

Pengolahan Limbah Kulit Kemiri Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif

Effendy Arif

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Kampus Tamalanrea, Makassar 90245
E-mail: effendy.arif@yahoo.com

Daud Patabang

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako
Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu
E-mail: daud.patabang@yahoo.com

Abstrak

Kajian tentang limbah biomassa hasil pertanian (antara lain: sekam padi, tempurung kulit kelapa, tempurung kelapa sawit) telah banyak dilakukan, sedangkan limbah kulit kemiri masih sangat sedikit pengkajiannya untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Produksi kemiri hasil perkebunan rakyat Indonesia 104.600 ton (data statistik Indonesia 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah kulit kemiri menjadi briket arang kulit kemiri dengan berbagai bentuk dan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk menentukan: komposisi kimianya, sifat-sifat thermal, dan sifat-sifat fisiknya. Penelitian laboratorium ini membuat briket dari bubuk arang kulit kemiri berukuran 40-60 mesh yang dicetak dengan tekanan 2.2 MPa dan menghasilkan tiga bentuk briket, yaitu: kotak, silinder pejal, dan sarang tawon.

Hasil uji komposisi kimia dengan analisis ultimasi: C 63.96%, N₂ 0.077%, S 0.08%, O₂ 19.09%, dan H₂ 4.39%. Hasil uji sifat thermal dengan analisis proksimasi menghasilkan: moisture 5.27%, volatile matters 27.08%, ash 6.99%, fixed carbon 60.66%, dan nilai kalor atas 5943 kcal/kg. Hasil uji sifat fisik berupa kuat tekan briket adalah 3,908 sampai 4,074 kg/cm² dan kerapatananya adalah 0,85 sampai 1,005 g/cm². Hasil pengujian menunjukkan bahwa briket arang kulit kemiri ini secara umum memenuhi berbagai standar briket yang ada, namun nilainya sedikit lebih rendah dari nilai standar minimum (6000 kcal/kg).

Kata kunci: briket arang kulit kemiri, komposisi kimia, nilai kalor, sifat thermal, sifat fisik .

PENDAHULUAN

Kebutuhan dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat dan terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak bumi yang jumlahnya terbatas dan harganya semakin meningkat. Pada sisi lain terdapat bahan bakar alternatif yang bersumber dari biomassa yang jumlahnya cukup mamadai. Bahan bakar biomassa bersumber dari aktivitas pertanian dan perkebunan. Salah satu limbah hasil aktivitas perkebunan yang belum banyak dikaji adalah kulit kemiri. Data Statistik Indonesia tahun 2005 didapatkan produksi kemiri perkebunan rakyat 104.600 ton. Jika 65% dari produksi kemiri tersebut merupakan kulit keras maka ada sekitar 67.990 ton limbah kulit kemiri. Potensi ini cukup besar untuk dijadikan bahan bakar biomassa sebagai salahsatu bahan bakar alternatif.

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah kulit kemiri menjadi briket arang kulit kemiri dengan berbagai bentuk dan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk menentukan: komposisi kimia, sifat-sifat thermal, dan sifat-sifat fisiknya.

Manfaat hasil penelitian

Dengan diketahuinya komposisi kimia, sifat-sifat termal dan sifat-sifat fisik briket arang kulit kemiri, maka akan memberikan kontribusi ilmiah tentang karakteristik briket arang kulit kemiri dan

potensi energi yang terkandung didalamnya, sehingga kulit kemiri tidak dapat dipandang sebagai limbah, melainkan dapat dimanfaatkan sebagai salahsatu sumber energi alternatif.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang kulit kemiri yang dijadikan briket untuk menjadi bahan bakar alternatif saat ini belum banyak dilakukan, oleh karena itu maka acuan pembuatan briket dilakukan dengan mengacu pada pembuatan briket secara umum.

Menurut Abdullah *et all* (1991) pembriketan pada dasarnya densifikasi atau pemampatan bahan baku yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan sehingga memudahkan penanganannya.

Menurut supratono *et all* (1995) briket arang dapat dibuat dengan dua cara yaitu dengan membuat arang kemudian dihaluskan dan selanjutnya dibuat briket, dan atau dengan membentuk briket dengan cara memampatkan dan diarangkan.

Menurut Bhattacharya *et all* (1985) dan Kirana (1995), bahan baku pembuatan briket arang yang baik adalah partikel arangnya yang mempunyai ukuran 40-60 mesh. Ukuran partikel yang terlalu besar akan sukar dilakukan perekatan, sehingga mempengaruhi keteguhan tekanan yang diberikan.

