

## MAKALAH SEMINAR

# UPAYA PENINGKATAN KUALITAS BRIKET YANG BERASAL DARI CAMPURAN CANGKANG DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
TERIMA TGL	09-9-2014
SUMBER/HARI	hd
NO. INVENTARIS	533 (hd/2014-4.16)
KLASIFIKASI	

**OLEH:**

**Yenni Darvina**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

**Disampaikan pada:**

**Seminar Nasional dan MUBES**

**Ikatan Alumni MIPA Universitas Negeri Padang**

**13-14 November 2010 di Padang**

MILIK PERPUSTAKAAN  
UNIV. NEGERI PADANG



# Sertifikat

*diberikan Kepada:*

Dra. Yenni Darvina, M.Si  
Sebagai

**PEMAKALAH**

Seminar Nasional, Mubes dan Temu Kangen Ikatan Alumni  
**FKIE, FPMIPA-IKIP Padang dan FMIPA**  
Universitas Negeri Padang  
13 - 14 November 2010



**Drs. H. Astul, M.A.**  
NIP: 195204231976031003

Ketua ILUNI FKIE, FPMIPA IKIP PADANG  
dan FMIPA UNP

**Drs. Amrin, M.Si.**  
NIP: 195201031982031001



Ketua Panitia

**Dr. Mawardi, M.Si**  
NIP: 19611123 198903 1002

# UPAYA PENINGKATAN KUALITAS BRIKET YANG BERASAL DARI CAMPURAN CANGKANG DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

*Yenni Darvina*

*Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP Padang*

## Abstrak

Permasalahan yang dihadapi dalam pengolahan kelapa sawit antara lain adalah limbah dari sisa pengolahan buah yaitu berupa cangkang dan tandan kosong yang belum dimanfaatkan secara optimal. Untuk itu salah satu upaya yang dilakukan adalah mengolah bahan tersebut menjadi briket. Dengan harapan dapat mengurangi penggunaan minyak tanah sebagai bahan bakar rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas briket yang berasal dari campuran cangkang dan tandan kosong kelapa sawit.

Metode pembriketan yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan karbonisasi cangkang dan tandan kosong secara terpisah di dalam drum, Menumbuk dan mengayak arang dengan besar butiran lolos ayakan 20 mesh. Perbandingan arang cangkang dan tandan kosong 1:2 dan dicampur dengan perekat dari tepung kanji 20 %. Cetakan berbentuk silinder dengan diameter 4,4 cm dan pengeringan dilakukan dengan oven selama 48 jam pada suhu 105 °C. Kualitas yang diuji adalah nilai kalor yang dihasilkan, kepadatan, kadar air dan kadar abu dari briket, dengan harapan dapat mencapai standar SNI untuk briket.

Berdasarkan penelitian diperoleh hasil sebagai berikut: Nilai kalor terkecil 5461,9 kal/gr dan tertinggi 6181,7 kal/gr. Kerapatan terkecil 0,65 gr/cm<sup>3</sup> dan terbesar 0,73 gr/cm<sup>3</sup>. Kadar air terkecil 16,31% dan terbesar 16,91 %, kadar abu terkecil 11,46% dan terbesar 13,41%. Dari pengolahan data didapatkan bahwa semakin besar tekanan pengepresan briket maka nilai kalor semakin besar, kerapatan semakin besar, kadar air dan kadar abu semakin kecil. Namun dari penelitian ini hanya nilai kalor dan kerapatan briket yang telah memenuhi standar SNI, sedangkan untuk kadar air dan kadar abu masih belum memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Key work : Briket cangkang dan tandan kosong kelapa sawit, tekanan pengepresan, nilai kalor, kerapatan, kadar air, kadar abu.

## A. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi yang mengalami perkembangan yang pesat. Pada saat ini di berbagai daerah banyak berkembang kebun kelapa sawit baik yang dikelola oleh perusahaan maupun kebun penduduk secara perorangan. Perkembangan ini didorong oleh produksi buah dan hasil jual kelapa sawit cukup menjanjikan dan dapat mengangkat perekonomian penduduk.

