

## PEMBUATAN BIO-BRIKET DARI LIMBAH SABUT KELAPA DAN *BOTTOM ASH*

Oleh : Sinta Rismayani, Achmad Sjaifudin T

Balai Besar Tekstil  
Jl. A. Yani No. 390 Bandung Telp. 022.7206214-5 Fax. 022.7271288  
E-mail : texirdti@bdg-centrin.net.id

Tulisan diterima : 28 Juni 2011 Selesai diperiksa : 11 Juli 2011

### ABSTRAK

Limbah *bottom ash* yang mempunyai nilai kalor yang tinggi masih dapat dimanfaatkan ulang sebagai bahan bakar dengan cara dibuat briket dan dicampur dengan limbah sabut kelapa yang mempunyai nilai kalor lebih tinggi. Pembuatan bio-briket dilakukan menggunakan mesin press dengan perbandingan *bottom ash*: limbah sabut kelapa = 1:1 dan variasi tekanan yang digunakan sebesar 78 kg/cm<sup>2</sup>, 117,6 kg/cm<sup>2</sup> dan 156,8 kg/cm<sup>2</sup>.

Analisis karakteristik bio-briket yang dilakukan meliputi sifat kuat tekan, nilai kalor, analisis dimensi dan analisis termal menggunakan alat DSC/TGA. Pada penelitian ini dihasilkan bio-briket dengan komposisi *bottom ash* : sabut kelapa = 1 : 1 dengan nilai kalor 3735 kal/g dan dengan tekanan 156,8 kg/cm<sup>2</sup> dapat memberikan kuat tekan 55 kg/cm<sup>2</sup>. Analisis termal menunjukkan terjadinya pengurangan massa sebesar 12% pada temperatur pemanasan 100-200°C yang menunjukkan lepasnya uap air dan sebagian senyawa volatil. Pemanasan sampai 700-800°C menyebabkan pengurangan massa kurang lebih 40% sesuai dengan kadar senyawa volatil yang dikandung bio-briket. Pemanasan di atas 800°C terjadi pengurangan massa yang disebabkan oleh hilangnya sisa karbon. Penggunaan limbah sabut kelapa memberikan keuntungan yaitu tidak perlu digunakan tanah liat atau larutan kanji pada proses pembuatan bio-briket karena pada limbah sabut kelapa mempunyai sifat adhesif yang baik.

**Kata kunci:** *Bottom ash*, sabut kelapa, bio-briket

### ABSTRACT

*Waste bottom ash remain has a high calorific value and it can be reused as fuel through mixing with coconut coir waste that has a higher calorific value, then the mixing was compacted as a briquette. The bio-briquettes were made using a press machine with a ratio of bottom ash: coconut coir waste = 1:1 and pressure variations that were used by 78 kg/cm<sup>2</sup>, 117.6 kg/cm<sup>2</sup> and 156.8 kg/cm<sup>2</sup>. Analysis of the characteristics of bio-briquettes were performed for compressive strength properties, calorific value, dimensional analysis and thermal analysis using DSC / TGA. In this research, bio-briquettes produced by the composition of bottom ash: coco = 1: 1 with 156.8 kg/cm<sup>2</sup> pressure have a calorific value of 3735 cal / g and a compressive strength of 55 kg/cm<sup>2</sup> respectively. Thermal analysis has showed a reduction of the mass by 12% on heating temperature 100-200 °C showed a loss of moisture and some volatile compounds. Heating to 700-800 °C led to a mass reduction of approximately 40% according to the levels of volatile compounds contained in the bio-briquettes. Heating above 800 °C a reduction in mass caused by the loss of residual carbon. The use of coconut coir waste gives the advantage that it does not need to use clay or starch solution in the production of bio-briquettes because the waste coconut coir has good adhesive properties.*

**Keywords:** *Bottom ash, coconut fiber, bio-briquettes*

### PENDAHULUAN

Ditengah krisis energi yang sedang melanda dunia saat ini, perkembangan teknologi mengarah kepada pemanfaatan energi alternatif sebagai pengganti energi fosil yang persediaannya semakin menipis. Energi alternatif yang disarankan diantaranya adalah energi yang berasal dari tanaman. Pengembangan energi alternatif ini menyebabkan terjadinya kompetisi antara tanaman sebagai sumber energi dan tanaman sebagai bahan pangan. Oleh sebab itu sebaiknya bahan baku serat dari sumber tanaman yang akan digunakan sebagai alternatif sumber energi, adalah jenis tanaman yang penanamannya tidak menyita luas lahan hutan dan tidak mengambil alih bahan baku yang selama ini

digunakan sebagai pangan.

Penggunaan biomassa sebagai sumber energi diyakini dapat mengurangi beban pencemaran seperti pemanasan global yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil sebagai akibat diproduksinya gas CO<sub>2</sub> dalam proses pembakaran. Produksi gas CO<sub>2</sub> dari proses pembakaran biomassa jumlahnya sama dengan gas CO<sub>2</sub> yang diserap tanaman sehingga tidak mengakibatkan pemanasan global.

