

PEMANFAATAN AMPAS BIOETANOL DARI KULIT PISANG (*Musa Sapientum*) SEBAGAI BRIKET

Reny Nurainy *) Sri Sumiyati, ST,MSi **) Ir. Endro Sutrisno, MS **)

Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang
Semarang

Email: nurainy.reny@gmail.com

ABSTRACT

With the energy crisis in Indonesia in recent years is due to the human need for fuel is increasing, while the supply of oil or natural gas is limited. This causes the cost of fuel energy. In addition to fuel oil and natural gas, timber when done randomly and in large quantities will interfere with the balance of the ecosystem or environmental sustainability. The purpose of this study was to obtain fuel briquettes from waste banana peel pulp bioethanol, as a substitute for fossil fuels. The study was conducted with a variable fixed briquette diameter 1 cm, height 5 cm and a total weight of 22 grams per briquet. While variable is the % change in the composition of the adhesive (25% and 50%) and the type of material that is Ampas bioethanol kepok banana peel and King. Response observed that color, calorific value, long burning fire and the resulting color. The results showed that % moisture content greatly affects the calorific value, long burning time. The calorific value of the greatest and most long ignition time obtained on treatment plantain because it produces a lower water content compared to banana pulp kepok. From the analysis that has been done can be concluded that the briquettes are in accordance with SNI.

Key words : Bio briquettes, Briquettes, dregs bioetaol bananas, energy alternative.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Limbah ampas bioetanol kulit pisang saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal karena dianggap sebagai limbah yang tak bernilai serta sebagai limbah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali, untuk itu perlu dilakukan pengembangan yang memanfaatkan limbah ampas bioetanol menjadi bahan bakar alternatif, salah satunya briket arang sehingga diharapkan dapat ikut membantu kebutuhan energi rumah tangga di aplikasikan untuk kompor rumah tangga maupun industri kecil.

Pemakaian energi dari kayu bakar yang selama ini dilakukan, akan berakibat pada penggundulan hutan yang mana ini akan membawa kerusakan hutan (*deforestation*), hal ini memaksa kita untuk melakukan diversifikasi sumber energi antara lain, memanfaatkan sampah ataupun limbah sebagai sumber energi alternatif.

Dalam limbah padat terdapat beberapa jenis limbah organik yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah limbah ampas bioetanol yang sudah tidak di pakai dan belum di dimanfaatkan secara maksimal

karena belum ada yang mengolah limbah bioetanol menjadi barang yang lebih berguna, oleh sebab itu perlu adanya pengolahan ampas bioetanol menjadi bahan bakar alternatif dalam bentuk briket arang dimaksudkan untuk membuat lebih effesien penggunaannya dan mempunyai bentuk yang lebih baik (Erwandi, 2007).

Sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui di Indonesia cukup banyak, di antaranya adalah biomassa atau bahan-bahan limbah organik. Beberapa biomassa memiliki potensi yang cukup besar adalah limbah kayu, sekam padi, jerami, ampas tebu, tempurung kelapa, cangkang sawit, kotoran ternak, dan sampah kota. Biomassa dapat diolah dan dijadikan sebagai bahan bakar alternatif, contohnya dengan pembuatan briket. Briket mempunyai keuntungan ekonomis karena dapat diproduksi secara sederhana, memiliki nilai kalor yang tinggi, dan ketersediaan bahan bakunya cukup banyak di Indonesia sehingga dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

*) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori yang tinggi, dan dapat menyala dalam waktu yang lama. Briket yang sampai saat ini di produksi secara massal barulah briket batubara, yang bahan bakunya merupakan sumber daya alam yang tidak dapat di perbarui. Sedangkan briket bioarang yang berasal

dari sisa tanaman atau sisa limbah belum banyak dikembangkan

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai tugas akhir dan diharapkan dapat menjadi solusi alternatif pemanfaatan potensi limbah yang tidak berguna menjadi suatu produk yang bermanfaat dan bernilai untuk meningkatkan nilai ekonomis suatu masyarakat.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi perekat terhadap nilai kalor dari limbah ampas bioetanol kulit pisang raja dan kepok.