Bagian kelapa sawit yang bernilai jual tinggi adalah daging buah yang diolah menjadi minyak. Sisa pengolahan dari industri minyak sawit adalah berupa cangkang dan tandan

kosong. Komponen utama limbah padat kelapa sawit ialah *selulosa dan lignin*, sehingga limbah ini disebut sebagai limbah *lignoselulosa* (Darnoko, 1993). Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat *lignoselulosa* yang ketersediaannya berlimpah setiap tahun. Upaya yang dilakukan untuk pengelolaan limbah ini adalah mengurangi daya cemar dan memanfaatkannya agar mempunyai nilai tambah. Penanganan limbah kelapa sawit saat ini belum optimal dan ekonomis. Oleh sebab itu perlu perhatian khusus agar limbah kelapa sawit ini dapat diolah dan dimanfaatkan sehingga memiliki nilai tambah. Salah satu bentuk pemanfaatan yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah cangkang dan tandan kosong kelapa sawit menjadi briket.

Briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbarukan (*renewable*), selain energi matahari, energi angin dan energi air. Diantara sumber-sumber energi alternatif yang ada, briket merupakan energi biomassa yang besar dan belum banyak dimanfaatkan. Menurut Abdullah (2001) dari total potensi biomassa sebesar 178 MW, baru sekitar 0,36% yang dimanfaatkan. Briket merupakan bahan bakar padat dengan kandungan nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai pengganti minyak tanah dan gas. Dengan adanya briket diharapkan pemakaian minyak tanah dan gas yang digunakan oleh rumah tangga dapat dikurangi. Secara luas kita berharap dengan adanya briket dapat mengatasi permasalahan krisis energi di negeri ini.

Belakangan ini banyak dilakukan penelitian-penelitian tentang briket berbahan dasar cangkang dan tandan kosong kelapa sawit. Diantaranya oleh Goenadi (2005) diperoleh hasil bahwa karakteristik briket arang yang terbuat dari cangkang dan dari TKKS sangat berbeda. Briket TKKS memiliki kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan dengan briket cangkang sawit. Penelitian lain juga dilakukan oleh Mulia (2008) yaitu dengan mencampur arang cangkang dengan TKKS. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa hasil briket terbaik adalah dengan komposisi arang cangkang dan TKKS 1:2, dengan ukuran butir 20 mesh (0.84 mm), dan konsentrasi perekat kanji 20%. Penelitian lain juga dilakukan oleh Rita (2008). Dari penelitian tersebut didapatkan hasil karakteristik arang cangkang dan TKKS yang dihasilkan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Namun nilai kadar abu dari briket yang diperoleh belum memenuhi standar SNI yaitu sebesar 14,63%, sedangkan menurut SNI kadar abu yang dibolehkan maksimal 8%. Tingginya kandungan abu pada briket berpengaruh terhadap kualitas briket, terutama untuk nilai kalornya.

Secara umum kualitas briket yang terbuat dari arang harus memenuhi standar mutu yang telah ada. Standar mutu briket yang digunakan merujuk pada standar untuk briket arang secara umum, sebab standar khusus untuk briket campuran arang cangkang dan TKKS tidak ada. Standar umum yang digunakan di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar mutu briket arang

Sifat briket arang	Biobriket Produksi			
	SNI 01-6235-2000	Amerika Serikat	Inggris	Jepang
Kadar air (%)	8	6,2	3 – 4	6 – 8
Kadar abu (%)	8	8,3	5,9	3 – 6
Kadar karbon terikat (%)	78,35	60	75,3	60 – 80
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	0,447	1	0,46	1,0 – 1,2
Nilai kalor (kal/g)	5000	6230	7289	6000 - 7000
Zat menguap (%)	15	19-28	16.4	15 – 30

(Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dalam Sundari, 2009)

