

Pengolahan Limbah Kulit Jambu Mente Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif

Effendy Arif

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

Inong Oskar dan Yosef Pallangan

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas AtmaJaya
Makassar

Abstrak

Kajian tentang limbah biomassa hasil pertanian (antara lain: sekam padi, tempurung kulit kelapa, tempurung kelapa sawit) telah banyak dilakukan, sedangkan limbah kulit jambu mente belum pernah dikaji untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Produksi jambu mente hasil perkebunan rakyat Indonesia mencapai 129.8 ribu ton (data Statistik Indonesia, 2005), 70 % berupa kulit dan 30 % berupa daging biji jambu mente. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah kulit jambu mente menjadi briket arang kulit jambu mente dan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk menentukan: sifat-sifat thermal, sifat fisik, dan sifat pembakaran. Penelitian laboratorium ini menghasilkan briket dari bubuk arang kulit jambu mente berukuran 40-60 mesh yang dicetak dengan tekanan 2.2 MPa dan menghasilkan bentuk briket sarang tawon. Hasil uji sifat thermal dengan analisis proksimasi menghasilkan: moisture 5.10 %, volatile matters 27.10 %, ash 6.10 %, fixed carbon 67.70 %, dan nilai kalor atas 6179 kkal/kg. Hasil uji sifat fisik berupa kerapatan rata-rata adalah 0.657 g/cm³. Hasil pengujian menunjukkan bahwa briket arang kulit jambu menten ini secara umum memenuhi berbagai standar briket yang ada, dan nilai kalornya lebih tinggi dari nilai standar minimum (6000 kkal/kg). Temperatur pembakaran pada udara terbuka relatif lebih rendah dari temperatur pembakaran pada kompor briket. sedangkan durasi pembakaran lebih lama pada kompor briket dibandingkan dengan pada udara terbuka. Efisiensi thermal kompor briket 32.27 % dan perbandingan dengan kompor minyak tanah menunjukkan bahwa 1.5 kg briket ekivalen dengan satu liter minyak tanah.

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

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat dan terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak bumi yang jumlahnya terbatas dan harganya semakin meningkat dan tidak menentu. Pada sisi lain terdapat bahan bakar alternatif yang bersumber dari biomassa yang jumlahnya cukup memadai. Bahan bakar biomassa bersumber dari aktivitas pertanian dan perkebunan. Salah satu limbah hasil aktivitas perkebunan yang belum pernah dikaji adalah kulit jambu mente. Data Statistik Indonesia tahun 2005 menunjukkan bahwa produksi jambu mente perkebunan rakyat mencapai 129.8 ribu ton. Jika 70 % dari produksi jambu mente tersebut merupakan kulit maka ada sekitar 91 ribu ton limbah kulit jambu mente. Potensi ini cukup besar untuk dijadikan bahan bakar biomassa sebagai salah satu bahan bakar alternatif.

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah kulit jambu mente menjadi briket arang kulit jambu mente dan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk menentukan sifat-sifat thermal, sifat fisik, dan sifat pembakaran.

Manfaat hasil penelitian

Informasi tentang sifat-sifat termal, sifat fisik, dan sifat pembakaran briket arang kulit jambu mente akan memberikan kontribusi ilmiah tentang karakteristik briket arang kulit jambu mente dan potensi energi yang terkandung didalamnya, sehingga kulit jambu mente tidak lagi dipandang sebagai limbah, melainkan dapat bermanfaat sebagai salah satu sumber energi alternatif.

Tinjauan pustaka

Penelitian tentang kulit jambu mente 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 al* (1991) pembriketan pada dasarnya densifikasi atau pemampatan bahan baku yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan sehingga memudahkan penanganannya. Sedangkan 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 al* (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 al* (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 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). Umum diketahui bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi.

Arif dan Patabang (2007) mendapatkan dari penelitian briket arang kulit kemiri bahwa bentuk briket sarang tawon adalah yang terbaik dibandingkan dengan bentuk-bentuk briket lainnya.