2. Menganalisis kuat tekan pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja dan kepok.
3. Menganalisis kadar air briket ampas bioetanol kulit pisang raja dan kepok yang dihasilkan pada variasi perekat.

METODOLOGI

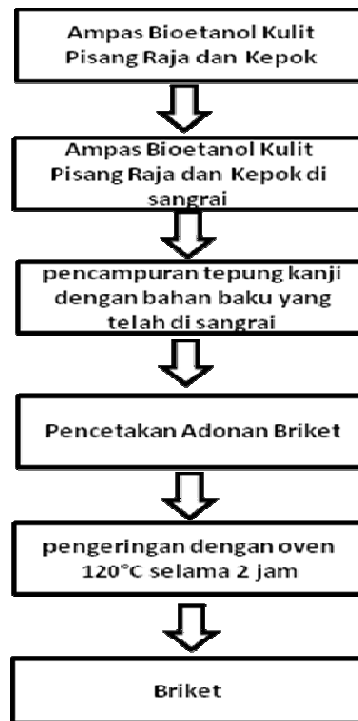
Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas bioetanol dari kulit pisang raja dan kepok serta penambahan tepung kanji sebagai perekat dengan variasi 10 gr, 9 gr, 8 gr, 7 gr, dan 6 gr dan alat untuk pencetakan berupa paralon yang berbentuk silindris berukuran 1 inci dan tinggi 5 cm dan menggunakan alat press hal ini dilakukan untuk mendapatkan briket yang padat.

Sedangkan peralatan yang digunakan adalah : Timbangan, Erlenmeyer, paralon 1 inci tinggi 5 cm, kayu pengepres, oven, kompor, dan bom calorimeter.



Diagram Alir Proses Pembuatan Briket



ANALISA DAN PEMBAHASAN

Secara umum proses pembuatan briket melalui beberapa tahap yaitu pengumpulan bahan baku, pencampuran bahan baku, pencetakan, dan pengeringan.

*1) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**1) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

Pengumpulan bahan baku adalah menyiapkan bahan baku apa saja yang di butuhkan dalam pembuatan briket untuk mendapatkan briket yang sesuai. Bahan baku yang disiapkan adalah limbah ampas bioetanol kulit pisang raja dan kepok dengan menggunakan variasi perekat sebesar 10 gr, 9 gr, 8 gr, 7 gr, dan 6 gr, hal tersebut dilakukan agar ada variasi komposisi bahan baku dan mengetahui perbandingan hasil briket mana yang menghasilkan nilai kalor dan kuat tekan yang lebih tinggi.

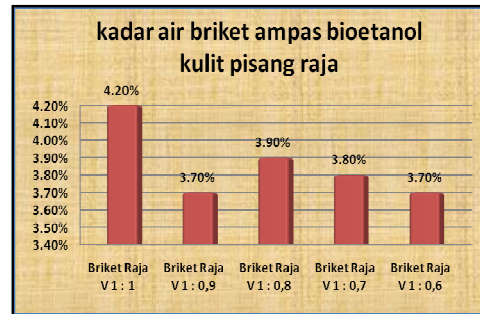
Proses pengurangan adalah penguraian biomassa (lysis) menjadi panas (pyro) pada suhu lebih dari 150°C. Pada proses pirolisa terdapat beberapa tingkatan proses yaitu pirolisa primer dan pirolisa sekunder

Bahan yang telah di ayak lalu dicampur dengan tepung kanji yang sudah di encerkan dengan menambahkan air Masing-masing komposisi bahan baku yang telah dibuat selanjutnya di masukkan dalam cetakan berukuran 1 inci dan tinggi 5 cm, briket hasil cetakan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 120°C selama 2 jam, pengeringan adalah proses mengeringkan briket dengan menggunakan oven dengan temperatur tertentu untuk menurunkan kandungan kadar air dalam briket Pengeringan ini bertujuan untuk menguapkan kembali air yang telah ditambahkan pada proses pencampuran. pada saat briket di bakar (Widayanti, 1995).

