

**PEMANFAATAN BUNGKIL BIJI KAPUK (*Ceiba pentandra*) SEBAGAI CAMPURAN
BRIKET SEKAM PADI**

**THE UTILIZATION OF COTTON SEED MEAL (*Ceiba pentandra*) AS A MIXTURE OF
A RICE HUSK BRIQUETTE**

Puji Asri Lestari* dan Siti Tjahjani

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, email: pujiasri_lestari22@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan bungkil biji kapuk dan sekam padi yang memiliki kadar air, kadar abu, kadar karbon, dan nilai kalor sesuai dengan SNI serta mengetahui kerapatan, volatile matter, dan laju pembakaran briket. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan desain penelitian *The Post Test Only Control Group Design*. Variabel bebas dari penelitian adalah bungkil biji kapuk 100%, 90%, 80%, dan 70%. Variabel kendalinya adalah suhu karbonisasi 300 °C, jenis perekat dan massa perekat. sedangkan variabel terikatnya kadar air, abu, karbon, nilai kalor, volatile matter, kerapatan, dan laju pembakaran. Syarat mutu briket sesuai dengan SNI adalah kadar air $\leq 8\%$, kadar abu $\leq 8\%$, kadar karbon $\geq 77\%$, dan nilai kalor ≥ 5000 kal/g. Sedangkan hasil analisis yang didapatkan adalah kadar air yang diperoleh dari masing-masing briket sudah memenuhi standar mutu briket SNI 01-6235-2000 yaitu berkisar 4,40-5,03%. Sedangkan kadar abu, karbon dan nilai kalor belum memenuhi SNI 01-6235-2000. Kadar abu yang didapat berkisar 15,57-23,61%, kadar karbon berkisar 10,73-15,98%, dan nilai kalor berkisar 2700-4893Kcal/Kg. Sedangkan kadar volatile matter berkisar 60,63-64,05%, kerapatan yang didapat berkisar 0,6896-0,9926g/cm³, dan laju pembakaran berkisar 0,1025-0,1618 g/menit.

Kata kunci: briket, bungkil biji kapuk, sekam padi.

Abstract. This research aims to understand the comparison cotton seed meal and husks of the rice is about level of water, level of ashes, level of carbon, and value of heat engine in accordance with SNI and knowing the density is, volatile matter, and the rate of burning briquette. The kind of research that is experiments with research design the post test only control group design. Variable free of the research are cotton seed meal 100%, 90%, 80% and 70%. Is variable his control temperature carbonization 300 °C, a kind of adhesive and a mass adhesive. While variable dependent the water level, ashes carbon, the value of heat engine, volatile matter, the density is, and the rate of burning. Quality requirements briquette in accordance with SNI is the water level $\leq 8\%$, level of ashes $\leq 8\%$, level of carbon $\geq 77\%$, and value of heat engine ≥ 5000 cal/g. The analysis obtained is the water level obtained from each briquettes enough to fulfill briquette quality standard SNI 01-6235-2000 range 4,40-5,03% , while levels of ashes , the value of carbon and heat engine SNI 01-6235-2000 have not fulfilled .Levels of ashes obtained range 15,57-23,61% , ranges 10,73-15,98% of carbon , and value of heat engine ranges 2700-4893kcal/Kg. While the level of volatile matter ranges 60,63-64,05% , the density is obtained range 0,6896-0,9926g/cm³ , and the rate of burning range 0,1025-0,1618g/minute.

Keywords: Briquettes, Cotton seed meal, rice husk.

PENDAHULUAN

Salah satu bahan bakar yang tidak dapat diperbarui adalah minyak bumi, semakin berkurangnya cadangan minyak bumi di negara Indonesia menyebabkan semakin naiknya harga bahan bakar tersebut dan juga terjadinya kelangkaan- kelangkaan bahan bakar disetiap daerah di negara Indonesia [1]. Kelangkaan minyak bumi perlu segera diatasi dengan berbagai antisipasi seperti menghimbau masyarakat untuk mengatasi masalah energi bersama-sama. Pencarian energi alternatif yang dapat diperbarui, ramah lingkungan, dan mempunyai harga yang relatif terjangkau [2] sangat penting untuk dilakukan untuk mengatasi apabila terjadinya kelangkaan bahan bakar minyak. Berdasarkan pertimbangan tersebut salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah briket.