Proses pembuatan briket arang memerlukan perekatan yang bertujuan untuk mengikat partikel-partikel arang sehingga menjadi kompak. Menurut Hartoyo *et all* (1990) bahan perekat yang baik digunakan untuk pembuatan briket arang adalah pati, dekstrin dan tepung tapioka, karena menghasilkan briket arang yang tidak berasap pada saat pembakaran dan tahan lama.

Tekanan pemampatan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah bahan perekat dicampurkan dan tekanan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir membagi diri ke permukaan bahan. Pada saat yang bersamaan dengan terjadinya aliran maka perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkenan perekat, (Kirana, 1985).

Haryono *et all* (1978), menyatakan bahwa pada umumnya semakin tinggi tekanan yang diberikan akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi.

Beberapa faktor yang dijadikan standar briket arang menurut Emiwati(1997) antara lain : Kadar air (moisture), kadar abu (ash),volatile matters,fixed carbon, densitas/kerapatan, kuat tekan , dan nilai kalor HHV.

Beberapa negara memberikan standar mutu briket arang seperti pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1: Standar mutu briket arang

Sifat-sifat	Standar mutu				
	Komersial ¹⁾	Impor ²⁾	Jepang ³⁾	Inggris ³⁾	USA ³⁾
Moisture, %	7,75	6 - 8	6 - 8	3 - 4	6
Ash, %	5,51	3 - 6	3 - 6	8 - 10	18
Volatile matters,%	13,14	15 - 30	15 - 30	16	19
Fixed carbon, %	78,35	60 - 80	60 - 80	75	58
Kerapatan, g/cm ³	0,4407		1 - 2	0,84	1
Kekuatan tekan, kg/cm ²	-	-	60	12,7	62
Nilai kalor, kcal/kg	6814,11	6000 - 7000	6000 - 7000	7300	6500

Sumber : ¹⁾ Pari *et all* (1990), ²⁾ Sudrajat (1982), ³⁾ Kirana (1995)

PROSEDUR PENELITIAN

1. Pembuatan briket arang kulit kemiri

a) Identifikasi bahan kulit kemiri

- Kulit kemiri diambil dari Camba Kabupaten Maros Propinsi Sulawesi Selatan

- Kulit kemiri yang dipakai berasal dari buah kemiri yang telah tua (warna kulit kemiri coklat kehitaman)
- Kekerasan Brinnel rata-rata kulit kemiri, HB = 11,04 kg/mm²

b) **Proses pembuatan arang kulit kemiri**

- Kulit kemiri dicuci dengan air untuk membersihkan kotoran yang menempel pada kulit kemiri.
- Kulit kemiri dikeringkan dibawah sinar matahari.
- Kulit kemiri dibakar di dalam drum karbonasi dengan memasukkan kulit kemiri sedikit demi sedikit.
- Nyala api yang membakar kulit kemiri selalu ditutupi dengan menambahkan kulit kemiri, dimaksudkan agar kulit kemiri tidak terbakar secara sempurna.
- Setelah seluruh kulit kemiri dimasukkan ke dalam drum karbonasi, maka drum karbonasi ditutup, agar tidak terjadi nyala api dalam tungku karbonasi.
- Setelah kulit kemiri terkarbonasi, maka didinginkan selama 12 jam, kemudian arang kulit kemiri dikeluarkan dari drum karbonasi.

c) **Proses pembuatan briket arang kulit kemiri**

- Arang kulit kemiri yang diperoleh dari drum karbonasi dimasukkan ke dalam mesin penghancur arang untuk digiling menjadi bubuk arang dengan ukuran 40-60 mesh (0,420 – 0,250) mm.
- Bubuk arang yang dihasilkan dimasukkan ke dalam mesin pencampur untuk dicampur dengan menambahkan tepung tapioka 7% dari bobot arang kulit kemiri, tanah liat 5 % dari bobot arang kulit kemiri dan air panas 70°C sebanyak 10 % dari bobot arang kulit kemiri.
- Setelah bubuk arang kulit kemiri, tepung tapioka, tanah liat dan air panas tercampur dengan baik di dalam mesin pencampur, maka adonan tersebut dikeluarkan dan selanjutnya dilakukan pencetakan briket.
- Briket dicetak dengan tekanan 2,2 Mpa ke dalam tiga bentuk yaitu, briket bentuk kotak, silinder pejal dan sarang tawon.