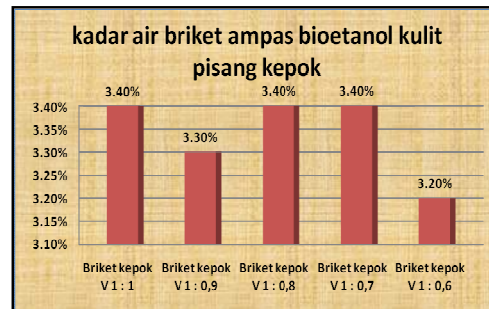
Kadar air

Kadar air briket berpengaruh terhadap nilai kalor, semakin kecil nilai kadar air maka semakin baik nilai kalornya. Briket arang mempunyai sifat higroskopik yang tinggi. Sehingga perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopik briket arang hasil penelitian. Nilai rata-rata kadar air pada setiap variasi perekat tepung kanji ada berada di bawah nilai standar SNI yaitu untuk BRV 1: 6 sebesar 3,7% , BRV 1:7 sebesar 3,8%, BRV 1:8 sebesar 3,9%, BRV 1:9 sebesar 3,7% dan BRV 1:10 sebesar 4,2% rata-rata kadar air untuk briket ampas bioetanol kulit pisang raja sebesar 3,7 % hingga 4,2% hasil ini masih di bawah standar baku mutu SNI yaitu 8%.

Diagram kadar Air Briket Raja dan Kepok



Pada hasil penelitian ini dari dua jenis ampas bioetanol untuk ampas bioetanol kulit pisang raja nilai kadar air terendah sebesar 3,7% dan kadar air terbesar 4,20% hal ini disebabkan semakin sedikit variasi penambahan tepung perekat (tepung kanji) maka jumlah kadar air yang dihasilkan semakin sedikit Hal ini disebabkan penggunaan perekat yang banyak otomatis meningkatkan kadar air yang banyak pula sebagai media pelarut tepungnya, hal ini terlihat pada grafik dibawah ini.



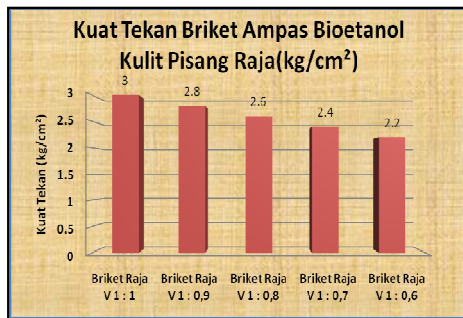
Hal ini menunjukkan hasil perbandingan antara kadar air yang terdapat pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja hasil dari penelitian ini nilai kadar airnya masih di bawah rata-rata yang ditetapkan pada SNI yaitu 8% kadar air ini sangat mempengaruhi nilai kalor yang terdapat dalam briket, semakin tinggi kadar air maka kalor pembakarannya akan semakin kecil karena air nilai kalornya 0. Hal ini juga akan mempengaruhi lama penyalaan suatu briket karena pada awal proses, panas yang ada digunakan untuk menguapkan air terlebih dahulu lalu diikuti dengan pembakaran briket tersebut namun dari briket penelitian ini kadar airnya cukup rendah sehingga proses penyalaan briket cukup mudah.

*1) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

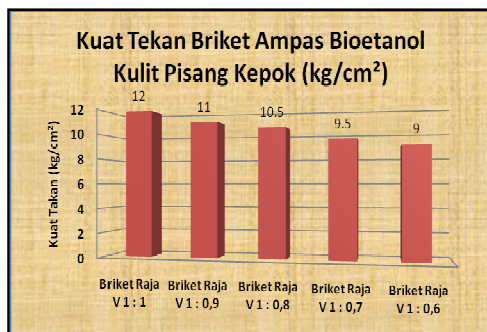
**1) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu. Tingkat kekuatan tersebut diketahui ketika briket tidak mampu menahan beban lagi. Kuat tekan menunjukkan daya tahan atau kekompakan briket terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan briket tersebut pecah atau hancur, semakin besar nilai kekuatan tekan berarti daya tahan atau kekompakan briket semakin baik.