Banyak orang memanfaatkan energi dari bahan bakar alternatif briket untuk menyokong penipisan cadangan bahan bakar fosil. Beberapa bahan yang sudah pernah dijadikan briket adalah kulit durian, sekam padi, bungkil biji jarak, dll.

Sekam padi merupakan limbah pertanian yang pemanfaatannya kurang maksimal. Banyak sekali yang sudah memanfaatkan sekam padi sebagai briket.

Dalam penelitian ini digunakan bungkil biji kapuk sebagai campuran dari briket sekam padi sebagai bahan dasar dalam membuat briket. Bungkil biji kapuk merupakan hasil dari pengepresan biji kapuk untuk diambil minyaknya. Biji kapuk memiliki kandungan minyak sebanyak 20 % dari berat biji [3]. Bungkil biji kapuk mengandung 13% air, 6% abu, 20% serat kasar, 6% lemak, 29% protein, dan 20% karbohidrat [4]. Dilihat dari kandungan bungkil biji kapuk yang tidak jauh beda dengan bungkil biji jarak yang sudah dimanfaatkan sebagai briket dimungkinkan bahwa bungkil biji kkapuk berpotensi dijadikan sebuah bahan bakar briket seperti bungkil biji jarak. Selama ini masyarakat Indonesia memanfaatkan bungkil biji kapuk sebagai pakan ternak dan pupuk di pabrik penghasil minyak biji kkapuk memungkinkan bahwa dengan menjadikan bungkil biji kapuk sebagai bahan bakar alternatif merupakan jalan untuk memaksimalkan pemanfaatan bungkil tersebut.

Briket merupakan bahan bakar padat, briket yang dihasilkan dari biomassa relatif lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas beracun, seperti Nox dan Sox yang dihasilkan pada pembakaran briket batu bara [5].

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pembuatan briket, antara lain seperti lama

waktu pengarangan, suhu pengarangan, kadar perekat, dan perbandingan massa. Pada penelitian ini beberapa faktor tersebut dikontrol kecuali perbandingan massa. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan penelitian tentang perbandingan massa dalam pembuatan briket dan didapatkan hasil yang belum sesuai dengan SNI. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai perbandingan massa untuk mengetahui perbandingan yang sesuai dengan SNI. Beberapa sifat yang sangat penting dari bahan bakar adalah kadar air, kadar abu, kadar karbon, dan nilai kalor. Parameter yang akan diuji pada penelitian kali ini adalah kadar air, abu, karbon, nilai kalor, kadar volatile matter, kerapatan, dan laju pembakaran. Bungkil biji jarak dan bungkil biji kapuk memiliki persamaan dan perbedaan prosentase pada kandungan air, abu, serat, protein, dan karbohidrat. Dari kesamaan yang dimiliki tersebut bungkil biji kapuk dimungkinkan mampu dijadikan briket sebagai tambahan briket sekam padi sama dengan bungkil biji jarak. Tetapi dengan perbedaan prosentase dimungkinkan hasil yang didapatkan terdapat perbedaan yang akan dibandingkan dengan SNI.

METODE PENELITIAN

Alat

Cawan krus, cetakan briket, desikator, lumpang dan alu, neraca analitik, shaking screen (pengayakan) 40 mesh, spatula, kaca arloji, pembakar spirtus, stopwatch, oven listrik, tanur, dan bomb kalorimeter

Bahan

Bungkil biji kapuk, sekam padi, tepung tapioka, dan aquades

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Perekat

Sebanyak 30 gram tepung tapioka diencerkan dengan 100 mL air, kemudian dimasukkan kedalam 400 mL air mendidih dan diaduk sampai didapatkan lem kanji yang siap digunakan [6].