Selain standar mutu yang telah dikemukakan pada Tabel 1, kualitas briket juga sangat ditentukan oleh bentuk dan ketahannya sewaktu pengepakan dan pengiriman. Banyak briket yang ada dipasaran sewaktu pengiriman rusak atau hancur karena kurang padat, sehingga nilai jual jadi berkurang dan bentuknya jadi kurang menarik. Menurut Mahajoeno (2005), syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air, tidak berjamur bila disimpan dalam waktu lama. Oleh sebab itu perlu suatu upaya menghasilkan briket yang berkualitas seperti persyaratan yang dijelaskan ini

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas briket tersebut adalah dengan melakukan tekanan pengepresan yang mencukupi sehingga dihasilkan briket yang padat dan tidak mudah hancur. Diharapkan jika briket yang dibuat semakin padat yaitu dengan menaikkan tekanan pengepresan, maka nilai kalor akan bertambah, kadar abu akan berkurang. Oleh karena itu penulis ingin berupaya meningkatkan kualitas briket yang

terbuat dari campuran arang cangkang dan tandan kosong kelapa sawit melalui variasi tekanan pengepresan.

Pada penelitian ini penulis ingin menyelidiki: Bagaimana pengaruh tekanan pengepresan terhadap karakteristik briket? Karakteristik yang diuji adalah: Berapa nilai kalor, kepadatan, kadar air dan kadar abu dari briket yang dihasilkan? Selain itu ingin diteliti yaitu : Pada tekanan berapa dihasilkan briket yang memiliki kualitas terbaik? Untuk itu peneliti mengambil judul makalah ini Upaya Peningkatan Kualitas Briket Yang Berasal Dari Campuran Cangkang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit.

## B. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan briket dilakukan di UPTD Balai Pengujian Mutu Bahan Pekerjaan Umum Padang. Cangkang dan TKKS berasal dari PT.Agro Masang Perkasa *Plantation*, Desa Tapian Kandis Kec. Palembayan Kab.Agam. Pengujian sampel dilakukan di UPTD Balai Pengujian Mutu Bahan Pekerjaan Umum Padang dan PT Semen Padang.

Variabel dalam pembuatan sampel adalah berupa variabel bebas, kontrol dan terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kuat tekan yang dilakukan saat pencetakan briket yaitu dengan skala 10, 12, 14, 16, 18 pada alat, yang bersesuaian dengan tekanan pengepresan  $1512 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ,  $1814,4 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ,  $2116,8 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ,  $2419,2 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ,  $2721,6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ . Karena ukuran penampang briket dalam  $\text{cm}^2$  maka tekanan pengepresannya dikalikan dengan  $10^{-4}$ . Variabel terikatnya adalah nilai kalor, kepadatan, kadar air dan kadar abu dari briket. Hasil karakterisasi dibandingkan dengan standar SNI untuk briket secara umum.

Variabel kontrol pada penelitian ini sebagian didasari dengan penelitian sebelumnya. Variabel kontrol yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Variabel kontrol dalam pembuatan briket campuran arang cangkang dan TKKS.