Biomassa adalah energi yang dapat diperbarui dan dapat dijadikan bahan bakar padat, cair atau gas, dan saat ini proses gasifikasi, liqualifikasi juga pembakaran langsung merupakan teknologi penggunaan biomassa yang paling banyak

digunakan. Proses pembakaran langsung adalah teknologi yang paling sederhana dan paling banyak digunakan terutama di negara berkembang (Jiang Jian Chun, 2002). Karena rendahnya berat jenis biomassa menyebabkan timbulnya masalah dalam pengemasan dan pengangkutan., oleh karena itu proses pembuatan briket merupakan langkah yang tepat dalam mengatasi masalah tersebut.

Banyaknya industri tekstil yang beralih ke batubara sebagai sumber energi terutama untuk energi untuk penghasil uap (*boiler*) memberikan dampak lingkungan berupa pencemaran udara dan limbah padat dari sisa batubara yang tidak terbakar. Abu batu bara *bottom ash* seringkali masih mengandung karbon yang cukup tinggi sehingga tidak seperti karakteristik limbah *fly ash*, limbah *bottom ash* akan menyulitkan bila ingin dimanfaatkan sebagai bahan baku semen (8). Karbon yang melebihi 5% dalam abu batu bara akan menurunkan kualitas semen yang dihasilkan.

Permasalahan lain pada limbah *bottom ash* adalah terutama untuk jenis limbah *bottom ash* yang mempunyai ukuran butir yang halus sehingga tidak memungkinkan untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar lagi secara langsung walaupun nilai kalorinya tinggi. Salah satu biomassa yang dapat dijadikan sumber energi dan kelimpahan yang cukup banyak di Indonesia adalah limbah sabut kelapa. Bahan ini didapat dari proses pemisahan serat dari sabut yaitu berupa coco peat dan coco dust. Produk primer dari pengolahan sabut kelapa terdiri atas serat (serat panjang) bristle (serat halus dan pendek) dan debu sabut. Serat dapat diproses menjadi serat berkaret, matras, geotekstil, karpet dan produk-produk kerajinan industri rumah tangga. Matras dan serat berkaret banyak digunakan dalam industri jok, kasur dan pelapis panas. Debu sabut dan cocopeat dapat diproses menjadi kompos dan *particle board/hardboard*. Cocopeat digunakan sebagai substitusi gambut alam untuk industri bunga dan pelapis lapangan golf. Di samping itu, bersama bristle (serat halus dan pendek) dapat diolah menjadi *hardboard*.

Dengan produksi buah kelapa rata-rata 15,5 milyar butir pertahun, total bahan ikutan yang dapat diperoleh 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut dan 3,3 juta ton debu sabut (1). Industri pengolahan komponen buah kelapa tersebut umumnya hanya berupa industri tradisional dengan kapasitas industri yang masih sangat kecil dibandingkan potensi yang tersedia. Besaran angka-angka di atas menunjukkan bahwa potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri masih sangat besar

Penelitian tentang sabut kelapa sebagai bahan bakar telah dilakukan yaitu sebagai campuran dalam pembuatan briket batu bara (5). Sabut kelapa mempunyai nilai kalori yang cukup tinggi dan memungkinkan untuk digunakan sebagai campuran briket. Untuk itu diharapkan limbah dari sabut kelapa yaitu dari proses pemisahan benang dari sabut diharapkan juga mempunyai potensi untuk dapat di

buat campuran dalam pembuatan bio-briket. Penambahan biomassa menyebabkan naiknya volatile matter sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Di samping itu penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran (5)

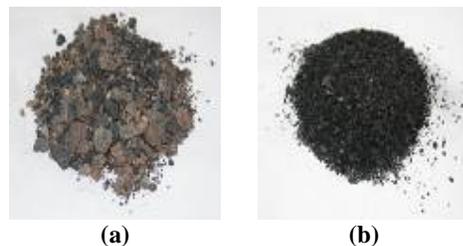
Dalam penelitian ini dilakukan upaya pemanfaatan limbah *bottom ash* sebagai bahan dasar briket. Selanjutnya untuk meningkatkan nilai kalor briket yang dibuat, maka dilakukan pencampuran dengan bahan lain yang mempunyai nilai kalor lebih tinggi. Limbah sabut kelapa dipilih karena kelimpahannya yang banyak di Indonesia sebagai penghasil produk tanaman kelapa, di samping itu karena diantara biomassa yang lain, sabut kelapa termasuk yang mempunyai nilai kalori yang tergolong tinggi sehingga diharapkan dapat menaikkan nilai kalor briket yang dihasilkan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan

- **Limbah *bottom ash*.**

Limbah *bottom ash* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari industri tekstil yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar *boiler*. *Boiler* yang digunakannya adalah FB (*Fluidized Bed*). Limbah *bottom ash* yang dihasilkan adalah sebanyak kurang lebih 1,5 ton per hari. Contoh dari *bottom ash* yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.**

- (a) Limbah bottom ash sebelum diayak bercampur dengan mineral atau bahan pengotor lainnya dan
- (b) Limbah bottom ash yang sudah diayak menunjukkan bottom ash yang relatif bersih.