Pembuatan Briket

Proses pembuatan briket diawali dengan cara mengarangkan bungkil biji kapuk dan sekam padi di dalam tanur dengan suhu 300 °C selama 1 jam, arang yang didapatkan dari proses pengarangan ditumbuk dan diayak dengan ayakan 40 mesh sehingga didapatkan arang dengan ukuran yang sama. Tahapan yang kedua yaitu

mencampurkan arang briket bungkil biji kapuk dan arang sekam padi dengan perbandingan arang bungkil biji kapuk dengan arang sekam padi adalah 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, dan 0:100. Arang yang sudah dicampur kemudian ditambahkan perekat dan dicetak, setelah itu briket dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari [7].

Penentuan Kadar Air

Sebanyak 1 gram biket ditaruh di dalam cawan krus kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Dipanaskan lagi briket yang sudah ditimbang selama 30 menit, kemudian didinginkan lagi di dalam desikator dan ditimbang. Proses ini dilakukan berulang kali sampai didapatkan berat konstan dari briket[8].

Perhitungan kadar air :

$$\% \text{kadar air} = \frac{m_b - m_k}{m_s} \times 100\%$$

Dimana: Massa basah (mb)= mssa cawan dan oven sebelum dioven (g)

Massa sampel (ms)= massa cawan dan sampel dikurangi massa cawan kosong (g)

Massa kering (mk)= massa cawan dan sampel setelah dioven (g) [9].

Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 1 gram briket ditaruh di dalam cawan krus kemudian dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600 °C selama 3 jam kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang[8]

Perhitungan :

$$\text{kadar abu} = \frac{W_a - W_c}{W_s - W_c} \times 100\%$$

Dimana: W_a = berat cawan + abu, W_c = berat cawan kosong W_s = berat cawan + contoh mula-mula [10].

Penentuan Kadar Volatile Matter

Sebanyak 1 gram briket ditaruh didalam cawan krus dan dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 900 °C selama 7 menit. Setelah itu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

Perhitungan Kadar Volatile Matter :

$$\text{kehilanganan berat} = \frac{W_o - W}{W_{dso}} \times 100\%$$

VM = kehilangan berat – kadar air

Dimana : W_o = berat sampel dan cawan awal (g), W = berat cawan + berat abu setelah pemanasan (g), W_{dso} = berat sampel awal (g) [11].

Penentuan Kadar Karbon

Penentuan kadar karbon yaitu dengan cara menentukan kadar air, kadar abu dan kadar volatile matter pada briket.

Perhitungan kadar karbon:

$$FC = 100\% - (\% \text{kadar air} + \% \text{kadar abu} + \% VM)$$

Penentuan Kerapat

Penentuan kerapatan briket yaitu dengan cara menimbang briket yang sudah dikeringkan, kemudian dihitung volume briket sesuai dengan bentuknya, dalam penelitian ini volume tabung, setelah itu dihitung kerapatannya.

Perhitungan Kerapatan :

$$\text{kerapatan} = \frac{G}{V}$$

Dimana : K = Kerapatan (g/cm^3), G = Bobot kering (g), V = volume (cm^3).

Volume briket didapatkan dari $V = \frac{1}{4} \pi d^2 t$ dimana d dan t menyatakan diameter dan tinggi briket.

Penentuan Laju Pembakaran

Laju pembakaran briket ditentukan dari berapa berat briket yang terbakar selama periode waktu tertentu. Briket yang akan diuji laju pembakarannya dibakar di atas nyala api, waktu pembakaran dihitung dari awal briket mulai terbakar sampai bara api briket mati. Sisa pembakaran briket ditimbang dengan neraca analitik.

Perhitungan Laju Pembakaran :

$$\text{Laju pembakaran (g/ment)} = \frac{W_1 - W_2}{t}$$

Dimana, W_1 = berat sebelum pembakaran (g), W_2 = berat setelah pembakaran (g), t = waktu pembakaran

Penentuan Nilai Kalor

Sebanyak 1 gram briket ditumbuk dan diukur menggunakan alat bomb kalorimeter

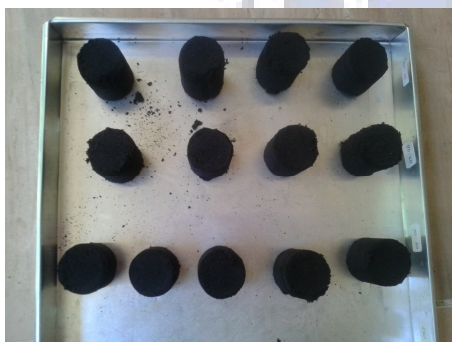
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Briket

Proses pembuatan briket meliputi beberapa tahapan. Tahap pertama bungkil biji kapuk dan sekam dikarbonisasi di dalam tanur dengan suhu 300 °C selama 1 jam. Proses karbonisasi ini

berfungsi untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang [12].

