Table 3. Summarized analysis of variance on properties of briquette from water hyacinth powder (biobriquette)

No.	Sifat (<i>Properties</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>)	F-hitung (<i>F-calculated</i>)
1.	Nilai kalor bakar (<i>Calorific value</i>), cal/g	2	794,815	0,141*
2.	Keteguhan tekan (<i>Compressive strength</i>), kg/cm ²	2	3,141	101,322*
3.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	2	0,038	0,113*
4.	Kadar zat menguap (<i>Volatile matter</i>), %	2	2,426	0,107*
5.	Kadar abu (<i>Ash content</i>), %	2	5,176	8,164*
6.	Kadar karbon terikat (<i>Fixed carbon</i>), %	2	2,943	0,131*

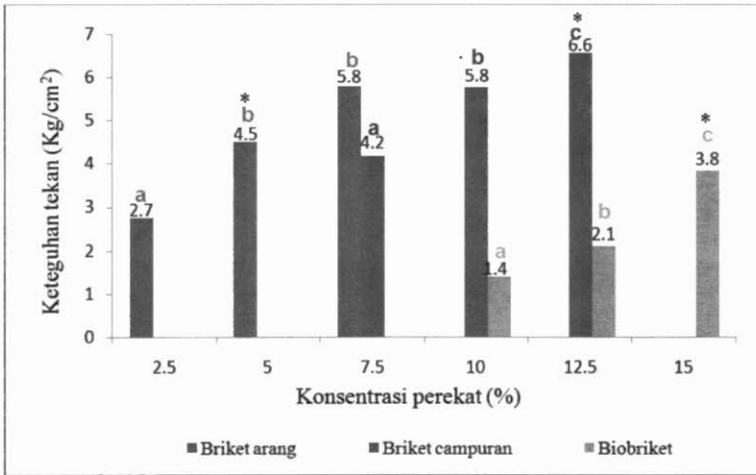
Keterangan (*Remarks*): * = Nyata (*Significant*)

Hasil pengujian BNT menunjukkan ada perbedaan yang nyata antara briket arang dengan biobriket dan briket campuran dengan biobriket, akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara briket arang dan briket campuran (Lampiran 1).

Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kalor bakar briket yang dihasilkan dan dalam setiap jenis bahan baku briket memiliki kadar karbon terikat yang berbeda sehingga mengakibatkan nilai kalor bakar yang berbeda. Bahan baku yang memiliki kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan nilai kalor bakar briket yang tinggi. Semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi nilai kalornya, karena setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori (Hendra dan Winarni, 2003). Selain kadar karbon terikat, tingginya kadar air briket dapat menurunkan nilai kalor bakar (Indarti, 2001). Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat digunakan sebagai panas pembakaran. Nilai kalor bakar briket eceng gondok pada penelitian ini berkisar antara 2256-3347 kal/g masih berada dibawah nilai kalor bakar briket kayu yang menggunakan bahan baku dari serbuk gergajian kayu sengon (60 mesh) yaitu sebesar 2704-3941 kal/g. Rendahnya nilai kalor briket eceng gondok disebabkan oleh kecilnya kandungan lignin dibandingkan dengan kayu kaliandra walaupun suhu kempanya relatif lebih tinggi dari suhu kempa kayu kaliandra (Hendra dan Pari, 2010).

B. Keteguhan Tekan Briket

Kadar optimum perekat tapioka pada masing-masing jenis briket eceng gondok adalah sebagai berikut. Briket eceng gondok yang terbuat dari arang dengan kadar optimum perekat sebesar 5% mempunyai keteguhan tekan sebesar 4,5 kg/cm², briket eceng gondok yang terbuat dari campuran arang dan serbuk sebesar 12,5% dengan keteguhan tekan sebesar 6,6 kg/cm² dan briket eceng gondok yang terbuat dari serbuk sebesar 15% dengan keteguhan tekan sebesar 3,8 kg/cm² (Gambar 2).