2. Analisis ultimasi

a) **Pengukuran Sulfur total (dilakukan di Laboratorium Sucofindo Makassar)**

Pengukuran sulfur total dilakukan dengan menggunakan furnace suhu tinggi, dengan membakar sampel di dalam furnace dan hasil pembakaran diperangkap di dalam botol penyerap kemudian dititrasi dengan natrium borat 0,5N.

Perhitungan:

$$\text{Sulfur total (\%)} = \frac{1,604[V \times N]}{m}$$

Dimana :

m adalah berat sampel, g

V adalah volume larutan natrium borat yang digunakan titrasi, ml

N adalah konsentrasi natrium borat dalam normalitas

b) **Pengukuran Carbon total (dilakukan di Laboratorium Kimia analitik Universitas Tadulako)**

Penentuan kadar carbon total dilakukan melalui pengukuran carbon organik ditambahkan dengan hasil pengukuran fixed carbon.

Pengukuran carbon organik digunakan metode Walkey & Black.

Perhitungan :

Reaksi stoikiometrik ditunjukkan bahwa 10 meq $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = 10 meq C = 30 mg C.

Jika a ml FeSO₄ ditambahkan ke dalam blanko dan b ml FeSO₄ dimasukkan ke dalam sample, maka beda titrasi = a-b dan bersesuaian dengan $\frac{30 \times (a-b)}{a} mg C$

Selanjutnya jika sampel diambil sebanyak p gram maka kandungan karbon organik menjadi :

$$\frac{30 \times (a-b) \times 100\%}{a \times p \times 1000} \quad \text{atau} \quad \% C \text{ organik} = \frac{3(a-b)}{a \times p}$$

Kandungan carbon total dalam briket, C = C_{organik} + FC

- c) **Pengukuran Nitrogen total** (dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Tadulako).

Penentuan nitrogen total mengacu kepada modifikasi Kjeldahl.

Nitrogen di dalam sampel dikonversi ke ammonium (NH₄⁺) yang diencerkan dengan konsentrasi H₂SO₄ dalam asam salisilik dan campuran katalis. NH₃ diperoleh sesudah destilasi uap dengan menangkap kelebihan asam borat yang dititrasi dengan HCl.

Perhitungan :

Jika n ml dari 0,1 N HCl digunakan dan sample diambil sebanyak p gram, maka konsentrasi Nitrogen total di dalam sample diperoleh dengan persamaan :

$$mg N/kg dry matter = \frac{n \times 0,1 \times 14 \times 1000}{p}$$

- d) **Pengukuran Hidrogen dan Oksigen** (dilakukan di Laboratorium Sucofindo Sangatta Kalimantan Timur).

2. Analisis proksimasi (dilakukan di Laboratorium pengujian Sucofindo Makassar)

Standar pengujian digunakan standar ASTM untuk sampel batubara, dengan alasan bahwa briket arang kulit kemiri adalah bahan bakar padat, sama seperti batubara.

- a) **Nilai kalor**

Pengukuran nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter PARR 1261

Perhitungan:

Nilai kalor contoh briket dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalor HHV (cal/g)} = \frac{[(\Delta t) \times EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - e_s$$

Dimana :

Δt adalah kenaikan suhu pembakaran di dalam bom kalorimeter(°C)

EEV adalah energi ekivalen saat terjadi pembakaran (cal/°C)

e_1 adalah koreksi panas karena pembentukan asam (cal)

e_2 adalah koreksi panas pembakaran dari kawat pembakar (cal)

e_s adalah koreksi sulfur yang ada dalam bahan bakar (cal/g)

m adalah berat contoh (g)

- b) **Pengukuran moisture**

Pengukuran kandungan moisture dilakukan dengan memanaskan sampel di dalam muffle furnace pada suhu 105 °C, selama 1 jam, kemudian didinginkan selama 10 menit di dalam desikator, selanjutnya ditimbang beratnya.

Perhitungan :

$$\text{Moisture} = \left[\frac{(A-D)}{C} \right] \times 100 \%$$

Dimana :

- A adalah berat sampel dengan cawan
- C adalah berat sampel yaitu (A-B), dimana B adalah berat cawan
- D adalah berat cawan dengan residu

c) **Volatile matters (VM)**

Volatile matters diukur dengan memanaskan sampel di dalam furnace pada suhu 815 °C selama 7 menit, selanjutnya sampel tersebut dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang kembali.