Tahap kedua arang yang didapatkan diayak dengan ayakan 40 mesh. Tahapan ketiga pembuatan perekat. Tahap keempat pencampuran arang bungkil biji kapuk, sekam padi, dan ditambahkan perekat kemudian dicetak. Penambahan perekat bertujuan untuk mengikat partikel-partikel arang sehingga menjadi kompak. Pada penelitian ini digunakan perekat dari bahan organik yaitu tepung tapioka yang memiliki kelebihan menghasilkan abu yang relatif sedikit dan kekuatan rekat yang tinggi [13]. Tahap kelima adalah pengeringan. Briket yang sudah dicetak dikeringkan dibawah sinar matahari dengan lama pengeringan 4 jam perhari. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dari briket. Briket yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Briket Campuran Bungkil Biji Kapuk dan Sekam Padi

Analisis Kualitas Briket

Analisis kualitas briket meliputi kadar air, kadar abu, kadar volatile matter, kadar karbon, nilai kalor, kerapatan, dan laju pembakaran. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Briket

No	Komposisi Briket	Kualitas Briket			Nilai Kalor (Kcal/Kg)
		Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbon (%)	
1	0:100	5.03	23.61	60.63	2700
2	70:30	4.85	21.41	61.52	4238
3	80:20	4.70	19.46	62.37	4455
4	90:10	4.53	17.51	63.24	4675
5	100:0	4.40	15.57	64.05	4893

*komposisi : perbandingan antara arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi

Analisis Kadar Air

Dari data kadar air briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi dengan perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 didapatkan hasil secara berturut-turut sebesar 5,03%, 4,85%, 4,70%, 4,53%, dan 4,40%. Kadar air yang didapatkan semakin kecil dengan bertambahnya prosentase arang bungkil biji kapuk karena kandungan silika yang mudah menyerap air menjadi lebih sedikit. Kadar air yang didapatkan sesuai dengan SNI 01-6235-2000 maks 8%. Dari hasil uji statistik dengan nilai $\alpha=0,05$, dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa kadar air yang didapatkan lebih kecil dari standar dan dapat dikatakan perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan tetapi mengarah pada hasil yang lebih baik dari standar karena hasil yang didapatkan lebih kecil. Kadar air yang tinggi mengakibatkan asap yang dihasilkan pada proses pembakaran banyak dan juga menyebabkan kualitas briket menurun [14].

Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas dari briket. Kadar air yang sangat rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi dan memudahkan dalam proses pembakaran briket.

Analisis Kadar Abu

Dari data kadar abu briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi dengan perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 didapatkan hasil secara berturut-turut sebesar 23,61%, 21,41%, 19,46%, 17,51%, dan 15,57%. Kadar abu briket yang didapatkan tidak sesuai dengan SNI 01-6235-2000 maks 8%. Dari hasil uji statistik dengan nilai $\alpha=0,05$, dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar abu yang didapatkan lebih besar dari standar dan dapat dikatakan perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan tetapi mengarah pada hasil yang tidak sesuai dengan standar karena hasil yang didapatkan lebih besar. Kadar abu yang dihasilkan dari perbandingan tersebut terlihat semakin menurun dengan bertambahnya prosentase arang bungkil biji kapuk. Hal ini dikarenakan pada sekam padi terdapat kandungan silika yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kadar abu yang dihasilkan juga tinggi. Kadar abu juga dipengaruhi oleh kandungan mineral dari bahan yang digunakan.