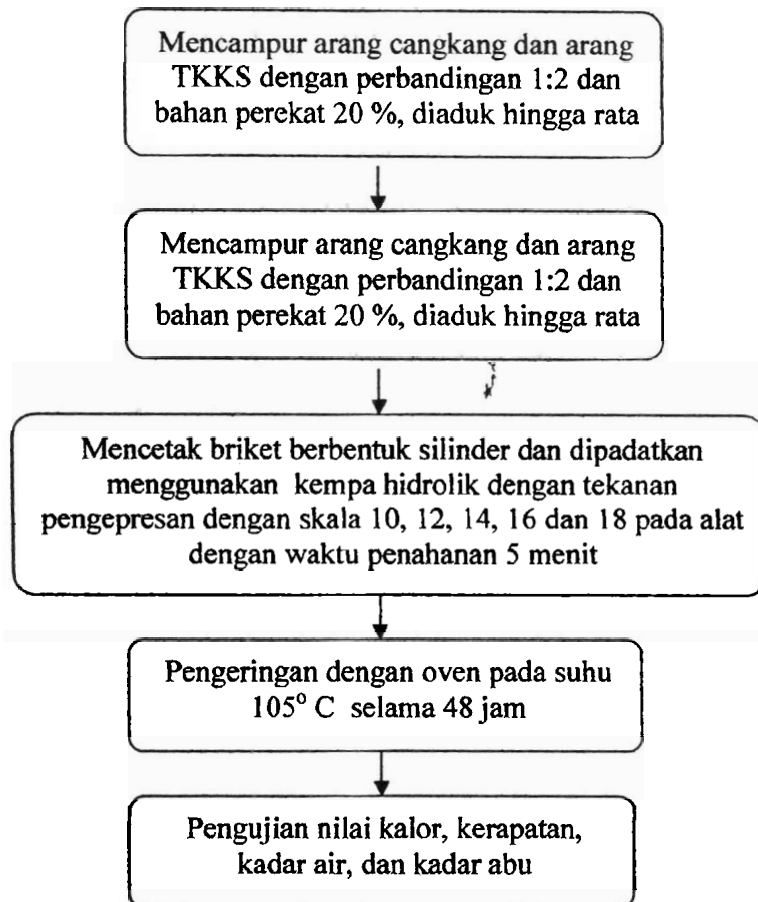
No	Variabel kontrol	Keterangan
1	Perbandingan jumlah arang cangkang dengan arang TKKS	1 : 2 (Mulia, 2008)
2	Bentuk briket	Silinder
3	Diameter silinder	4,4 cm
4	Berat satu sampel	40 gram

5	Lama pengepresan	5 menit
6	Konsentrasi perekat	20 % (Mulia, 2008)
7	Jenis perekat	Tepung kanji
8	Perbandingan tepung : air	1 : 10
9	Ukuran butir arang	Lolos 20 mesh atau 0,84 mm (Mulia, 2008)
10	Lama pengeringan	48 jam
11	Suhu pengeringan	105°C

Pembriketan bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi alternatif. Secara umum proses pembuatan briket terdiri dari beberapa tahap kegiatan yaitu : melakukan karbonisasi atau pengarangan, penggerusan atau penghalusan ukuran butir arang, pencampuran arang dengan bahan perekat, pencetakan, dan pengeringan. Secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Proses pengarangan adalah proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas. Alat yang digunakan dalam pembakaran cangkang dan tandan kosong kelapa sawit adalah drum bekas. Pengarangan cangkang dan TKKS dilakukan secara terpisah.
2. Penggerusan adalah menghaluskan bahan baku briket untuk mendapatkan ukuran butir tertentu. Penghalusan dilakukan dengan cara ditumbuk menggunakan lesung.
3. Pencampuran arang cangkang, arang TKKS dan perekat dilakukan sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan. Pengadukan harus sempurna agar hasil cetakannya bagus.
4. Pencetakan briket bertujuan untuk mendapatkan bentuk tertentu sesuai dengan keinginan. Pencetakan dilakukan dengan menggunakan variasi tekanan dengan skala 10, 12, 14, 16 dan 18 pada alat.
5. Pengeringan berguna untuk menurunkan kadar air pada briket. Pengeringan dilakukan dalam Furnice atau oven agar suhu dan waktu pengeringan dapat dikontrol.

Bagan pembuatan sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

Dalam penelitian ini standar mutu yang ingin diuji adalah nilai kalor, kerapatan, kadar air dan kadar abu.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai kalor, kerapatan, kadar air dan kadar abu dari briket campuran arang cangkang dan TKKS seperti terlihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Nilai rata-rata karakteristik briket campuran arang cangkang dan TKKS dengan variasi tekanan pengepresan.