- **Limbah sabut kelapa**

Limbah sabut kelapa diambil dari industri pembuat geotekstil dari serat alam (kelapa, jute). Limbah sabut kelapa dihasilkan dalam proses pengambilan serat dari sabut kelapa menggunakan mesin pengurai sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan komponen sebesar 35% dari kelapa. Sedangkan limbah sabut yang dapat diambil dari proses pemisahan serat dari sabut kelapa adalah sebesar 5%. Kapasitas limbah sabut kelapa yang dihasilkan dari industri ini adalah 0,5 ton/hari. Contoh dari sabut kelapa yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Limbah sabut kelapa sesudah diayak

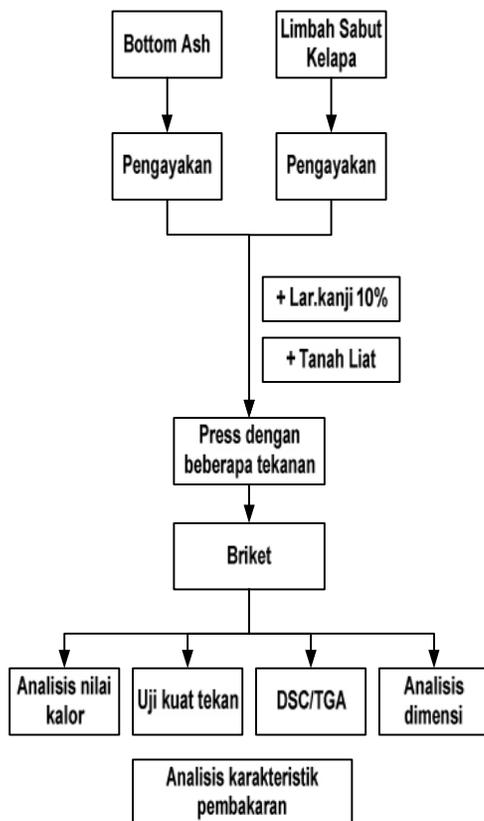
▪ Larutan kanji

**Alat yang digunakan**

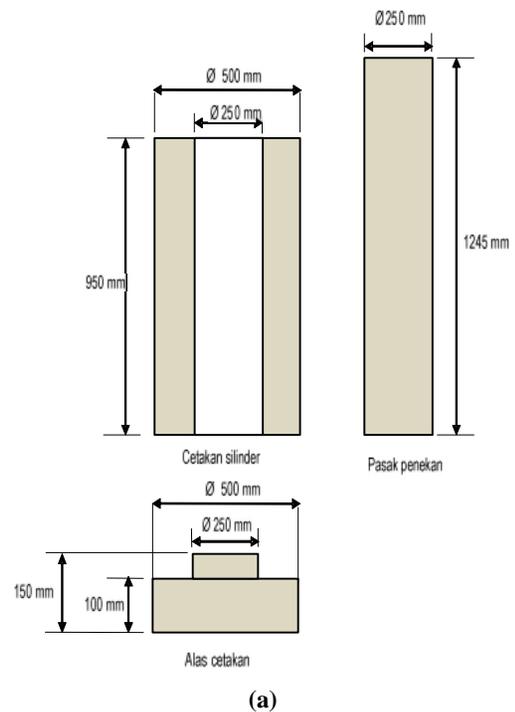
Alat yang digunakan dalam penelitian ini, adalah:

- Mesin press dengan kapasitas tekanan 1 ton (Gambar 3).
- Cetakan briket
- Dibuat dari bahan baja perkakas yang terdiri dari 3 komponen dengan ukurannya seperti terlihat pada Gambar 4. Ketebalan sampel diatur sesuai banyaknya sampel dan tekanan yang digunakan.
- Mesin ayakan sabut kelapa (Gambar 5)

**Alur Penelitian**



Gambar 3. Mesin Press Kapasitas 1 Ton



(b)

Gambar 4. Cetakan Briket : (a) Gambar Skematik Cetakan dan (b) Foto Cetakan



**Gambar 5. Mesin Ayakan Sabut Kelapa**

### Pengujian

- Karakteristik *Bottom ash* dan coco peat
- Nilai kalor (ASTM D.5865)
- Analisis proksimat meliputi: kelembaban (ASTM D.3173), volatile matter (ISO 562), fixed carbon, sulfur, LOI
- Analisis sifat kuat tekan bio briket
- Analisis termal menggunakan alat DTA/TGA merk Setaram seri setsys 16/18
- Analisis mikroskopis menggunakan Tabletop Microscope Merk Hitachi TM 1000

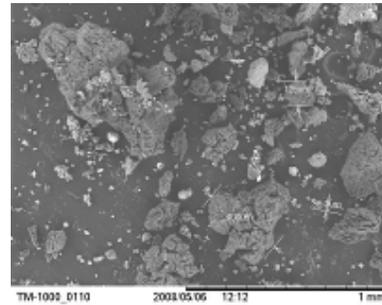
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik *Bottom ash*

*Bottom ash* yang digunakan pada penelitian ini diambil dari sebuah pabrik tekstil yang menggunakan boiler jenis FB. Kapasitas boiler yang digunakan 10 ton uap/hari dengan konsumsi batu bara 40 ton/hari. Temperatur furnace mencapai 900-1000°C *Bottom ash* yang dihasilkan sebanyak ± 1,7 ton/hari. Jumlah ini merupakan 95% dari total abu yang dihasilkan. Selama ini jumlah *bottom ash* yang sedemikian banyak tersebut di olah ke pihak ke 3. Berdasarkan hasil pengujian/analisis proksimat, didapatkan karakteristik *bottom ash* sebagai berikut (Tabel 1):