Gambar 2. Nilai keteguhan tekan pada briket eceng gondok
 Figure 2. Result persistence presses value of water hyacinth briquetted

Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a, b, dan c) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks: *Mean best degree of binder different letter (a, b and c) show significant

Berdasarkan perhitungan sidik ragam faktorial memperlihatkan bahwa perbedaan kadar perekat dalam setiap jenis briket memberikan pengaruh nyata (sig < 0,05) terhadap nilai keteguhan tekan briket yang dihasilkan, begitu juga berdasarkan hasil perhitungan dengan uji Duncan memperlihatkan perbedaan yang nyata dari setiap kenaikan kadar perekat tapioka dalam setiap jenis briket, ini menunjukkan bahwa penambahan perekat sangat mempengaruhi keteguhan tekan briket yang dihasilkan.

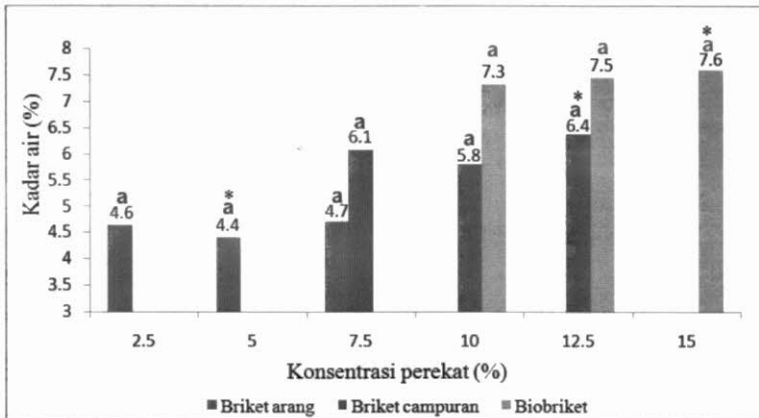
Hasil analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa adanya perbedaan keteguhan tekan yang nyata antara jenis briket eceng gondok yang berbeda. Perbedaan yang nyata dianalisis dengan uji beda nyata terkecil (BNT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada perbedaan yang nyata antara briket arang dengan biobriket dan briket campuran

dengan biobriket, akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara briket arang dan briket campuran (Lampiran 2).

Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi sifat keteguhan tekan briket yang dihasilkan. Tiap bahan baku memiliki kerapatan berbeda-beda sehingga mengakibatkan nilai keteguhan tekan yang berbeda untuk tiap jenis bahan baku briket. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik bahan baku briket yang berupa arang lebih memiliki kekuatan perekatan yang lebih besar dibandingkan dengan bahan baku berupa serbuk eceng gondok dengan kadar bahan perekat yang sama. Nilai keteguhan yang tinggi disebabkan karena ukuran serbuk kayu yang cenderung lebih seragam. Permukaan yang seragam akan lebih memudahkan serbuk kayu menempel dan saling berikatan. Ditambah dengan suhu dan tekanan akan membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang yang kosong. Semakin kecil ukuran serbuk kayu, maka nilai keteguhannya akan semakin besar (Hendra dan Darmawan, 2002).

C. Kadar Air Briket

Kadar optimum perekat tapioka pada masing-masing jenis briket eceng gondok adalah sebagai berikut. Briket eceng gondok yang terbuat dari arang dengan kadar optimum perekat sebesar 5% mempunyai kadar air sebesar 4,4%, briket eceng gondok yang terbuat dari campuran arang dan serbuk sebesar 12,5% dengan kadar air sebesar 6,4% dan briket eceng gondok yang terbuat dari serbuk sebesar 15% dengan kadar air sebesar 7,6% (Gambar 3).



Gambar 3. Nilai uji kadar air pada briket eceng gondok
 Figure 3. Result calor water degree of water hyacinth briquette

Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks: * Mean best degree of binder different letter (a) show significant.

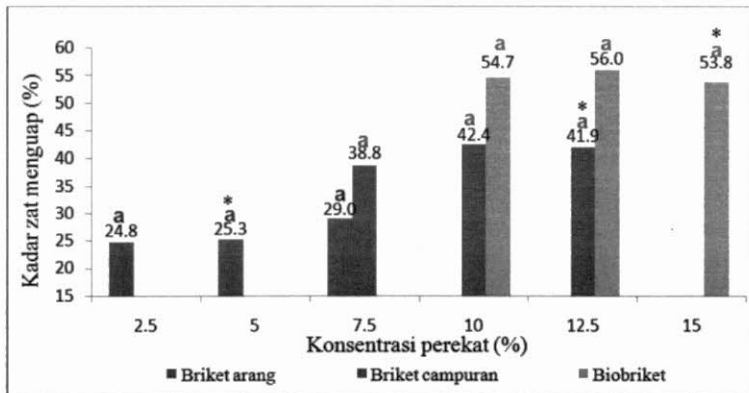
Analisis sidik ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat tapioka dalam setiap jenis briket tidak memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap kadar air briket yang dihasilkan, ini menunjukkan penambahan perekat tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata ($\text{sig} < 0,05$) perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap kadar air dari briket.

