

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS PENGOLAHAN BRIKET BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR SEBAGAI BAHAN BAKAR TUNGKU

Djajeng Sumangat dan Wisnu Broto

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Bungkil biji jarak pagar merupakan limbah hasil pengempaan biji jarak pagar yang dapat dimanfaatkan menjadi briket sebagai bahan bakar tungku. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan jenis dan konsentrasi perekat yang sesuai untuk briket bungkil dan menentukan keragaan briket bungkil biji jarak pagar sebagai bahan bakar serta mengkaji kelayakan ekonomisnya sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah. Pembuatan briket melalui tahapan penggilingan bungkil dan pengayakan 40 mesh, pencampuran dengan perekat, pencetakan dan pengeringan dengan oven (60°C, 24 jam). Perlakuan yang diuji adalah (A) jenis perekat (A1= tapioka dan A2= tepung gaplek) dan (B) konsentrasi perekat (B1=1%, B2=2%, B3=3%, B4= 4% dan B5= 5%). Rancangan percobaan faktorial acak lengkap dengan tiga ulangan. Pengamatan pada briket meliputi kadar air, minyak, abu, zat menguap, nilai kalor, ketahanan tekan dan kerapatan (densitas). Pengujian keragaan briket meliputi uji pembakaran dengan parameter laju pembakaran dan warna nyala api. Analisis ekonomi terhadap briket mencakup perhitungan harga jual briket dan kelayakannya sebagai bahan bakar untuk mensubstitusi minyak tanah. Hasil penelitian menunjukkan, penggunaan tapioka dan gaplek sebagai perekat briket bungkil biji jarak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter uji kecuali pada kadar air. Sedangkan konsentrasi perekat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter uji. Perekat tapioka pada konsentrasi 4% memberikan hasil yang terbaik pada kadar air, keteguhan tekan dan rata-rata laju pembakaran. Lama menyala rata-rata briket sampai menjadi abu adalah 131 menit dengan warna nyala api kekuningan.

Kata Kunci: bahan bakar,biomas, briket,bungkil biji, jarak pagar, *Jatropha curcas* L., tungku.

ABSTRACT. Djajeng Sumangat and Wisnu Broto 2008. **Technical and economical study on processing of briquet of jatropha oilseed cakes for energy source of stove.** Jatropha oilseeds cakes are considered as by-product of jatropha oil extraction process which could have potential usage as energy source for traditional stove primarily due to residual oil left in the cakes. The objectives of this experiment was to obtain suitable type and concentration of binder used for producing briquets and to evaluate the performance of briquets as energy source of traditional stove. Economical analysis was conducted to calculate its feasibility as energy sources compared to kerosene. Production of briquets follow some processing steps i.e. grinding, 40 mesh screening, mixing with binders, briquetting and drying at 60°C for 24 hours. Treatments tested were (A) type of binders (A1=tapioca and A2=cassava flour) and (B) concentration of binders ((B1=1%, B2=2%, B3=3%, B4= 4% and B5= 5%)). Experimental design used was factorially completely randomized with three replications. Parameters measured were percentage of water, oil, ash and volatile substance contents, calorific value (kal/gram), density (g/cm³) and pressure strength (g/cm²). Parameters observed on performance evaluation of briquets as energy source for stove were burning rate (gram/min) and color flame (visually). The results of experiment showed that usage of binders either tapioca or cassava flour did not have significant effect on all parameters observed except on water content of briquets. Concentration of binders did not have significant effect on parameters observed. Tapioca binder with 4% concentration showed the best results based on water content, pressure strength and burning rate average. The average burning time of briquets was 131 minutes with yellowish flame color.

Keywords: biomass, briquet, *Jatropha curcas* L., oilseed cakes, stove.

PENDAHULUAN

Minyak jarak pagar dihasilkan dengan mengekstrak biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*), secara mekanis maupun kimiawi. Kadar minyak biji utuh (*whole seed*) 30-40% (basis kering) sedangkan kadar minyak daging biji (*kernel*) 40-50% (basis kering). Biji jarak pagar terdiri dari 58-65% daging biji yang banyak mengandung minyak dan 35-42% tempurung biji yang banyak mengandung karbon (Kandpal dan Madan, 1995).