**Tabel 1. Analisis Proksimat *Bottom Ash* dan Limbah Sabut Kelapa**

	<i>Bottom ash</i>	Limbah Sabut Kelapa
Kadar air	5%	12%
Abu	52%	3%
Senyawa volatil	4%	68%
Kadar karbon (fix)	39%	17%
Sulfur	0,46%	0,12%
Nilai kalor	3255 kkal/kg	3950 kkal/kg



**Gambar 6. Analisis Mikroskopis Limbah *Bottom Ash* Batu Bara**

Berdasarkan karakteristik *bottom ash* di atas, terlihat bahwa *bottom ash* mempunyai sifat kelebihan dan kekurangannya diantaranya:

- Nilai kalor yang masih cukup tinggi, 3255 kkal/kg menjadikan *bottom ash* ini berpotensi untuk dijadikan bahan bakar. Sebagai pembandingan, nilai kalor batu bara yang biasa digunakan di industri tekstil umumnya berkisar antara 5000-6000 kkal/kg. Sedangkan seperti terlihat pada Tabel di atas, *bottom ash* pada penelitian ini mempunyai nilai kalor lebih dari ½ nilai kalor batu bara. Nilai kalor yang masih cukup tinggi memberikan potensi untuk dibakar ulang. Tetapi karena ukuran *bottom ash* ini relatif halus seperti terlihat pada Gambar 1 dan 6, ukuran partikel ada yang mencapai kurang dari 30 µm sampai mendekati 1 mm sehingga sifatnya yang ringan menyebabkan *bottom ash* ini tidak memungkinkan untuk digunakan langsung pada reaktor boiler. Untuk itu jika *bottom ash* ingin digunakan sebagai bahan bakar perlu dibuat dalam bentuk briket yang mempunyai ketahanan/daya tekan yang cukup baik sehingga tidak mudah pecah di dalam reaktor boiler. Sifat tersebut diperlukan karena jika briket pecah kembali ke bentuk asal yang berukuran halus akan menyebabkan *bottom ash* terbang dan tidak terbakar sempurna.
- Pencampuran *bottom ash* dengan bahan/materi lain yang mempunyai nilai kalor yang tinggi diperlukan untuk menaikkan nilai tambah *bottom ash*. Rendahnya nilai senyawa volatil *bottom ash* (4%) menyebabkan material ini cukup sulit terbakar, sehingga pencampuran dengan material lain yang mempunyai senyawa volatil yang tinggi akan membantu proses pembakarannya. Dari Tabel 1 terlihat bahwa limbah sabut kelapa mempunyai kadar volatil yang cukup tinggi (68%) sehingga akan membantu proses pembakaran jika dibuat briket campuran dari *bottom ash* dan limbah sabut kelapa.

Pada penelitian ini digunakan sabut kelapa yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai limbah dari proses pemisahan serat dari sabut kelapa. Disamping itu penggunaan limbah sabut kelapa akan menguntungkan dalam membentuk ikatan yang kokoh antara *bottom ash* dengan sabut

kelapa, sehingga briket dapat dibuat dengan tekanan yang relatif rendah tetapi hasilnya tidak mudah pecah. Hal ini disebabkan sabut kelapa mengandung senyawa yang dapat bersifat adhesive. Hal ini dapat dibuktikan pula pada penelitian awal yaitu membuat briket menggunakan campuran *bottom ash* dengan limbah sludge dari proses pengolahan air limbah secara biologi. Karena rendahnya nilai volatil pada limbah sludge biologi menyebabkan kekuatan briket yang dihasilkan menjadi rendah walaupun pada proses pembuatannya telah menggunakan alat tekan dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga memerlukan penambahan larutan kanji sebagai perekat. Berdasarkan beberapa literatur, pada pembuatan briket sering menggunakan campuran kanji atau tanah liat untuk membentuk briket yang cukup kuat. Di bawah ini merupakan beberapa jenis komposisi bahan pembentuk briket pada penelitian ini seperti terlihat pada Tabel 2. Sedangkan Gambar 7 menunjukkan beberapa contoh produk bio-briket dari ketiga formula tersebut.

**Tabel 2 Komposisi Bahan Pembentuk Bio Briket Bottom Ash-Sabut Kelapa**

	Formula 1	Formula 2	Formula 3
	%	%	%
Bottom ash	41	41	50
Sabut kelapa	41	41	50
Lar. Kanji 10%	18	10,3	-
Tanah liat	-	7,7	-

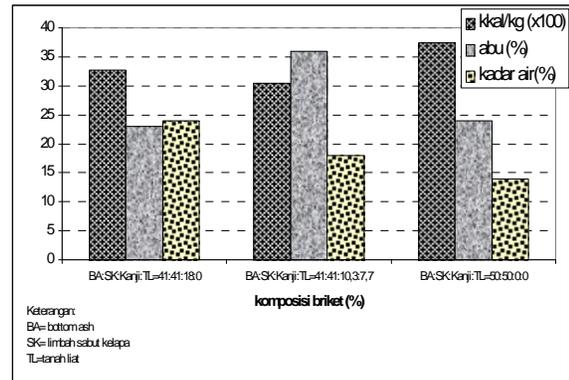


**Gambar 7. Produk Contoh Bio-Briket**

Dari hasil analisis nilai kalori briket, formula briket yang menggunakan campuran kanji tidak menaikkan nilai kalori, bahkan untuk briket yang menggunakan tanah liat cenderung turun nilai kalornya yaitu menjadi 3048 kal/g dari nilai kalori 3255 kal/g untuk *bottom ash*.