Beberapa faktor yang dijadikan standar briket arang antara lain adalah: 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	Impor	Jepang	Inggris	USA
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 : *) Dikutip dari Arif dan Palabang (2007)

PROSEDUR PENELITIAN

1. Pembuatan briket arang kulit jambu mente

a) Identifikasi bahan kulit jambu mente

- Kulit jambu mente diperoleh dari Kabupaten Muna Propinsi Sulawesi Tenggara
- Kulit jambu mente yang dipakai berasal dari buah jambu mente yang cukup tua dan kering (warna kulit jambu mente abu-abu coklat)

b) Proses pembuatan arang kulit jambu mente

- Kulit jambu mente dicuci dengan air untuk membersihkan kotoran yang menempel pada kulit jambu mente.
- Kulit jambu mente dikeringkan dibawah sinar matahari.
- Kulit jambu mente dibakar di dalam drum karbonasi (atau pada udara terbuka) dengan memasukkan kulit jambu mente sedikit demi sedikit.
- Nyala api yang membakar kulit jambu mente selalu ditutupi dengan menambahkan kulit jambu mente, dimaksudkan agar kulit jambu mente tidak terbakar secara sempurna.
- Setelah seluruh kulit jambu mente telah menjadi arang, selanjutnya didinginkan selama 4 jam dan kemudian dikeluarkan.

c) Proses pembuatan briket arang kulit jambu mente

- Arang kulit jambu mente yang diperoleh selanjutnya digiling/dihancurkan menjadi bubuk arang dengan ukuran 40-60 mesh (0.420 – 0.250) mm.
- Bubuk arang yang dihasilkan dicampur dengan menambahkan tepung tapioka 7%, tanah liat 5 % dan air panas 70°C sebanyak 10-20 % dari bobot arang kulit jambu mente.
- Setelah bubuk arang kulit jambu mente, tepung tapioka, tanah liat dan air panas tercampur dengan baik, maka adonan tersebut selanjutnya akan dicetak pada cetakan briket.
- Briket dicetak dengan tekanan 2.2 MPa dengan bentuk sarang tawon.

2. Analisis proksimasi

Standar pengujian digunakan standar ASTM untuk sampel batubara, dengan alasan bahwa briket arang kulit jambu mente 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 zat terbang (volatile matters)

FC (%) = 100 % - (moisture + kadar abu + volatile matters) %

3. Pengujian sifat fisik briket

Pengukuran kerapatan Sifat fisik briket yang diukur adalah kerapatan dengan cara menentukan langsung massa dan volume permukaan briket. Kerapatan adalah hasil bagi antara massa dan volume permukaan, atau:

$$\rho = m/V$$

4. Pengujian pembakaran

Pengujian pembakaran meliputi:

- Pembakaran briket pada udara terbuka dan pada kompor briket (batubara),
- Penentuan efisiensi thermal pembakaran pada kompor briket
- Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan kompor minyak tanah.

Pembakaran pada udara terbuka dan pada kompor briket batubara adalah untuk mengetahui durasi waktu pembakaran dan temperatur pembakaran maksimum masing-masing dengan menggunakan massa briket yang sama..

Penentuan efisiensi thermal pembakaran dilakukan dengan prinsip pendidihan air yaitu berdasarkan panas yang diperlukan untuk memanaskan /menguapkan air (beserta pancinya) dibagi dengan jumlah panas yang dihasilkan dari bahan bakar yang terbakar/ digunakan.

Perbandingan pemakaian bahan bakar pada kompor briket dan kompor minyak tanah merk Hook (16 sumbu) dilakukan dengan mendidihkan jumlah air yang sama serta menggunakan jenis dan ukuran panci yang sama. Pemakaian bahan bakar dari kedua jenis kompor kemudian diukur dan dibandingkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pembuatan briket

Briket yang dibuat dengan tekanan 2.2 MPa dicetak dalam bentuk sarang tawon dengan dimensi: diameter luar 6.3 cm, diameter dalam 1.5 cm, diameter lubang kecil 0.8 cm dan tinggi 3 cm; seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Briket arang kulit jambu mente bentuk sarang tawon

B.. Hasil uji analisis proksimasi,

- Moisture, $M = 5.10$ % berat
- Volatile Matters, $VM = 21.10$ % berat
- Ash, $A = 6.10$ % berat
- Fixed Carbon, $FC = 67.70$ % berat
- Nilai kalor atas, $HHV = 6179$ kkal/kg

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, namun tidak memenuhi 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 standar briket impor dan briket Jepang, namun tidak memenuhi standar briket komersial, standar 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 Jepang dan briket USA, namun tidak memenuhi 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 kulit jambu mente, 6179 kkal/kg, sedikit lebih tinggi dari standar briket minimum yaitu 6000 kkal/kg. Jika dibandingkan dengan nilai kalor batubara, maka briket arang kulit jambu mente juga lebih tinggi (hampir 10 %) dari nilai kalor batubara sub bituminous (5628 kcal/kg).