Analisis Kadar Karbon (Fixed Carbon)

Dari data kadar karbon briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi dengan perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 didapatkan hasil secara berturut-turut 10,73%, 12,22%, 13,47%, 14,72%, dan 15,98%. Prosentase kadar karbon terendah diperoleh pada briket dengan perbandingan 0:100 yaitu 10,75%. Kadar karbon yang tinggi mempengaruhi nilai kalor, semakin tinggi kadar karbon dari suatu bahan semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Kadar karbon yang dihasilkan dari briket bungkil biji kapuk dan sekam padi belum sesuai dengan standar mutu SNI 01-6235-2000 yaitu $\geq 77\%$. Dari hasil uji statistik dengan nilai $\alpha=0,05$, dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar karbon yang didapatkan lebih kecil dari standar dan dapat dikatakan perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan tetapi mengarah pada hasil yang tidak sesuai dengan standar karena hasil yang didapatkan lebih kecil.

Analisis Nilai Kalor

Dari data briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi pada perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 hasil yang didapatkan secara berturut-turut sebesar 2700 Kcal/Kg, 4238 Kcal/Kg, 4455 Kcal/Kg, 4675 Kcal/Kg, dan 4893 Kcal/Kg. dari hasil yang didapatkan diketahui bahwa semakin banyak sekam padi yang ditambahkan nilai kalor yang didapatkan semakin kecil. Hal ini dikarenakan kadar karbon pada briket sekam padi sangat kecil sehingga nilai kalor yang dihasilkan juga sangat kecil. Nilai kalor yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar mutu SNI 01-6235-2000 ≥ 5000 kal/g. Dari hasil perhitungan prosentase perbedaan antara nilai kalor dari briket sekam padi dengan campuran bungkil biji kapuk dan nilai kalor SNI secara berturut-turut sebesar 46%, 15,24%, 10,9%, 6,5%, dan 2,14%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kalor dari perbandingan 90:10 dan 100:0 memiliki nilai kalor yang lebih baik dengan prosentase perbedaan yang tidak signifikan terhadap nilai kalor dari SNI.

Analisis Kerapatan dan Laju Pembakaran

Hasil analisis kerapatan dan laju pembakaran disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kerapatan dan Laju Pembakaran Briket

No.	Komposisi Briket	Kerapatan (g/cm^3)	Laju Pembakaran (g/menit)
1	0:100	0.6896	0.1025
2	70:30	0.8447	0.1241
3	80:20	0.8961	0.1252
4	90:10	0.9718	0.1319
5	0:100	0.9926	0.1618

*Komposisi: perbandingan antara arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi

Analisis Kerapatan

Dari data briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi pada perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 didapatkan hasil secara berturut-turut sebesar $0,6896 \text{ g/cm}^3$, $0,8447 \text{ g/cm}^3$, $0,8961 \text{ g/cm}^3$, $0,9718 \text{ g/cm}^3$, dan $0,9926 \text{ g/cm}^3$. Kerapatan yang dihasilkan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase sekam padi. Kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor dari briket tetapi kerapatan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan briket sulit terbakar. Kerapatan yang tidak terlalu tinggi akan mempermudah proses pembakaran karena semakin besar rongga udara yang dapat dilalui oksigen dalam proses pembakaran [15].

Analisis Laju Pembakaran

Dari data briket arang bungkil biji kapuk dan arang sekam padi pada perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 didapatkan hasil secara berturut-turut sebesar 0,1025 g/menit, 0,1241 g/menit, 0,1252 g/menit, 0,1319 g/menit, dan 0,1618 g/menit. Dari data tersebut didapatkan massa briket setelah dibakar. Pada perbandingan 100:0 massa yang tersisa setelah pembakaran selama 10 menit lebih banyak dengan laju pembakaran 0,1618g/menit. semakin banyak sekam yang ditambahkan laju pembakaran semakin cepat. Sekam memiliki kadar silika yang tinggi sehingga pada proses pembakaran banyak abu yang dihasilkan. Kerapatan pada briket juga berpengaruh terhadap laju pembakaran, semakin kecil kerapatan dari briket tersebut semakin kecil massa sisa yang dihasilkan setelah pembakaran selama 10 menit. Laju pembakaran juga dipengaruhi oleh nilai kalor, semakin tinggi nilai kalor dari bahan bakar maka semakin lambat laju pembakaran[7].