Sifat briket arang	Standar Mutu				Variasi tekanan pengepresan (N/m <sup>2</sup> )				
	Amerika Serikat	Inggris	Jepang	SNI	1512,0 x10 <sup>3</sup>	1814,4 x10 <sup>3</sup>	2116,8 x10 <sup>3</sup>	2419,2 x10 <sup>3</sup>	2721,6 x10 <sup>3</sup>
Nilai kalor (kal/g)	6230	7289	6000-7000	5000	5641,90	5671,80	5718,83	5904,26	6181,68
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	1	0,46	1,0 – 1,2	0,447	0,65	0,67	0,69	0,70	0,73
Kadar air (%)	6,2	3 – 4	6 – 8	8	16,91	16,84	16,42	16,41	16,31
Kadar abu (%)	8,3	5,9	3 – 6	8	13,405	13,270	12,98	12,47	11,46

Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh dari penelitian terhadap nilai kalor, kerapatan, kadar air dan kadar abu, ternyata baru nilai kalor dan kerapatan yang telah memenuhi standar mutu yang ada. Sedangkan kadar air dan kadar abu belum memenuhi standar mutu yang ada.

Nilai kalor merupakan suatu parameter yang penting dari suatu briket. Nilai kalori yang dimiliki briket campuran arang cangkang dan TKKS diuji dengan menggunakan *Bomb Calorimeter PARR 1281* dengan ketelitian 0.0001 kal/gr. Berat setiap sampel yang diuji adalah 1 gram. Nilai kalor terbaca langsung secara digital pada alat. Dari pengukuran ternyata semua nilai kalor dari briket campuran arang cangkang dan TKSS yang dibuat memenuhi semua standar mutu SNI yang ada. Semakin tinggi tekanan pengepresan semakin tinggi nilai kalor yang diperoleh.

Nilai kalor dinyatakan sebagai *heating value*, yang merupakan suatu parameter yang penting dari suatu arang panas. *Gross calorific value* diperoleh dengan membakar suatu sampel briket didalam *bomb calorimeter*. *Net calorific value* biasanya berharga antara 93-97 % dari *gross value* dan bergantung pada kelembaban serta kandungan hidrogen dalam briket. Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor briket yang didapatkan maka semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Menurut Nurhayati Masturin (2002) nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu

briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang maka akan menurunkan nilai kalor briket arang yang dihasilkan.

Dari hasil pengukuran nilai kalor yang didapatkan, terlihat bahwa nilai kalor briket arang campuran cangkang dan tandan kosong kelapa sawit semakin meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pengepresan. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Teguh (2008) yang mengatakan bahwa briket arang dengan penekanan rendah akan menghasilkan nilai kalor yang rendah pula. Dengan demikian peningkatan nilai tekanan pengepresan pada briket dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada tekanan 18 skala alat dengan nilai kalor sebesar 6181,68 kal/gr.

Selain pengaruh tekanan pengepresan, tingginya nilai kalor juga disebabkan karena komponen utama limbah padat kelapa sawit ialah *selulosa dan lignin*, sehingga limbah ini disebut sebagai limbah *lignoselulosa*. *Selulosa* adalah senyawa karbon yang terdiri lebih dari 1000 unit *glukosa* yang terikat oleh ikatan beta 14 *glikosida* dan dapat didekomposisi oleh berbagai organisme *selulolitik* menjadi senyawa Carbon sederhana. (Darnoko, 1993). Dengan banyaknya kandungan komponen kimia berupa selulosa, dan lignin yang terdapat dalam briket akan meningkatkan nilai karbon terikat dan nilai kalornya.

Standar mutu lain yang dihitung adalah kerapatan dari sebuah briket. Kerapatan menunjukkan perbandingan antara massa dengan volume briket. Dari hasil perhitungan didapatkan kerapatan briket semakin bertambah dengan semakin besarnya tekanan pengepresan. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran volume briket. Semakin besar tekanan yang digunakan semakin kecil ukuran volume briket yang dihasilkan, dan semakin besar kerapatan yang diperoleh. Nilai kerapatan memenuhi standar mutu SNI yang ada.