Analisis beda nyata terkecil (BNT), menyatakan adanya perbedaan yang nyata antara kadar air pada briket arang dan kadar air pada biobriket eceng gondok, namun tidak ada perbedaan yang nyata nilai kadar air briket campuran dengan kadar air briket arang dan biobriket. Perbedaan ini menunjukkan bahwa karbonisasi bahan baku memang mengurangi kadar air dan kadar menguap pada bahan (Lampiran 4).

Pengaruh kadar air terhadap briket adalah meningkatkan kehilangan panas, karena penguapan dan pemanasan berlebih dari uap, membantu pengikatan partikel halus, serta membantu radiasi transfer panas (Anonim, 2006. UNEP).

D. Kadar Zat Menguap Briket

Kadar perekat optimum pada masing-masing jenis briket eceng gondok terdapat pada briket arang yaitu sebesar 5%, briket campuran 12,5% dan biobriket sebesar 15%. Kadar zat menguap terendah dihasilkan oleh briket arang pada campuran perekat tapioka 2,5% dengan kadar zat menguap sebesar 24,8%, sedangkan kadar zat menguap tertinggi dihasilkan oleh biobriket pada pencampuran perekat tapioka 12,5% dengan kadar zat menguap sebesar 56,0% (Gambar 4).



Gambar 4. Nilai uji zat menguap pada briket eceng gondok
 figure 4. Result volatile matter degree of water hyacinth briquette

Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

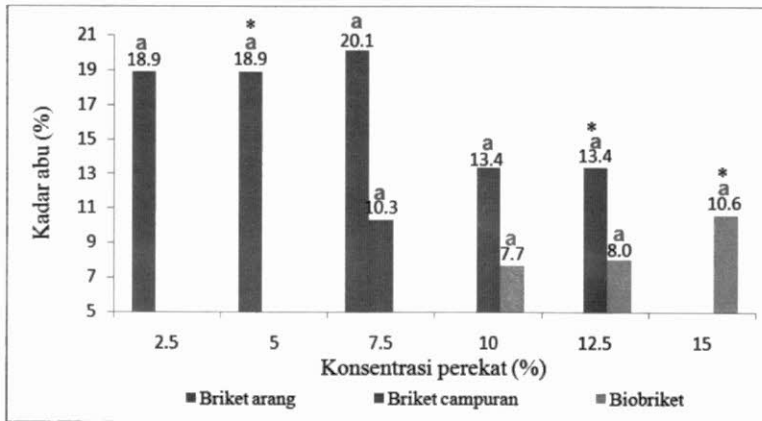
Remarks: * Mean best degree of binder different letter (a) show significant.

Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berupa tapioka pada masing-masing jenis briket tidak memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai kadar zat menguap dari briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap kadar zat menguap dari briket yang dihasilkan.

Bahan bakar briket dengan kandungan biomassa lebih akan memiliki periode pembakaran yang lebih singkat, disebabkan kandungan zat menguap yang tinggi akan dengan mudah dan cepat keluar selama tahap awal proses pembakaran (Saptoadi, 2004).

E. Kadar Abu Briket

Kadar perekat optimum pada masing-masing jenis briket eceng gondok terdapat pada briket arang yaitu sebesar 5%, briket campuran 12,5% dan biobriket sebesar 15%. Kadar abu terendah dihasilkan oleh biobriket pada campuran perekat tapioka 10% dengan kadar abu sebesar 7,7%, sedangkan kadar abu tertinggi dihasilkan oleh briket arang pada pencampuran perekat tapioka 7,5% dengan kadar abu sebesar 20,1% (Gambar 5).