Dari data Statistik Indonesia tahun 2005 diperoleh produksi jambu mente perkebunan rakyat 129.8 ribu ton. Karena biji jambu mente terdiri atas kulit jambu mente 70 % berat dan daging isi 30 % berat, maka dari produksi jambu mente ini diperoleh limbah kulit jambu mente sekitar 91 ribu ton. Apabila limbah kulit jambu mente tersebut dibuat menjadi arang kulit jambu mente dan selanjutnya dibuat briket (kulit jambu mente dibuat briket arang mengalami reduksi berat kira-kira 40 % maka dalam setahun dapat diperoleh potensi energi sekitar 1.41 juta GJ.

C. Hasil uji sifat fisik briket

Hasil uji sifat fisik berupa kerapatan briket: yaitu rata-rata sebesar 0.657 g/cm^3 . Hasil kerapatan ini hanya memenuhi standar mutu briket komersial namun tidak memenuhi standar lainnya.

D. Hasil uji pembakaran

- a. Pembakaran briket pada udara terbuka dan pada kompor briket (batubara)

Temperatur pembakaran pada udara terbuka relatif lebih rendah daripada temperatur pembakaran pada kompor briket. Sedangkan durasi pembakaran lebih lama pada kompor briket dibandingkan dengan pada udara terbuka. Sebagai contoh dengan massa briket 648 gram, pada udara terbuka temperatur maksimumnya $1012 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan durasi pembakaran 272 menit, sedangkan pembakaran pada kompor briket menghasilkan temperatur maksimum 1045°C dengan durasi pembakaran 285 menit.

- b. Penentuan efisiensi thermal pembakaran pada kompor briket

Untuk mendidihkan air sebanyak 5 liter digunakan 189 gram briket sehingga diperoleh efisiensi thermal pembakaran sebesar 32.27 %.

- c. Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan kompor minyak tanah.

Perbandingan dengan kompor minyak tanah merk Hook (16 sumbu) dilakukan dengan mendidihkan jumlah air yang sama serta menggunakan jenis dan ukuran panci yang sama. Hasil pengukuran pemakaian bahan bakar dari kedua jenis kompor adalah 1.5 kg briket kulit jambu mente ekuivalen dengan satu liter minyak tanah.

KESIMPULAN

1. Hasil uji sifat-sifat termal melalui analisis proksimasi diperoleh data: Moisture, M 5.10 %, Volatile Matters, VM 21.10 %, Ash, A 6.10 %, Fixed Carbon, FC = 67.70 %, Nilai kalor atas, HHV = 6179 kkal/kg.
2. Hasil uji sifat fisik diperoleh data: kerapatan briket rata-rata 0.657 g/cm³.
3. Secara umum briket arang kulit jambu mente dapat memenuhi standar briket yang ada.
4. Hasil uji pembakaran:
 - a. Temperatur pembakaran pada udara terbuka relatif lebih rendah daripada temperatur pembakaran pada kompor briket. Sedangkan durasi pembakaran lebih lama pada kompor briket dibandingkan dengan pada udara terbuka.
 - b. Efisiensi thermal kompor dengan menggunakan briket arang kulit jambu mente adalah 32.27 %
 - c. Perbandingan dengan kompor minyak tanah menunjukkan bahwa 1.5 kg briket ekuivalen dengan satu liter minyak tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., A.K Irwanto, N.Siregar, E.Agustina, A.H.Tambunan, M.Yamin, E.Hartulistiyoso dan Y.Purwanto, 1991. *Energi dan Listrik Pertanian*. IPB-Bogor
- Arif, E. dan Patabang, D., 2007, *Pengolahan Limbah kulit Kemiri sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif*, SNTTM VI-2007, Universitas Syah Kuala, Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik, *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 briquetized and palletized solid biomassa fuel in : Bioenergy*. Vol.III H.Egneus and Ellegard (ed), Elsevier London
- Hartoyo, J.A dan H.Rosliandi, 1990. *Perancangan pembuatan briket arang dari 5 jenis kayu Indonesia*, Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan, No.106, Bogor
- Heryansyah Ika, 2005. *Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa di Indonesia*, Inovasi Online, Edisi Volume 5/XVII/November 2005, online, diakses 28 Agustus 2006
- Kirana M.1985. *Pengaruh tekanan pengempaan dan jenis perekat dalam pembuatan briket arang dari tempurung kelapa*. Laporan hasil peneltian mahasiswa IPB, Bogor
- 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.