Pada proses pencetakan, briket dengan tekanan yang lebih besar memiliki kecenderungan pori-pori arang semakin kecil yang mengakibatkan volume briket arang yang diperoleh akan semakin berkurang. Tekanan yang lebih besar mengakibatkan ikatan antar molekul arang semakin kuat karena jarak antar atom-atom penyusun arang akan lebih diperpendek sehingga briket yang dihasilkan lebih padat dan waktu pembakarannya lebih lama (Kirana, 1995). Jika briket semakin padat maka ikatan molekulnya semakin kuat dan semakin kompak. Bila dilakukan pembakaran maka semua bagian akan terbakar secara sempurna sehingga nilai kalor akan meningkat dan kadar abu akan menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yaitu jika tekanan pengepresan semakin besar maka kadar abu

semakin menurun. Namun pengujian kadar abu ini masih belum memenuhi standar mutu SNI, karena kadar abu yang dihasilkan lebih besar dari 8%.

Pengeringan briket dilakukan menggunakan oven selama 48 jam pada suhu 105°C dengan tujuan agar semua molekul air yang terperangkap dalam briket dapat dihilangkan. Namun untuk semua sampel kandungan air yang terdapat pada briket yang dibuat belum memenuhi standar mutu SNI yang ada yaitu melebihi 8%. Oleh sebab itu perlu dilakukan optimasi lama pengeringan agar kadar airnya menurun dan dapat memenuhi standar mutu SNI. Diharapkan jika kadar air dapat dikurangi, maka kadar abu juga dapat diturunkan. Sebab semakin kering briket yang dibuat maka diharapkan pembakaran semakin sempurna sehingga kadar abu semakin kecil. Namun dalam penelitian ini nilai kadar abu masih besar dan kadar air juga masih tinggi. Kadar air yang diperoleh semuanya hampir sama yaitu sekitar 16%, walaupun ada kecenderungan menurun jika tekanan pengepresan ditingkatkan. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengeringan briket lebih lama lagi. Salah satu cara yang biasa dilakukan adalah dengan menjemurnya dibawah cahaya matahari atau mengangin-anginkan dalam suhu ruang dan menimbanginya setiap hari sampai diperoleh massa yang konstan (Lusia, 2009)

Pada penekanan briket akan terjadi perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis. Saat deformasi elastis terjadi, ada energi elastic yang masih tersimpan dalam material, sehingga jika tekanan dilepas akan menimbulkan relaksasi material dengan membebaskan energi elastis yang tersimpan saat proses penekanan (Christian Petra, 2008).

Pada penelitian ini, jika tekanan yang diberikan melebihi 16 skala alat atau setara dengan  $2721,6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  maka sampel akan menjadi rusak. Kerusakan pada sampel disebabkan karena tekanan yang diberikan terlalu besar sehingga material sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan, sehingga bentuk sampel menjadi tidak bagus atau sampel hasil cetakan menjadi miring. Beban penekanan yang besar mengakibatkan *bulk density* dari briket semakin bertambah besar yang mengakibatkan kekuatan mekanik semakin kuat, namun pada kondisi tertentu penambahan penekanan akan merusak struktur bahan dasar yang mengakibatkan nilai kekuatan mekanik turun (Subroto, 2008). Dengan menurunnya kekuatan mekanik maka besar tekanan maksimum yang diperbolehkan hanya 16 pada skala alat atau setara dengan  $2721,6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  dan secara teknik sering ditulis  $272,16 \text{ N/cm}^2$ . Jika harga percepatan grafitasi diambil  $10 \text{ m/s}^2$ , maka setiap  $\text{cm}^2$  sampel sanggup menahan

}

beban maksimum sebesar 27,216 kg. Secara teknik tekanan sebesar ini sering dinuliskan dengan 27,216 kg/cm<sup>2</sup>.