Gambar 5. Nilai uji abu pada briket eceng gondok
 Figure 5. Result ass degree of water hyacinth briquette

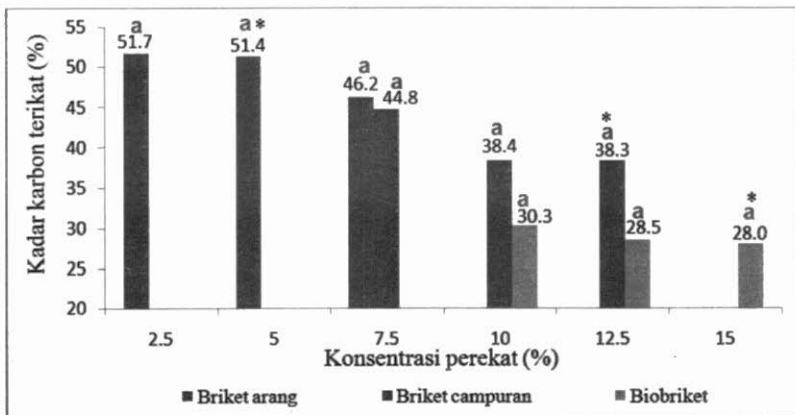
Keterangan : * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks : * Mean best degree of binder different letter (a) show significant.

Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berupa tapioka dalam masing-masing jenis briket tidak memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai kadar abu dari briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap kadar abu dari briket yang dihasilkan. Faktor jenis bahan baku sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kadar abu briket yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan kadar abu briket yang dihasilkan berbeda pula (Hendra dan Winarni, 2003). Unsur utama yang terkandung dalam abu adalah silika yang dapat menurunkan nilai kalor bakar yang dihasilkan (Earl, 1974).

F. Kabon Terikat Briket

Kadar perekat optimum pada masing-masing jenis briket eceng gondok terdapat pada briket arang yaitu sebesar 5%, briket campuran 12,5% dan biobriket sebesar 15%. Kadar karbon terikat terendah dihasilkan oleh biobriket pada campuran perekat tapioka 15% dengan kadar karbon terikat sebesar 28,8%, sedangkan kadar karbon terikat tertinggi dihasilkan oleh briket arang pada pencampuran perekat tapioka 2,5% dengan kadar karbon terikat sebesar 51,7% (Gambar 6).



Gambar 6. Nilai uji kabon terikat pada briket eceng gondok
 Figure 6. Result carbon degree of water byacinth briquette

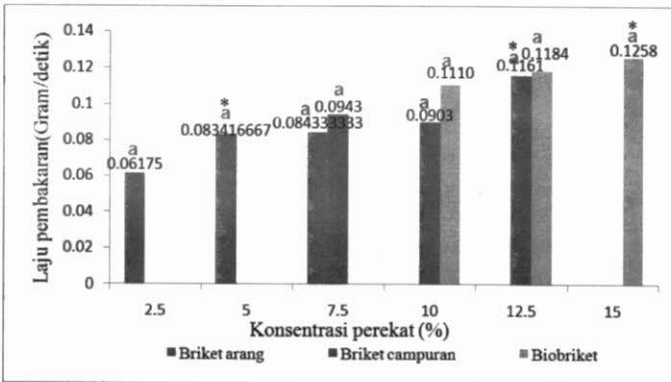
Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks: * Mean best degree of binder different letter (a) show significant

Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berupa tapioka dalam masing-masing jenis briket tidak memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai kadar karbon terikat dari briket yang dihasilkan, ini menunjukkan penambahan perekat tidak memberikan pengaruh terhadap kadar karbon terikat briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap kadar karbon terikat dari briket yang dihasilkan. Kadar karbon terikat briket eceng gondok yang dihasilkan berkisar antara 27,97 - 51,71%, hasil ini belum memenuhi persyaratan kualitas briket arang kayu (Standar Nasional Indonesia. 2000) yaitu sebesar 77%. Nilai ini dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap arang penyusunnya. Karbon terikat sebagai karbon (C) dalam arang selain fraksi abu, air, dan zat mudah menguap. Karbon terikat mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang karena akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan.

G. Laju Pembakaran pada Briket

Laju pembakaran dari briket yang dihasilkan berkisar antara 0,0618 - 0,1258 gram perdetik. Kisaran laju pembakaran terlambat pada arang yaitu 0,0618 - 0,0843 g/detik, kemudian pada briket campuran dengan kisaran 0,0903 - 0,1161 g/detik. Laju pembakaran tercepat diperlihatkan oleh briket eceng gondok dengan kecepatan 0,1110 - 0,1258 g/detik, nilai uji laju pembakaran pada briket eceng gondok dapat dilihat dari Gambar 7.