Perhitungan :

$$\text{Volatile matters (\%)} = \left[\frac{(A-D)}{C} \right] \times 100 \% - F (\%)$$

Dimana :

- A adalah berat sampel dan cawan (g)
- C = A-B
- B adalah berat cawan (g)
- D adalah berat cawan dan residu (g)
- F adalah moisture dalam analisis sampel (%)

d) **Abu (Ash)**

Kadar ash diukur dengan memanaskan sample di dalam muffle furnace dimulai dari suhu rendah, kemudian dinaikkan sampai 250 °C sampai 500 °C selama 30 menit, kemudian dari 500 °C sampai 815 °C selama 60 menit, selanjutnya sampel dinginkan selama 10 menit kemudian masukkan ke dalam desikator, dan sesudah itu massanya ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu (Ash) \%} = \frac{F}{C} \times 100 \%$$

Dimana :

- B berat cawan dan tutup (g)
- A berat cawan dan tutup dan sampel (g)
- D berat cawan dan tutup dan residu (g)
- C berat sampel = (A-B)
- F berat residu = (D-E)

e) **Fixed carbon (FC)**

Fixed carbon dihitung dari 100 % dikurangi dengan kadar air lembab (moisture) dikurangi kadar abu, dikurangi kadar sat terbang (volatile matters)

$$FC (\%) = 100 \% - (\text{moisture} + \text{kadar abu} + \text{volatile matters}) \%$$

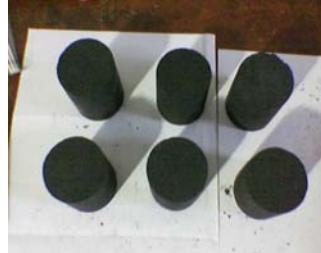
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pembuatan briket

Briket yang dibuat dengan tekanan 2,2 Mpa dicetak dalam 3 bentuk seperti foto di bawah ini:



Briket bentuk kotak tawon



Briket bentuk silinder pejal



Briket bentuk sarang

B. Hasil uji analisis ultimasi,

1. Carbon, C = 63,96 % berat
2. Nitrogen, N₂ = 0,0766 % berat
3. Sulfur, S = 0,08 % berat
4. Oksigen, O₂ = 19,09 % berat
5. Hidrogen, H₂ = 4,39 % berat

C. Hasil uji analisis proksimasi,

1. Moisture, M = 5,27 % berat
2. Volatile Matters, VM = 27,08 % berat
3. Ash, A = 6,99 % berat
4. Fixed Carbon, FC = 60,66 % berat
5. Nilai kalor atas, HHV = 5943 kcal/kg = 10697.4 Btu/lb

Dari hasil uji analisis proksimasi briket tersebut di atas diperoleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Moisture (kadar air),

Kandungan moisture dalam briket memenuhi standar briket komersial, briket impor, briket Jepang dan briket USA, kecuali standar briket Inggris.

Kandungan moisture berhubungan dengan penyalaan awal bahan bakar, makin tinggi moisture makin sulit penyalaan bahan bakar tersebut karena diperlukan energi untuk menguapkan moisture dari bahan bakar.

2. Ash (kadar abu),

Kandungan ash dalam briket memenuhi standar briket Inggris dan USA, kecuali standar briket komersial, standar briket impor dan standar briket Jepang.

Ash di dalam bahan bakar padat merupakan residu hasil pembakaran.

3. Volatile matters,

Kandungan volatile matters dalam briket memenuhi briket impor, dan briket Jepang, kecuali standar briket komersial, briket Inggris dan standar briket USA.

Volatile matters dalam bahan bakar berfungsi untuk stabilisasi nyala dan percepatan pembakaran arang.

4. Fixed carbon,

Kandungan fixed carbon di dalam briket memenuhi standar briket impor, briket Inggris dan briket USA, kecuali standar briket komersial, dan standar briket Inggris.

Kandungan fixed carbon berkorelasi langsung dengan nilai kalor, makin tinggi fixed carbon makin tinggi nilai kalor bahan bakar tersebut .

5. Nilai kalor, HHV

Nilai kalor briket sedikit lebih rendah dari standar briket (0,95 % dari standar nilai kalor minimum briket) yaitu 6000 kcal/kg. Jika dibandingkan dengan nilai kalor batubara, maka

briket arang kulit kemiri sedikit lebih tinggi dari nilai kalor batubara sub bituminous (5628 kcal/kg).