#### D. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data penelitian mengenai pengaruh tekanan pengepresan terhadap karakteristik briket arang cangkang dan tandan kosong kelapa sawit, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi tekanan pengepresan semakin tinggi nilai kalori, dan densitasnya. Semakin tinggi tekanan pengepresan semakin rendah kadar abu dan kadar airnya. Jika dilihat dari segi nilai kalor dan densitas penelitian ini telah memenuhi SNI 01-6235-2000, tapi penelitian ini belum memenuhi SNI dilihat dari segi kadar abu dan kadar air.

#### B. Saran

1. Untuk pembuatan briket dengan berbahan baku sama dengan penelitian ini sebaiknya menggunakan tekanan pengepresan 2721,6 N/m<sup>2</sup>
2. Dalam proses pengabuan, ternyata asap yang dihasilkan masih banyak, diharapkan peneliti lanjutan dapat mengatasi asap briket tersebut.
3. Kadar abu yang dihasilkan masih tinggi, diharapkan peneliti lanjutan dapat mengatasi kadar abu ini.
4. Lama waktu pemberian bahan penyala perlu dikontrol untuk mengatasi tingginya kadar abu yang ada.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. 2001. *Biomass Energy Potentials and Utilization in Indonesia*. Indonesian Renewable Energy Society (IRES). <http://www.repp.org/discussiongroups/resources/stoves/Fuels/msoB2D82.pdf>
- Arikunto Suharsimi.1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Edisi Revisi III.Jakarta: Rineka Cipta
- Azemi, 2004. *Pusat Pengajian Teknologi Industri*.
- Seminar Nasional dan MUBES Ikatan Alumni DMIPA  
Universitas Negeri Padang  
di Padang, 13-14 November 2010

- Barea, J., M.J. Pozo, R. Azcon & C. Azcon- Aguilar, 2005. *Microbial co operation in the rhizosphere. J Exp. Bot., 56, 1761-1778.*
- Boedjang. 1973. *Pembuatan Arang Cetak*. Laporan Karya Utama Departemen Teknologi Kimia. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Bandung.
- Borman, G.L., dan Ragland, K.W. (1998). *Combustion Engineering*, McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- Brades Candra Adi. 2008. *Pembuatan Briket Arang dari Eceng Gondok dengan Sagu sebagai Pengikat*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.3, No.9, (Desember 2001), hal. 41-47 Humas-BPPT/ANY
- Darnoko, Z. Poeloengan & I. Anas. 1993. *Pembuatan Pupuk Organik dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Buletin Penelitian. Kelapa Sawit, 2, 89-99.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1991, SNI 01-6235-2000; *Briket Arang Kayu*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1991, SNI 01-1682-1996; *Arang Aktif*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Direktorat Jendral Bina Produksi Perkebunan, 2005. *Pokok-pokok Rencana Makro Pengembangan Agribisnis Komoditi Perkebunan 2005-2009*. Direktorat Jendral Bina Produksi Perkebunan.
- Earl, D.E, 1974. A report on Corcoal, Andre Meyer Researc Fellow. FAO. Rome.
- Estela, A., 2002, Rice husk- an Alternatife Fuel in Peru, Boiling Point NO 48.
- Fauzi dkk, 2002. *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*. Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan .
- Fauzi, Y., Hartono, R., Satyawibawa, I., dan Widyastuti, E.Y. 2002. *Kelapa Sawit Pemasaran*. Seri Agribisnis. Jakarta.
- Flack, Van, 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu logam dan Bukan Logam)* edisi kelima. Jakarta: Erlangga.
- Goesnadi, D.H. dan Y.T. Adiwiganda. 2002. *The Use of Emas Biofertilizer for Oil Palm*. The 2002 International Oil Palm Conference and Exhibition. Denpasar, 8-12 July 2002. 13 P Herman Hindarso, (2008).
- Goenadi, D.H dkk, 2005. *Pemanfaatan Produk Samping Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Alternatif Terbaru*. Jakarta. terdapat pada <http://isroi.wordpress.com/> ( akses 20 november 2008).