Pengempaan (ekstraksi) biji jarak menghasilkan rendemen minyak sebesar 25-30% sehingga akan diperoleh sekitar 70-75% bungkil (ampas) yang masih mengandung sisa minyak (Hambali *et al.*, 2006). Jika satu hektar lahan tanaman jarak pagar dapat menghasilkan 4 ton biji jarak pagar, maka akan didapatkan limbah ekstraksi sebanyak 2,8 ton. Limbah sebanyak ini akan mengganggu lingkungan, jika tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Salah satu pemanfaatan limbah yang relatif sederhana adalah pembuatan briket biomasa dari bungkil biji sebagai bahan bakar tungku. Briket biomasa merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari limbah biomasa yang dicampur dengan bahan lainnya untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan. Terdapat dua jenis briket yaitu briket yang bahan bakunya diarangkan (karbonisasi) dan yang tidak diarangkan. Mengingat kandungan sisa minyak dalam bungkil biji jarak masih cukup tinggi dalam penelitian ini dibuat briket bungkil biji jarak tanpa proses pengarangan.

Pembuatan briket arang atau biomasa lainnya meliputi tahapan : penggilingan, pencampuran dengan perekat, pencetakan/ pengempaan dan pengeringan. Menurut Nurhayati (1983), ukuran serbuk arang yang halus untuk bahan baku briket arang akan mempengaruhi ketahanan tekan dan kerapatan briket arang. Semakin halus maka kerapatannya akan semakin meningkat. Makin halus ukuran partikel, makin baik briket yang dihasilkan (Boedjang, 1973). Ukuran partikel yang terlalu besar akan menyulitkan proses perekatan, sehingga mengurangi keteguhan tekan briket yang dihasilkan. Sebaiknya partikel mempunyai ukuran 40-60 mesh (Mikrova, 1985). Tujuan pencampuran dengan perekat adalah untuk memperbaiki kerapatan (densitas) dari briket yang dihasilkan. Dengan pemakaian perekat maka tekanan yang diperlukan untuk pembentukan briket akan jauh lebih kecil dibandingkan dengan briket tanpa memakai bahan perekat (Boedjang, 1973). Terdapat dua macam perekat yang biasa digunakan dalam pembuatan briket yaitu perekat yang berasap (tar, molase), dan perekat yang tidak berasap (pati dan dekstrin tepung beras). Untuk briket yang digunakan di rumah tangga sebaiknya memakai bahan perekat yang tidak berasap (Abdullah dan Irwanto, 1991).

Menurut Sudrajat (1983), jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket arang

berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor, kadar air dan kadar abu. Perekat pati menghasilkan briket dengan kerapatan dan kadar abu lebih tinggi daripada perekat molase, tetapi menghasilkan keteguhan tekan dan nilai kalor bakar lebih rendah. Hartoyo (1978) menyatakan bahwa untuk 40 gram briket arang dibutuhkan 2 gram tapioka yang ditambahkan air dengan suhu 70 °C sampai terbentuk kanji. Menurut Achmad (1991) setiap 1 kg serbuk arang memerlukan perekat 30 gram tepung tapioka (3 % dari berat serbuk arang) dan air sebanyak 1 liter. Kadar perekat dalam briket tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket dan menimbulkan banyak asap. Kadar perekat yang digunakan umumnya tidak lebih dari 5 %.

Pengempaan dilakukan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah perekat dicampurkan dan tekanan mulai diberikan, maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir ke segala arah permukaan bahan (Mikrova, 1995). Knight (1952) dalam Suryani (1987) menyatakan bahwa tekanan diperlukan supaya perekat dapat menyebar secara sempurna ke dalam celah-celah dan keseluruhan permukaan serbuk arang. Pada umumnya, semakin tinggi tekanan akan dihasilkan briket dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi pula. Menurut Boedjang (1973), penambahan tekanan melebihi batas tertentu akan menyebabkan kekuatan briket arang menurun kembali karena bahan perekat ikut terbuang keluar. Besarnya tekanan pengempaan akan berpengaruh terhadap kerapatan dan porositas briket arang yang dihasilkan. Briket yang terlalu padat akan sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat dapat mengakibatkan terurainya briket pada saat pembakaran sehingga menimbulkan kesan tidak bersih meskipun laju pembakarannya cepat (Abdullah dan Irwanto, 1991).

Briket yang dihasilkan setelah pengempaan masih mengandung air yang cukup tinggi (sekitar 50%). Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air dalam briket sehingga memudahkan pembakaran briket dan sesuai dengan ketentuan kadar air briket yang berlaku. Pengeringan dapat dilakukan dengan alat pengering seperti oven, atau dengan penjemuran. Suhu pengeringan dengan oven umumnya 60 °C dengan lama pengeringan 24 jam. Jika dilakukan penjemuran, lama penjemuran briket cukup tiga hari dalam kondisi cuaca yang cerah (Achmad, 1991).

Mutu briket arang dan briket biomasa lainnya ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimianya, antara lain oleh kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan (densitas), ketahanan tekan, dan nilai kalor.