Campuran 1:1 limbah *bottom ash* dengan sabut kelapa dapat menaikkan nilai kalor mencapai 3735 kal/g. Karena limbah sabut kelapa mempunyai nilai kalor 3950 kal/g. Sehingga jika diperlukan kalori yang lebih tinggi dapat dilakukan pencampuran dengan komposisi sabut kelapa yang lebih besar lagi. Karena limbah sabut kelapa mempunyai kadar senyawa volatil sebesar 68% sedangkan *bottom ash* sebesar 4% menyebabkan briket *bottom ash* – limbah sabut kelapa mempunyai nilai diantara dua nilai tersebut. Senyawa volatil diperlukan karena selama proses pembakaran senyawa-senyawa inilah yang

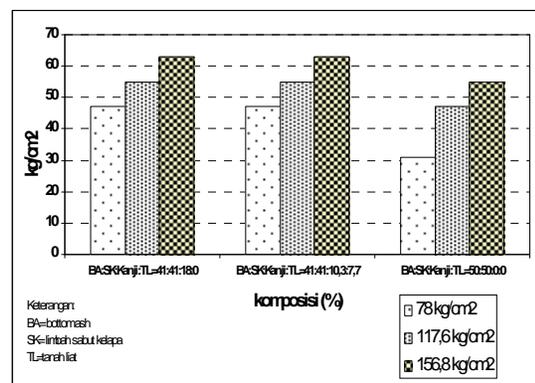
pertama kali terbakar menghasilkan kalori. Tingginya kandungan senyawa volatil akan mempercepat proses pembakaran dengan suhu rendah. Umumnya kadar senyawa volatil dalam batu bara <20% (5).



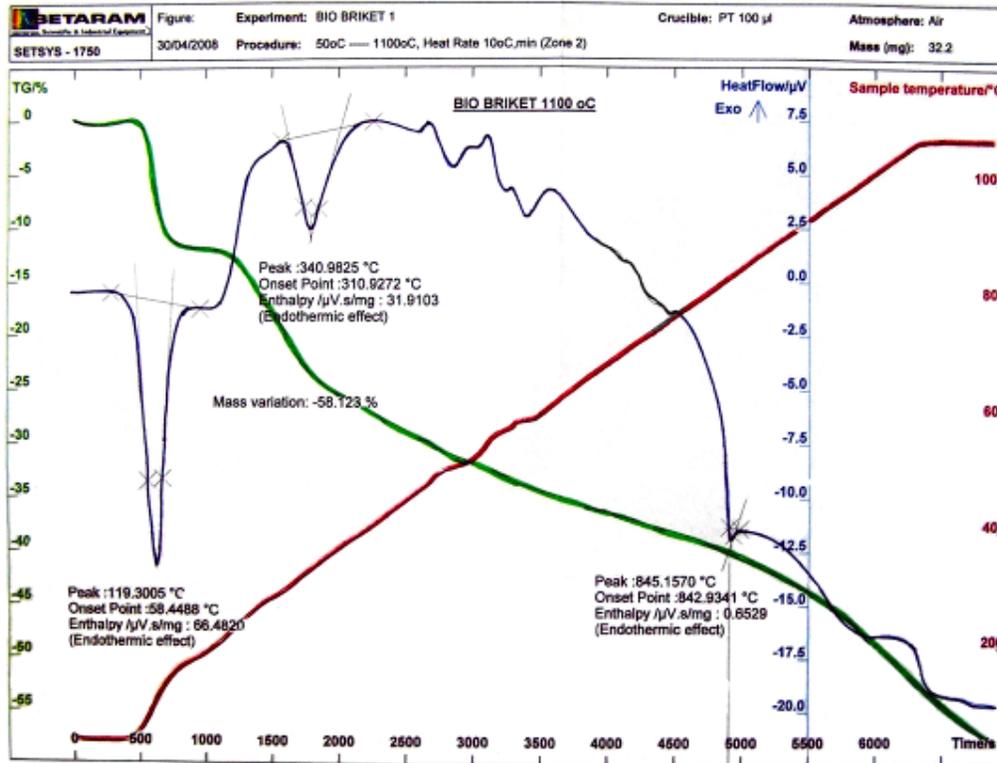
**Gambar 8. Nilai Kalor, Kadar Abu dan Kadar Air Briket Dengan Berbagai Komposisi**

Karena dalam *bottom ash* mengandung kadar abu yang cukup tinggi (52%), hal ini memerlukan pertimbangan tersendiri dalam proses pemanfaatan limbah jenis ini. Dari gambar 3 dapat dilihat campuran yang memberikan nilai abu terendah adalah campuran formula 1 dan 3. Hal ini terjadi karena sabut kelapa mempunyai kadar abu yang kecil yaitu sekitar 3%. Sedangkan pada formula 2 kadar abu yang dihasilkan cukup tinggi yang dikarenakan komposisi tanah liat mempunyai kadar senyawa anorganik yang tinggi.