- Hendra, D. 2007. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energy Alternative*. Bul, Penelitian Hasil Hutan 25:245-255
- Hasani. 2005. *Pembuatan Briket Arang Eceng Gondok dengan Sagu sebagai Bahan Pengikat*. SKRIPSI
- Ismunandar, *Biokomposit, Komposit Hijau untuk Bahan Otomotif* dikutip dari koran Kompas, terbitan Senin, 6 Oktober 2003 hal. 10.
- Hambali, E., Hendroko, R., Mujdalipah, S., Pattiwiri, W.A., dan Tambunan, H.A. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agro Media. Jakarta
- Hartoyo, Roliandi. 1978. *Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu Indonesia*. Laporan Penelitian Lembaga Hasil Hutan. Bogor
- Hasyim. 1991 *Pembuatan briket arang dari eceng gondok dengan sagu sebagai pengikat* Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.3, No.9, (Desember 2001), hal. 41-47  
Humas-BPPT/ANY
- Husada Teguh Ibnu, 2008. *Arang briket tongkol jagung sebagai energi alternative*. UNES
- Jumiati, 2007. *Pengaruh kadar perekat terhadap karakteristik briket arang tempurung kelapa sawit*. FMIPA. Universitas Negeri Padang
- Kirana, *Pengaruh tekanan pengempaan dan Jenis Perekat dalam pembuatan Briket arang tempurung kelapa sawit* (bogor: 1985).
- Lembaga Riset Perkebunan Indonesia. 2004. *'Riset Perkebunan Sebagai Kunci Peningkatan Daya Saing Produk Perkebunan Indonesia'*, Lembaga Riset Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Mahajoeno, E. 2007. *Energi Alternatif. Pengganti BBM : Potensi Biomassa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jakarta : Lembaga Riset Perkebunan Indonesia
- Masfufatullailiyah. 2003. *Briket Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi UNES
- Mulia. 2008. *Pemanfaatan Tandan Kosong Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Briket Arang*. Skripsi (ITB).
- Obernberger Thek, 2004 dalam Anggrainy, 2005. *Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergajian*. www.gentha@yahoo.com.
- Pati dkk, *'Beberapa Sifat Fisik dan Kimia, Briket Arang dari Limbah Aktif*, Jurnal hasil hutan, No 165, 1990.

- Pari.G, 2002. *Pengaruh Pemberian Arang terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah*. Penelitian Hasil Hutan vol 20 no 3 thn 2002.
- Rita Sekianti, 2008. *Analisis teknik dan finansial pada produk bahan bakar briket dari kelapa sawit*. Jurnal Teknologi pertanian.
- Seng.1964. *Berat Jenis dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia dan Penelitian Beratnya Kayu untuk Keperluan Pabrik*. Lembaga Hasil Hutan. Bogor
- Sing, Misra. *Potensi Jarak sebagai Tanaman Energi di Indonesia*.
- Subroto, 2008. *Karakteristik Pembakaran Briket Campuran Arang Kayu dan Jerami*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Suherman Wahid.1987. *Pengetahuan Bahan*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Soeparno, 1993. *Pengaruh Tekanana, Waktu Kempa dan Jenis Serbuk pada pembuatan Briket Arang Gergajian terhadap rendaman dan nilai kalor*. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM. Yogya
- Sugiyono, 2005. *Statistika untuk Penelitian*. CV. Alfa Beta. Bandung.
- Tarwiah, 2001. *Evaluasi briket Kotoran Sapi dan Limbah pertanian*.Skripsi:
- Widowati.2004. *Pembuatan Briket Arang Eceng Gondok dengan Sagu sebagai Bahan Pengikat*.
- Widiastuti, H. & T.W.Darmono (2000). Respon Bibit Kelapa Sawit terhadap Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Dalam Pros. Sem. Nas. III. Pengembangan Wilayah Lahan Kering; Bandar Lampung, 3-4 Oktober 2000. p. 86-93.
- Wulan, S. 2007. *kajian penambahan cangkang sawit dalam pembuatan briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga*.Universitas Bengkulu. (Skripsi Tidak di Publikasikan).