PENUTUP**Simpulan dan Saran****Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar air briket bungkil biji kapuk dan sekam padi dengan perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 sesuai standar mutu SNI 01-6235-2000. Sedangkan kadar abu, kadar karbon, dan nilai kalor yang didapatkan pada perbandingan tersebut tidak sesuai dengan SNI 01-6235-2000
2. Kadar volatile matter briket bungkil biji kapuk dan sekam padi pada perbandingan 0:100, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0 sebesar 60,63%, 61,52%, 62,37%, 63,24%, dan 64,05%. Kerapatan sebesar 0,6896 g/cm³, 0,8447 g/cm³, 0,8961 g/cm³, 0,9718 g/cm³, dan 0,9926 g/cm³. Laju pembakaran sebesar 0,1025 g/menit, 0,1241 g/menit, 0,1252 g/menit, 0,1319 g/menit, dan 0,1618 g/menit.

Saran

Dari hasil penelitian yang didapatkan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dan diulas lagi oleh para peneliti:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai briket dari campuran bungkil biji kapuk dengan bahan-bahan yang berpotensi digunakan sebagai briket
2. Pada proses pencetakan briket diusahakan menggunakan pres hidrolik sehingga didapatkan briket yang lebih tahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cahyanto, Agung. 2014. *Energi Terbarukan Pengganti Minyak Bumi*. Medan Bisnis. <http://mdn.biz.id/n/101893/>.
2. Sugiarti, Wiwid dan Widyatama, Widhi. 2009. Pemanfaatan Kulit Biji Mete, Bungkil Biji Jarak, Sekam Padi dan Jerami Menjadi Bahan Bakar Briket Ramah Lingkungan dan Dapat Diperbarui. *Seminar Tugas Akhir SI* yang dipublikasikan. Semarang: Universitas Diponegoro.
3. Hidayat, Rachmad. 2010. *Pemanfaatan Minyak Biji Kapuk Randu (Ceiba Pentandra) dalam Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Gelombang Mikro*. <http://memedtpunyasatu.blogspot.com/2010/04/pemanfaatan-minyak-biji-kapuk.html>.
4. Mulyadi, Arif. 2013. *Kapuk Randu*. <http://kapukrandukaraban-pati.blogspot.com/p/produk-dan-harga.html>.
5. Hambali, Erliza., dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka.
6. Hanania, Vinancia Eka dan Mitarlis. 2013. Pemanfaatan Limbah Padat Proses Sintesis Furfural dengan Material Awal Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Briket. *Skripsi* yang dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
7. Tirono, M dan Sabit, Ali. 2011. Efek Suhu pada Proses Pengarangan Terhadap nilai Klor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*) dalam *Jurnal Neutrino Vol. 3, No. 2*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
8. Sudarmaji, Slamet., Haryono, Bambang., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Keempat. Yogyakarta: Liberty.
9. Gianyar, Ida Bagus Bagus Gde., Nurchayati, dan Padang, Yesung Allo. 2012. Pengaruh Presentase Arang Tempurung Kemiri Terhadap Nilai Kalor Briket Campuran Biomassa Ampas Kelapa-arang Tempurung Kemiri dalam *jurnal Vol. 2 No. 2*. Mataram: Universitas Mataram.
10. Rahmawati, Siti. 2013. Pemanfaatan Kulit Rambutuan (*Nephelium sp*) untuk Bahan Pembuatan Arang sebagai Bahan Alternatif. Bandung: Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains.
11. Kusuma, Wahyu, dkk. 2011. Kajian Eksperimental Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Ampas Kopi Instan dan Kulit Kopi dalam *Jurnal Teknik POMITS*. Surabaya: Institut Teknologi sepuluh November.
12. Pambudi, N.A. 2008. Energi Alternatif itu Bernama Biomassa. <http://www.netsains.com>.
13. Sudrajat, R. 1983. Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat, dan Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
14. Riseanggara, RR. 2008. Optimasi Kadar Perekat pada Briket Limbah Biomassa. Bogor: Perpustakaan Institut Pertanian Bogor.
15. Ismayana, andes dan Afriyanto, Moh Rizal. 2014. Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam *Jurnal Teknik Industri Pertanian Vol. 21 (3), 186-193*. Bogor: IPB