Walaupun briket formula 3 mempunyai kadar abu yang masih cukup tinggi yaitu sebesar 24% dibandingkan dengan batu bara yang umumnya berkisar antara 5-15%, akan tetapi karena sifatnya yang mudah untuk dibakar, diharapkan dapat menghasilkan efisiensi pembakaran yang tinggi, sehingga kadar karbon dalam abu nantinya dapat seminimal mungkin, yang pada akhirnya abu dengan kandungan karbon yang sedikit dapat digunakan untuk bahan pembuat semen atau bahan bangunan lainnya.



**Gambar 9. Sifat Kuat Tekan Briket pada Berbagai Komposisi**



**Gambar 10. Hasil Analisis Termal Bio-Briket (Limbah Sabut:Bottom Ash=1:1) Menggunakan DSC/TGA**

Pada percobaan awal, telah dilakukan uji coba pembuatan briket dari *bottom ash* tanpa campuran apapun. Hasilnya walaupun diberikan tekanan yang besarnya mencapai  $400 \text{ kg/cm}^2$  briket akan hancur kembali tanpa ada kekuatan. Karena sifat sabut kelapa mengandung senyawa lignin yang juga berpotensi untuk dijadikan adhesive, pemberian limbah sabut kelapa dalam campuran briket *bottom ash* sekaligus berfungsi sebagai perekat sehingga memberikan sifat kuat tekan yang baik. Lignin dapat berperan membentuk ikatan antara *interface* padatan-cairan dan juga membantu ikatan kohesi antar padatan, yaitu pada tekanan yang cukup tinggi sifat lignin lebih lunak sehingga membentuk lapisan adsorpsi dengan bagian padatan (6). Tekanan ini akan meningkatkan area kontak yang menimbulkan gaya molekul sehingga dapat meningkatkan kekuatan antar ikatan (6)

Dari hasil uji kuat tekan dapat terlihat makin tinggi campuran sabut kelapa dalam briket tidak menjamin akan memberikan kuat tekan yang semakin baik. Pada formulasi sabut : *bottom ash* = 1:1, dengan tekanan  $156,8 \text{ kg/cm}^2$  dapat memberikan kuat tekan  $55 \text{ kg/cm}^2$ .

Kekuatan tekan dalam uji coba ini dilakukan sampai briket berubah dimensi lebih dari 50%, pemberian tekanan selanjutnya tidak menyebabkan briket hancur melainkan briket hanya menjadi pipih dengan ikatan yang disebabkan adanya sabut kelapa masih terlihat baik. Dengan kata lain briket campuran *bottom ash* dengan sabut kelapa ini tidak bersifat rapuh/kaku

melainkan mempunyai sifat elastisitas yang baik. Sifat ini memberikan keuntungan tersendiri dalam penggunaan briket jenis ini.

#### Analisis Termal

Kurva DSC/TGA menunjukkan adanya perubahan massa dan entalpi pada beberapa zona temperatur. Terjadi pengurangan massa sebesar kurang lebih 12% (kurva TGA) bersamaan dengan terjadinya proses endoterm yang ditunjukkan oleh puncak pada kurva DSC pada jarak temperatur sekitar  $100\text{-}200^\circ\text{C}$ . Pengurangan massa ini disebabkan oleh lepasnya uap air dan sejumlah senyawa organik yang dapat menguap pada temperatur tersebut. Berdasarkan survey literatur oleh Browne (1958) terhadap proses pirolisis kayu pada temperatur sekitar  $200^\circ\text{C}$  terjadi pelepasan uap air, sejumlah  $\text{CO}_2$ , asam formiat dan senyawa keton. Selanjutnya pada zona temperatur sekitar  $300\text{-}600^\circ\text{C}$  laju pengurangan massa bertambah besar yang disebabkan oleh hilangnya senyawa volatil (yang mudah menguap). Pada umumnya produk yang berada pada zona  $280\text{-}500^\circ\text{C}$  mempunyai sifat *combustible* (mudah terbakar) (7). Pada zona ini terdapat reaksi endotermik (temperatur  $280\text{-}360^\circ\text{C}$ ,  $500\text{-}550^\circ\text{C}$  dan  $550\text{-}600^\circ\text{C}$ ) dan eksotermik (puncak kecil pada suhu sekitar  $500^\circ\text{C}$ ) sebagai reaksi terhadap panas dari senyawa-senyawa volatile lainnya. Senyawa yang bersifat eksoterm diantaranya adalah senyawa lignin (7).

Di atas temperatur  $600^\circ\text{C}$  laju pengurangan

massa berkurang, pada tahap ini terjadi reaksi lanjutan dari zona-zona sebelumnya. Karena di samping factor temperatur, diperlukan juga waktu untuk terjadinya proses pembakaran yang sempurna. Umumnya senyawa volatil akan habis pada temperatur sekitar 800°C. Pada kurva TGA terlihat pengurangan massa total sampai pemanasan 700-800°C mendekati 40%. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan dari karakteristik *bottom ash* dan limbah sabut kelapa (Tabel 1) mempunyai nilai volatil berturut-turut 4% dan 68%. Dengan perbandingan masing-masing bahan baku 1:1 senyawa volatil yang dikandung oleh briket adalah sebesar kurang lebih 36%.