Pada gambar diatas terlihat bahwa kuat tekan yang ada pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja berkisar antara 2,2-3 kg/cm². nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh sampel ke 1 yaitu 3 kg/cm² dan nilai kuat tekan terendah pada sampel 5 yaitu 2,2 kg/cm², namun kuat tekan yang dihasilkan antara briket yang satu dengan briket yang lain tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan jumlah variasi tiap jenis ampas kulit pisang sama yaitu dengan variasi perekat 10 gram, 9 gram,8 gram,7 gram dan 6 gram.



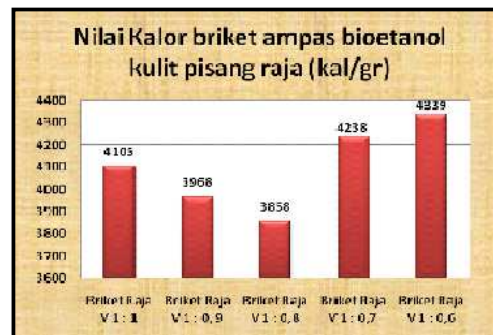
Nilai kuat tekan pada briket ampas bioetanol kulit pisang kepok berkisar antara 9-12 kg/cm². Nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh sampel ke 1 yaitu 12 kg/cm² dan nilai kuat tekan terendah pada sampel

5 yaitu 9 kg/cm² berdasarkan standar kuat tekan briket buatan inggris (12,7 kg/cm²) sehingga kualitas briket ampas bioetanol kulit pisang kapok hamper memenuhi standart kuat tekan buatan inggris, namun kuat tekan yang dihasilkan oleh seluruh sampel jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan standar briket buatan jepang (60 kg/cm²) dan Indonesia (50kg/cm²) sehingga briket yang dihasilkan tidak memenuhi kuat tekan standar jepang dan Indonesia, hal ini terjadi karena proses pencetakan briket hanya menggunakan pengepress manual atau dengan kayu buatan, padahal dalam permen ESDM No.047 Tahun 2006 disebutkan bahwa proses pembriketan memerlukan tekanan yang tinggi yaitu sekitar 2 ton/cm². hal ini juga di pengaruhi oleh rendahnya kadar air dimana kadar air yang rendah akan menyebabkan rendahnya kuat tekan briket.

Nilai Kalor

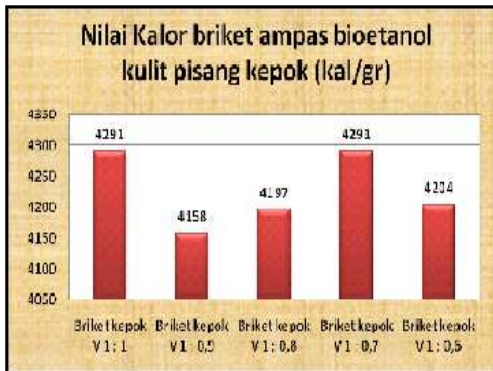
Pemilihan jenis perekat dan pengaruh jenis perekat berpengaruh terhadap nilai kalor briket bioarang. Jenis bahan perekat mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai kalor yang di miliki oleh briket, nilai kalor tergantung pada kadar air dan kadar abu briket, semakin tinggi kadar abunya maka semakin rendah nilai kalornya.