Dari data Statistik Indonesia tahun 2005 diperoleh produksi kemiri perkebunan rakyat 104.600 ton. Karena biji kemiri terdiri atas kulit kemiri 65 % berat dan daging isi 35 % berat (Paimin, 1997), maka dari produksi kemiri ini diperoleh limbah kulit kemiri 67.900 ton. Apabila limbah kulit kemiri tersebut dibuat menjadi arang kulit kemiri dan selanjutnya dibuat briket (kulit kemiri dibuat briket arang mengalami reduksi berat 45,7%) maka diperoleh energi sekitar 918.438 GJ.

D. Hasil uji sifat fisik briket

1. Hasil uji kuat tekan briket :

$$\begin{aligned}\text{Briket bentuk kotak;} \quad P_{\max} &= 0,03833 \text{ kN/cm}^2 = 3,908 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{Briket bentuk silinder pejal;} \quad P_{\max} &= 0,04214 \text{ kN/cm}^2 = 4,295 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{Briket bentuk sarang tawon;} \quad P_{\max} &= 0,03997 \text{ kN/cm}^2 = 4,074 \text{ kN/cm}^2\end{aligned}$$

2. Hasil uji kerapatan briket:

$$\begin{aligned}\text{Briket bentuk kotak;} \quad \rho &= 0,850 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Briket bentuk silinder pejal;} \quad \rho &= 0,966 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Briket bentuk sarang tawon;} \quad \rho &= 1,005 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Kuat tekan dan kerapatan briket merupakan sifat fisik briket yang berhubungan dengan kekuatan briket untuk menahan perubahan bentuk. Sifat fisik briket ini masuk ke dalam standar briket yang ada.

KESIMPULAN

1. Hasil uji komposisi kimia melalui analisis ultimasi diperoleh data: Carbon, C 63,96 %, Nitrogen, N₂ 0,0766 %, Sulfur, S 0,08 %, Hidrogen, H₂ 4,39 % dan Oksigen O₂ 19,09 %.
2. Hasil uji sifat-sifat termal melalui analisis proksimasi diperoleh data: Moisture, M 5,27 %, Volatile Matters, VM 27,08 %, Ash, A 6,99 %, Fixed Carbon, FC = 60,66 %, Nilai kalor atas, HHV = 5943 kcal/kg = 10697.4 Btu/lb.
3. Hasil uji sifat-sifat fisik diperoleh data: kerapatan briket 0,85 sampai dengan 1,005 g/cm³ dan kuat tekan briket antara 3,908 sampai dengan 4,295 kg/cm².
4. Secara umum briket arang kulit kemiri masuk dalam standar briket yang ada, kecuali nilai kalor sedikit lebih rendah dari satndar briket yang ada 6000 kcal/kg.

DAFTAR PUSTAKA

Babcock & Wilcox, 1992., *Steam in generation and use*, Ed.40th,printed in the United States of America

Badan Pusat Statistik, 1986., *Statistik Indonesia 2005/2006*, BPS, Jakarta-Indonesia

Bhattacharya,S.C., G.Y.Shaunier, N.Islam, 1985. *Densification of Biomassa Residues in: Bioenergy 84*. Vol.III H.Egneus and Ellegard (ed), Elsevier London

Bossel, U, 1985. *Production and marketing of briquettized and palletized solid biomass fuel in : Bioenergy*. Vol.III H.Egneus and Ellegard (ed), Elsevier London

El-Wakil,M.M, 1982, *Powerplant Technology*, 2nd printing, McGraw-Hill Book Company

Laboratory of Analytical and Agrochemistry State University, 1982, *Chemical Analysis of Plants and Soils*, Ghent Belgium

Heryansyah Ika, 2005. *Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa di Indonesia*, Inovasi Online, Edisi Volume 5/XVII/November 2005, online, diakses 28 Agustus 2006

Kementerian Negara Riset dan Teknologi, @ 2004 ristek.go.id.htm, online, diakses 25 Agustus 2006

Mahfud H Farhad. 2005. *Bahan Bakar Alternatif Berbasis Biomassa*, Kompas Rabu, 19 oktober 2005.htm, online, diakses 28 Agustus 2006.

Mursalim, Waris Abdul, 2004, *Pemanfaatan kulit buah kakao sebagai briket arang*, Laporan penerapan Ipteks Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat, Universitas Hasanuddin.

Nurrahman Zeily, 2006. *Ubah Biomassa Menjadi Bahan Bakar*. <http://www.energi.lipi.go.id>. online, diakses 25 Agustus 2005