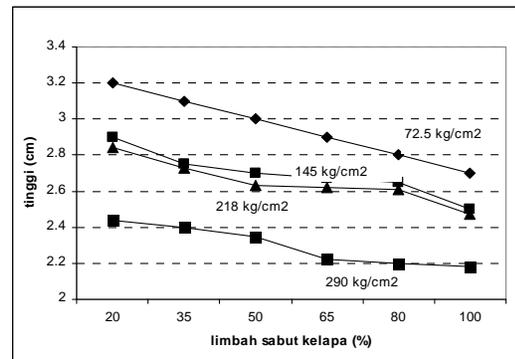
Temperatur 800°C, terlihat pengurangan massa belum berhenti bahkan sampai mencapai 1100°C. Hal ini menunjukkan sisa karbon belum terbakar (fix karbon) semua. Sisa karbon yang dikandung briket sebesar 28% (berdasarkan perhitungan Tabel 1). Walaupun sebetulnya proses pembakaran karbon tidak memerlukan temperatur sampai sedemikian tinggi. Hal ini di dukung dengan data TGA dengan range temperatur 50-900°C (data tidak ditampilkan) yaitu ketika temperatur ditahan selama 10 menit pada 900°C kurva TGA masih terus turun. Artinya yang memegang peranan pada proses pembakaran sisa karbon ini adalah temperatur dan waktu. Tahap oksidasi arang memerlukan waktu 70-80% waktu pembakaran (5). Percobaan terpisah menggunakan pembakaran sistem tungku sampai temperatur 750°C selama 2 jam menghasilkan residu yang tidak terbakar sebanyak 24% atau hampir sama dengan kandungan abu briket menurut perhitungan dari Tabel 1. Dengan kata lain karbon yang ada sudah terbakar habis. Hal ini membuktikan sisa karbon dapat terbakar habis pada temperatur 750°C. Di samping itu pengaturan aliran udara (oksigen) memegang peranan penting dalam proses pembakaran. Alat TGA/DSC ini menggunakan aliran udara konstan yang besarnya tidak dapat diubah, sehingga belum terbakarnya sisa karbon pada briket dapat dikarenakan kurangnya aliran udara dan waktu yang diperlukan.

Terjadinya pembakaran pada suhu tinggi di atas 500°C akan menguntungkan bila briket ini akan digunakan pada mesin *boiler*, yaitu diharapkan dapat mempertahankan temperatur tinggi sesuai yang diperlukan dalam proses. Umumnya *boiler* di industri tekstil memerlukan temperatur antara 500 sampai 900°C untuk menghasilkan uap yang diperlukan oleh proses tekstil. Temperatur di atas 900°C tidak diinginkan karena dapat mengasikkan kerak (*scale*) pada dinding *boiler* yang sulit dihilangkan akibat mulai melelehnya senyawa anorganik (oksida silika, kalsium dll) yang selanjutnya dapat mengurangi efisiensi *boiler*.

### Karakteristik dimensi

Kendala utama yang dihadapi dalam penggunaan biomassa sebagai energi adalah sifatnya yang *bulky* sehingga biaya pengangkutan menjadi mahal. Karakteristik dimensi diperlukan untuk

menghitung berat jenis briket. Selanjutnya informasi ini bermanfaat untuk menghitung biaya transportasi yang diperlukan.



**Gambar 11. Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Tekanan terhadap Dimensi Briket**

Pada gambar 5 terlihat bahwa pada penggunaan tekanan yang rendah yaitu 72,5 kg/cm<sup>2</sup>, kurva komposisi limbah sabut kelapa (%) terhadap dimensi (tinggi, cm) menunjukkan garis yang linear. Makin tinggi tekanan yang digunakan kurva cenderung berubah menjadi parabola. Pada komposisi limbah sabut kelapa : *bottom ash* = 50:50 terlihat pengurangan dimensi sebanyak kurang lebih 23% apabila tekanan ditambah menjadi 290 kg/cm<sup>2</sup> dari 72,5 kg/cm<sup>2</sup>.

### Potensi Pencemaran Udara

**Tabel 3. Analisis Ultimat Limbah Sabut Kelapa**

Parameter	Limbah sabut kelapa (hasil analisis)	Maksimum Potensi Pencemaran (perhitungan)	Faktor Emisi(g/kg Untuk tanaman pertanian <sup>*)</sup>
Karbon (%)	40,4	1480 g/kg sebagai CO <sub>2</sub>	
Hydrogen (%)	6,72		
Nitrogen (%)	0,28	10,7 g/kg sebagai NO <sub>2</sub>	0,25-1 g/kg sebagai NO <sub>x</sub>
Total Sulfur (%)	0,12	2,4 g/kg sebagai SO <sub>2</sub>	0,03 g/kg sebagai SO <sub>x</sub>
Oksigen (%)	46,5		

(\*) sumber: \_\_\_\_\_, "Emission Factors Programme – Review of Residential & Small Scale Commercial Combustion Sources", Report to the Department Environment Food & Rural Affairs; The National Assembly of Wales, And the Department of Environment", Northern Island, 2003

Dari Tabel terlihat bahwa gas CO<sub>2</sub> yang dapat dihasilkan dari pembakaran sempurna sabut kelapa sebesar 1480 g/kg. Akan tetapi karena limbah sabut kelapa termasuk biomassa, sehingga diperkirakan kontribusi pencemaran terhadap naiknya konsentrasi CO<sub>2</sub> termasuk kecil karena dalam pertumbuhannya tanaman selalu memerlukan gas CO<sub>2</sub>. Bila dibandingkan kadar Sulfur pada

limbah sabut kelapa sebesar 0,12% dan *bottom ash* 0,46% (Tabel 1), *bottom ash* memberikan potensi pencemaran SO<sub>2</sub> kurang lebih 4x lipat dari pada potensi pencemaran SO<sub>2</sub> yang ditimbulkan limbah sabut kelapa.