No Sampel	Variasi	Nilai Kalor Briket Ampas Bioetanol Kulit pisang Raja (kal/gr)	Nilai Kalor Briket Ampas Bioetanol Kulit pisang kepok (kal/gr)	SNL No.1/6235/2000
1	1:1	4.105	4.291	5000 kal/gr
2	1:0,9	3.968	4.158	
3	1:0,8	3.858	4.197	
4	1:0,7	4.238	4.291	
5	1:0,6	4.339	4.204	



*) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang



Berdasarkan uji dengan alat bomb calorimeter nilai kalor tertinggi di dapatkan pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja adalah 4339 kal/gr, dari perlakuan variasi sampel no 5 dimana ampas bioetanol sebesar 10 gram dan penambahan variasi perekat sebesar 6 gram. sedangkan pada sampel briket ampas bioetanol kulit pisang kepok nilai kalor tertinggi dihasilkan pada sampel no 1 yaitu sebesar 4.291 kal/gr nilai kalor tersebut masih di bawah Standar Nasional Indonesia (SNI) No 1/6235/2000 yaitu minimal sebesar 5000 kal/gr. Namun dibandingkan dengan nilai kalor arang kayu sebesar 5422,74 kal/gr maka nilai briket ampas bioetanol kulit pisang raja dan kekok tidak jauh beda dengan SNI. Untuk itu produk briket arang kedua bahan ini dapat dikombinasikan sehingga diharapkan nilai kalornya menjadi meningkat (Rossi Prabowo, 2009).

Dalam penelitian ini digunakan perekat tepung kanji, sebagaimana diketahui bahwa perekat tersebut tersusun oleh atom-atom C, yang dimana atom C merupakan bahan baku pembakaran. Hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran partikel mengakibatkan meningkatnya kerapatan briket, sehingga air dalam pembuatan adonan briket yang terjebak di dalamnya sulit untuk keluar pada saat pengeringan, adanya kadar air inilah yang menyebabkan turunnya nilai kalor pada briket.

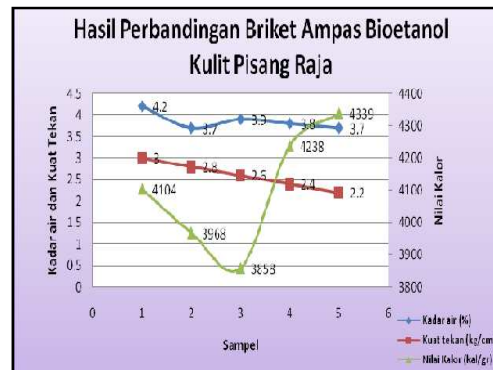
Pada Gambar 4.10 dan 4.11 terlihat nilai kalor yang dihasilkan pada briket penelitian yaitu pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja dan kekok pada diagram diatas. hal ini belum memenuhi ketentuan SNI yaitu standar nilai kalor yang

dihasilkan pada briket yaitu 5000 kal/gr. Nilai kalor merupakan parameter yang sangat penting karena mempengaruhi efisiensi suatu bahan bakar, karena semakin besar nilai kalor yang dihasilkan pada bahan bakar maka jumlah bahan bakar yang diperlukan agar dapat menghasilkan panas pembakaran tertentu akan semakin sedikit, dengan demikian semakin besar nilai kalor maka pemakaian bahan bakar akan semakin sedikit atau irit.

Hasil Uji Karakteristik Briket

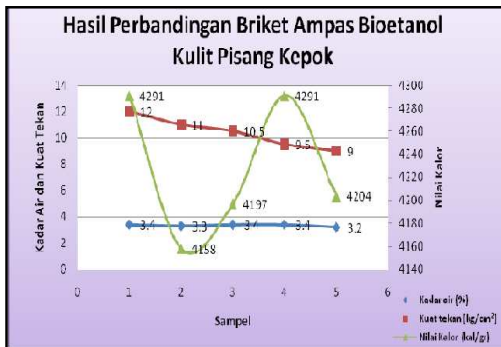
Berdasarkan pengujian mutu yang telah dilakukan yaitu perbandingan komposisi bahan dengan variasi perekat briket maka didapatkan nilai karakteristik dari tiap-tiap komposisi briket dan dibandingkan dengan tiap masing-masing sampel, berikut ditunjukkan pada tabel 4.3 di bawah ini.