Gambar 7. Nilai uji laju pembakaran pada briket eceng gondok

Figure 7. Result speed combustion of water hyacinth briquette

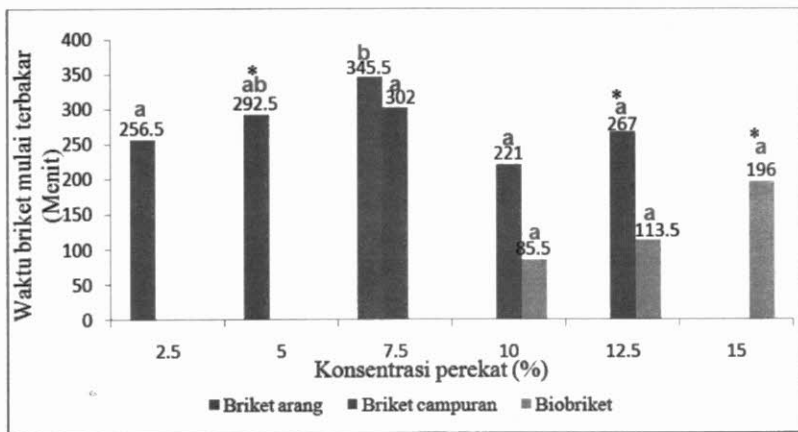
Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks: * Mean best degree of binder different letter (a) show significant

Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berupa tapioka dalam setiap jenis briket tidak memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai laju pembakaran dari briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap kerapatan dari briket yang dihasilkan.

H. Waktu Mulai Terbakar pada Briket

Pembakaran briket tanpa karbonasi akan menyebabkan penyalaan briket menjadi mudah dibandingkan dengan briket yang telah dikarbonasi. Hal ini dikarenakan briket tanpa karbonasi masih mengandung kadar zat menguap yang cukup banyak (Kuncoro dkk., 1999). Parameter waktu briket mulai terbakar pada briket yang diproduksi adalah pada kisaran 1 menit 26 detik – 5 menit 45 detik, Nilai waktu briket mulai terbakar kalor pada briket eceng dapat dilihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Nilai waktu briket mulai terbakar pada briket eceng gondok

Figure 8. Result combustion time value of water hyacinth briquette

Keterangan: * Menunjukkan kadar perekat optimum huruf yang berbeda (a dan b) menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Remarks : * Mean best degree of binder different letter (a and b) show significant.

Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berupa tapioka dalam masing-masing jenis briket memberikan pengaruh nyata ($\text{sig} < 0,05$) terhadap nilai waktu briket mulai terbakar dari briket yang dihasilkan. Analisis ragam faktorial menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata yang diakibatkan proses karbonisasi bahan terhadap waktu briket mulai terbakar dari briket yang dihasilkan. Karbonisasi menurunkan kadar zat menguap sedangkan kadar zat menguap penting untuk proses penyalaan. Pengaruh kadar zat menguap dalam briket adalah berbanding lurus dengan peningkatan panjang nyala api, dan membantu dalam memudahkan penyalaan briket, serta mempengaruhi kebutuhan udara sekunder dan aspek-aspek distribusi (Anonim, 2006 UNEP).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis sifat fisiko kimia dari ketiga jenis briket dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket, dengan nilai kalor bakar berkisar antara 2601 - 3370 kal/g, keteguhan tekan antara 1,39 - 6,55 kg/cm², kadar air antara 4,40 - 7,60%, kadar zat menguap antara 24,77 - 56,00%, kadar abu antara 7,69 - 20,13%, karbon terikat antara 27,97 - 51,71%, waktu briket mulai terbakar antara 1 menit 26 detik - 5 menit 45 detik, dan laju pembakaran berkisar antara 0,0618 - 0,1258 g/detik.