Walaupun potensi pencemaran untuk masing-masing gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> terlihat cukup besar, akan tetapi pada kenyataannya masing-masing unsur mempunyai apa yang dinamakan *emission factor* atau faktor emisi yang bergantung kepada jenis bahan bakar, kandungan unsur polutan di dalam bahan bakar dan bagaimana sistem pembakaran yang dilakukannya. Untuk biomassa dari pertanian mempunyai faktor emisi NO<sub>x</sub> sebesar 0,25-1 g/kg yaitu bila menggunakan *boiler* komersial. Sedangkan faktor emisi SO<sub>x</sub> sebesar 0,03 g/kg untuk *boiler* komersial yang kecil, dan nilai ini menunjukkan potensi pencemaran yang jauh lebih kecil daripada hasil perhitungan (Tabel 3). Faktor emisi ditentukan berdasarkan jenis bahan bakar, efisiensi pembakaran, jenis sistem pembakaran atau pun karena sebagian unsur-unsur S, N dan lain-lain masih berada dalam ash/abu sisa pembakaran (3).

#### Kemungkinan diterapkan di industri

Berhubung limbah *bottom ash* ini diambil dari salah satu industri tekstil dengan ketersediaan yang banyak ( $\pm 1,5-1,7$  ton/hari), dan memiliki nilai kalori yang cukup tinggi, sehingga apabila permasalahan yang dikarenakan oleh ukuran butir *bottom ash* yang selama ini menjadi masalah disamping rendahnya daya ikat antara partikel *bottom ash* untuk dijadikan briket dapat diatasi dengan pencampuran bahan biomassa yang mempunyai kalori yang tinggi dan sifat adesif yang baik, maka produk bio briket kemungkinan dapat diterapkan di Industri terutama industri yang menghasilkan jenis *bottom ash* yang sesuai dengan penelitian ini. Sabut kelapa saat ini menjadi *by-product* yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pada penelitian ini sabut kelapa diambil dari industri pengurai sabut kelapa dengan kapasitas sabut kelapa dan coco dust sebanyak 0,5 + 0,5 ton/hari. Sehingga ketersediaan bahan bio briket dalam penelitian ini bukan merupakan kendala.

Hal yang perlu ditindak lanjuti adalah mencoba penggunaan briket ini di industri sebagai bahan bakar terutama untuk *boiler* dengan sistem *stoker combustion* dan dilihat efisiensi pembakaran dan suhu pembakaran yang dihasilkan

#### KESIMPULAN

1. *Bottom ash* yang mempunyai nilai kalori yang masih tinggi (>3000 kal/g) berpotensi untuk dibuat briket.

2. Masalah ikatan antar partikel *bottom ash* dalam briket dapat diatasi dengan penambahan biomassa dalam hal ini sabut kelapa yang mempunyai nilai kalori yang tinggi dan mempunyai sifat adesif yang baik.
3. Penggunaan kanji dan tanah liat yang umum digunakan dalam pembuatan briket batu bara, tidak diperlukan dalam penelitian ini karena sifat adesif sudah dimiliki oleh limbah sabut kelapa
4. Penelitian ini menghasilkan bio-briket dengan komposisi *bottom ash* : sabut kelapa = 1 : 1 dengan nilai kalor 3735 kal/g dan dengan tekanan 156,8 kg/cm<sup>2</sup> dapat memberikan kuat tekan 55 kg/cm<sup>2</sup>.

#### SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menaikkan nilai kalorinya karena nilai kalori batu bara yang dipakai sebagai bahan bakar adalah 5000 – 6000 kal/g dan kuat tekannya minimum 60 kg/cm<sup>2</sup> sehingga dapat digunakan di industri

#### DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa, Departemen Perkebunan 2004
2. \_\_\_\_\_, "Emission Factors Programme – Review of Residential & Small Scale Commercial Combustion Sources", Report to the Department Environment Food & Rural Affairs; The National Assembly of Wales, And the Department of Environment", Northern Island, 2003.
3. \_\_\_\_\_, "What is an Emission Inventory", Prime Station Corp, Japan, 2003)
4. Agus Sugiyono, Peneliti BPPT, Teknologi Daur Kombinasi Gasifikasi Batubara terintegrasi
5. Sulistiyanto, A., Media Mesin, Vol 7, No. 2, Juli 2006, 77-84
6. Grover, P. D. And Mishra, S.K., "Biomass Briquetting: Technology and Practices", Regional Wood Energy Development Programme in Asia GCP/RAS/154/NET, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, April 1996
7. Nyahoro, P.K., "Effects of Air Distribution on Pollutant Emission and Flame Characteristics of Open Buoyant Wood Combustion", A dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University, Nairobi, 2006
8. Sinta Rismayani, Wiwin Winiati, Indarto, Bambang Ariwahjoedi, "Pemanfaatan Limbah *Bottom ash* sebagai Adsorben Limbah Zat Warna Industri Tekstil", Jurnal Riset Industri, vol.1, No. 3, Desember 2007