Sampel	No Sampel	Variasi Perekat	Kadar air (%)	Kuat tekan (kg/cm ²)	Nilai Kalor (kal/gr)
Briket Ampas	1	1:1	4,2	3	4.104
	2	1:0,9	3,7	2,8	3.968
Bioetanol Kulit	3	1:0,8	3,9	2,6	3.858
	4	1:0,7	3,8	2,4	4.238
Pisang Raja	5	1:0,6	3,7	2,2	4.339
	1	1:1	3,4	12	4291
Ampas Bioetanol	2	1:0,9	3,3	11	4158
	3	1:0,8	3,4	10,5	4197
Kulit Pisang	4	1:0,7	3,4	9,5	4291
	5	1:0,6	3,2	9	4204
Kepok					



*1) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**1) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang



dapat dilihat bahwa antara briket ampas bioetanol kulit pisang raja dan kepok untuk kadar airnya masih memenuhi standar Indonesia dimana hasil dari dua jenis ampas bioetanol kulit pisang tersebut kadar air yang dihasilkan cukup rendah, namun untuk hasil nilai kalornya masih berada di bawah standar Indonesia yaitu sebesar 5000 kal/gr di antara dua jenis ampas bioetanol nilai kalor tertinggi dihasilkan pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja sebesar 4.339 kal/gr dengan penambahan perekat sebesar 6 gram, dimana sampel tersebut juga menghasilkan kadar air terendah diantara variasi yang lain, hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah kadar air maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar.

kadar perekat dalam briket tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket salah satunya menimbulkan banyak asap dan rendahnya kadar nilai kalor dalam suatu briket, hal ini jelas dengan perbandingan penambahan perekat tepung kanji pada briket ampas bioetanol kulit pisang raja dengan variasi 1:1.

Potensi Bioetanol Padat Sebagai Bahan Bakar

Dari biaya produksi Rp 6,000,00 tersebut dihasilkan briket dengan diameter 1cm, kita ambil contoh dengan berat sampel no 5 yaitu briket ampas bioetanol kulit pisang raja dengan berat 14 gram. Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 4.339 kal/kg.

Berikut adalah perbandingan nilai kalor briket Ampas Bioetanol dengan bahan bakar lain.

- Nilai kalor briket batubara = 5.400 kal/kg

Harga briket batubara = Rp 7.000/kg

- Nilai kalor minyak tanah = 9,000 kal/kg

Harga minyak tanah/ liter = Rp 9.000/l

Peningkatan harga bahan bakar minyak menyebabkan sumber energi ini menjadi tidak lagi murah. Selain BBM, sumber energi yang juga mengalami peningkatan harga adalah elpiji, dan minyak tanah. Dengan data di atas tersebut bahwa briket secara harga lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak tanah dan pembuatan briket sangat mudah dilakukan serta tidak menggunakan peralatan yang sulit di dapatkan.

.Berdasarkan perbandingan nilai kalor dan harga briket dengan bahan bakar minyak di atas dapat disimpulkan bahwa briket jauh lebih murah dibanding minyak tanah. Dengan harga yang murah, briket juga menghasilkan nilai kalor yang cukup tinggi dan layak untuk dijadikan bahan bakar alternatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian yang telah Nilai kalor yang dihasilkan dari masing-masing penambahan variasi perekat tidak berbeda jauh terlihat dari hasil nilai kalor briket ampas bioetanol kulit pisang raja yaitu tertinggi pada perlakuan variasi perekat 1:0,6 dimana variasi ini adalah variasi terkecil penambahan variasi perekat namun menghasilkan kalor tertinggi yaitu 4.339 kal/gr dan nilai kalor terendah pada perlakuan variasi 1:0,8 sebesar 3.858 kal/gr. sedangkan pada kepok nilai kalor tertinggi pada variasi 1:1 dan 1:0,7 yaitu sebesar 4.291 kal/gr dan terendah pada perlakuan variasi 1:0,9 4.158 dari hasil penambahan variasi perekat hasil kalor yang dihasilkan tiap variasi tidak berbeda jauh, namun hasil ini masih berada di bawah Standar Nasional Indonesia (SNI) No 1/6235/2000 yaitu >5000 kal/gr.