Kadar perekat optimum dalam briket arang adalah pada konsentrasi 5%, briket campuran 12,5%, dan biobriket eceng gondok adalah pada konsentrasi perekat 15%. Jenis briket terbaik adalah briket campuran arang eceng gondok dengan serbuk eceng gondok.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1959. American Society for Testing and Materials. *ASTM Standard Coal and Coke D-5*. Philadelphia: ASTM Publisher.
- , 2000. Briket arang kayu. Standar Nasional Indonesia. BSN. Jakarta
- , 2008. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Pendahuluan. <http://tep.fateta.ipb.ac.id/elearning/>. [25 juni 2009].
- , 2006. Departemen Energi dan Sumberdaya Manusia. Pabrik percontohan briket bio-batubara, Palimanan. <http://www.-esdm.go.id/aset/briket>. [27 Oktober 2008].
- Earl, D.E. 1974. A report on charcoal. Andre Mayer Researc Fellow. FAO. Rome.

- Hendra, D. dan I. Winarni. 2003. Sifat fisis dan kimia briket arang campuran limbah kayu gergajian dan sabetan kayu. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 21(3) : 211- 226. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Hendra, D. 2007. Pembuatan briket arang dari campuran kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 25 (3) : 242- 255. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Hendra, D. dan S. Darmawan. 2002. Pembuatan briket arang dari serbuk gergajian kayu dengan penambahan tempurung kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* Vol. 18 No. 1 pp 1-9. Bogor.
- Hendra, D. dan G. Pari. 2010. Teknologi produksi wood pellets dari jenis pohon energy alternatif dengan system semi kontinyu. Laporan Hasil Penelitian. Tidak dipublikasikan.
- Indarti. 2001. Country Paper. Indonesia regional seminar on commercialization of biomass technology. 4-8 June, Guangzhou, China
- Joedodibroto, R. 1980. Industri kecil kertas karton di Indonesia. *Balai Besar Selulosa*. Bandung 1980 ; 16: 37-41.
- Kuncoro, H., Herbawamurti, T.E, Hawaria, dan Darmawan. 1999. Study on Coal Briquettes Stove in Indonesia. Jakarta : Energy Technology Laboratory. LSDE-BPP.
- Saptoadi, H. 2004. Combustion Characteristics of Fuel Briquettes Made From Wooden Saw Dust And Lignite. *The International Workshop On Biomass And Clean Fossil Fuel Power Plan Technology 2004*. Jakarta Indonesia. Pp186-199.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedure of Statistic*. Mc. Graw-Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London.

Lampiran 1. Tabel BNT nilai kalor bakar briket eceng gondok
 Appendix 1. Table least significant difference calorific value water byancintb briquette

(I) Jenis	(II) Jenis	Selisih rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)

Lampiran 2. Tabel BNT nilai keteguhan tekan briket eceng gondok
 Appendix 2. Table least significant difference compressive strenght value water byancinmb briquette

(I) Jenis	(J) Jenis	Selisih rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)

Lampiran 3. Tabel BNT kadar air briket eceng gondok
 Appendix 3. Table least significant difference moisture content water byancintb briquette

(I) Jenis	(J) Jenis	Selish rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)

Lampiran 4. Tabel BNT kadar zat menguap briket ceeng gondok
 Appendix 4. Table least significant difference volatile matter water byancinb briquette

(I) Jenis	(J) Jenis	Selisih rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briquet arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briquet campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriquet (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briquet campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briquet arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriquet (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriquet (<i>Biobriquette</i>)	Briquet arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briquet campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)

Lampiran 5. Tabel BNT kadar abu briket eceng gondok
 Appendix 5. Table least significant difference ash content water byancintb briquette

(I) Jenis	(J) Jenis	Selisih rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)

Lampiran 6. Tabel BNT kadar karbon terikat briket eceng gondok
 Appendix 6. Table least significant difference fixed carbon content water hyacinth briquette

(I) Jenis	(J) Jenis	Selisih rata-rata (I-J)	Galat	Signifikan	Batas atas	Batas bawah
Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	28.450.000	1,01E+7	0,067	-377.034	6.067.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	744,0000*	1,01E+7	0,005	4.217.966	10.662.034
Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-28.450.000	1,01E+7	0,067	-6.067.034	377.034
	Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	459,50000*	1,01E+7	0,02	1.372.966	7.817.034
Biobriket (<i>Biobriquette</i>)	Briket arang (<i>Briquette charcoal</i>)	-744,00000*	1,01E+7	0,005	-10.662.034	-4.217.966
	Briket campuran (<i>Briquette mixture</i>)	-459,50000*	1,01E+7	0,02	-7.817.034	-1.372.966

Keterangan (Remarks) : * = Nyata (Significant)