*1) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**1) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

2. Dari hasil penelitian tersebut terlihat diantara dua jenis ampas yang berbeda menghasilkan kuat tekan yang berbeda pada masing-masing variasi, dimana hasil terendah kuat tekan pada briket raja yaitu dengan beban 2,2 kg/cm² dan tertinggi pada beban 3 kg/cm², sedangkan untuk briket ampas bioetanol kulit pisang kapok kuat tekan terendah yaitu pada beban 9 kg/cm² dan tertinggi 12 kg/cm².
3. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan kadar air terendah yang dihasilkan briket ampas bioetanol kulit pisang raja yaitu dengan variasi perekat 1:0,9 dan 1: 0,6 yaitu sebesar 3,7% sedangkan untuk kadar air tertinggi terdapat pada variasi perekat 1:1 sebesar 4,2% . Sedangkan untuk kepek kadar air terendah pada variasi 1:0,6 yaitu 3,2% dan kadar air tertinggi pada variasi 1:1 yaitu sebesar 3,4% hasil ini masih berada di bawah Standar

Nasional Indonesia (SNI) No 1/6235/2000 yaitu < 8.

2 Saran

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai penelitian dengan variable bahan pengikat yang berbeda sehingga di dapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Perlu adanya uji polutan yang terjadi sebagai akibat dari pembakaran briket organik.
3. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai variasi bentuk briket yang lain seperti dimensi/ ukuran dan bahan baku briket yang lain sehingga dapat dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Capah, A. G. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Perekat dan Ukuran Serbuk Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Pembalakan Kayu Mangium* {skripsi}. Medan, Dapertemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Emaga, T. H.; Andrianaivo, R. H.; Wathelet, B.; Tchango, J. T.; Paquot, M., Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels, *Food Chemistry*, **2007**, 103(2), 590- 600, 2007.
- Enik Sri Widarti, 2007. "*Studi Eksperimental Karakteristik Briket Organik Dengan Bahan Baku dari PPLH Seloliman*" Jurnal. Institut Teknologi Surabaya
- Erna Rusliana, 2010. "*Karakteristik Briket Bioarang Limbah Pisang Dengan Perekat Tepung Sagu*" jurnal. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Erwandi , K. 2005. Sumber energy arus : Alternatif pengganti BBM, Ramah Lingkungan, dan Terbarukan. www.energi.lipi.go.id.
- Hendra dan Darmawan, 2000. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang*. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor
- Himawanto, D.A, 2005, " Pengolahan Limbah Pertanian Menjadi Briket sebagai salah satu Bahan Bakar Alternatif". Laporan penelitian, UNS.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/tapioka.april.2010>
- //<http://www.jurnalcelebes.com> (oleh Safitri, et al.)
- Kurniati, Elly. 2009, "Kinetika Pembakaran Briket Arng Eceng Gondok". Jurnal. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
- Mega K. 2008., "Pembuatan Briket Bioarang dari Limbah Pertanian, Sampah, dan Kotoran Sapi". Jurnal. Surabaya
- Mislaini, Santosa, R. 2010. " Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusutan Briket dari Kotoran Sapid dan Limbah Pertanian". Jurnal Universitas Andalas, Padang.

*1) Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

**1) Dosen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

- Ndraha, Nodalin. 2009., "Uji Komposisi Bahan Pembuatan Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu yang dihasilkan". Jurnal. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sundari, Diah 2009. "karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit" jurnal. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Triono, A. 2006. *Karakteristik Briket Arang dari Arang dari Campuran Serbuk Gergaji Kayu Afrika (Maesopsis eminii Engl) dan Sengo (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung kelapa (Cocos mucifera L.)* {skripsi}. Bogor. Dapertemen Hasil Hutan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.