Menurut Hendra dan Pari (2000), briket yang memiliki mutu baik mempunyai ciri-ciri antara lain: (a) berwarna hitam dan apabila dibakar api yang dihasilkannya berwarna kebiru-biruan, (b) terbakar

tanpa berasap, tidak memercikkan api dan tidak berbau, (c) tidak terlalu cepat terbakar. Menurut Syafrin (2005), yang diinginkan oleh konsumen terhadap briket sebagai sumber energi bahan bakar adalah murah, mudah dibakar, laju pembakaran rendah, nilai kalor tinggi dan tidak mudah pecah atau hancur selama disimpan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan jenis dan konsentrasi perekat yang sesuai untuk pembuatan briket bungkil jarak pagar dan mendapatkan data serta informasi karakteristik fisik serta keragaan briket bungkil biji jarak pagar sebagai bahan bakar tungku dan juga mengkaji kelayakan ekonomisnya sebagai bahan bakar dibandingkan dengan minyak tanah.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah bungkil biji jarak pagar hasil pengempaan hidrolik yang dilakukan di Bangsal Pengolahan Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor. Biji jarak pagar kering berasal dari Sumbawa, NTB. Sebagai perekat digunakan tepung tapioka dan tepung gaplek ubi-kayu yang dibeli di Bogor. Peralatan yang digunakan meliputi alat pencetak briket, mesin penggiling, oven, tanur, *bomb calorimeter*, pengukur ketahanan tekan, tungku, panci, *sohxlet*, dll. Pelaksanaan penelitian ini meliputi: (1) karakterisasi sifat fisiko-kimia bungkil biji jarak pagar meliputi kadar air, kadar abu, kadar minyak (AOAC, 1996) dan nilai kalor dengan *Adiabatic Bomb Calorimeter*. (2) pembuatan briket bungkil biji jarak pagar tanpa karbonisasi menggunakan perekat tapioka dan gaplek, (3) karakterisasi sifat fisiko kimia briket (kadar air, minyak, nilai kalor, abu, ketahanan tekan) dan (3) pengujian pembakaran /keragaan briket bungkil biji jarak pagar sebagai bahan bakar tungku tanah liat meliputi laju pembakaran briket, nyala api dan lama nyala. Kegiatan penelitian dilakukan di bangsal pengolahan Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor.

A. Pembuatan briket bungkil biji jarak pagar tanpa pengarangan/karbonisasi

Bungkil dijemur dua hari, kemudian digiling sampai berukuran 40 mesh. Bungkil halus hasil penggilingan dicampur dengan perekat dan diaduk sampai merata. Perekat yang digunakan adalah tepung tapioka dan tepung gaplek ubi-kayu dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5 % dari bobot kering bungkil yang telah digiling. Tapioka atau gaplek ditimbang sesuai kebutuhan/konsentrasi yang diinginkan. Kemudian dicampur dengan air sebanyak 40-50% dari berat kering bungkil. Bungkil yang telah digiling serta perekat dicampurkan dalam satu wadah dan diaduk merata. Adonan kemudian dimasukkan dalam cetakan dan dikempa dengan alat pembuat/pencetak briket. Tekanan pengempaan sebesar 5000 psi atau 34 MPa. Briket yang sudah dicetak kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C

selama 24 jam.

B. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yaitu perekat tepung tapioka dan tepung gaplek singkong yang masing-masing terdiri dari lima taraf konsentrasi (1%, 2%, 3%, 4% dan 5 %) dengan empat kali ulangan. Pengolahan data dilakukan menggunakan uji *univariate* dari program statistik SPSS 10.0.

C. Uji Pembakaran /Keragaan Briket Sebagai Bahan Bakar.

Dalam uji pembakaran/keragaan briket, yang diukur adalah laju pembakaran briket, lama nyala dan lama mendidihkan air. Nyala api dan adanya asap diamati secara visual.

D. Analisis Ekonomi

1. Penentuan Harga Pokok dan Harga Jual Produk

Harga pokok produk dan harga jual briket dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Harga pokok} = \frac{\text{Biaya tetap} + \text{biaya variabel}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$\text{Harga jual} = \frac{\text{Biaya tetap} + \text{biaya variabel}}{1 - (\text{margin}/100)}$$

2. Perhitungan Kelayakan Briket Bungkil Biji Jarak sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah.

Ditentukan dengan menghitung jumlah briket (A) yang nilai kalornya setara dengan nilai kalor satu liter minyak tanah, sbb.:

$$A = \frac{\text{Nilai kalor minyak tanah per liter}}{\text{Nilai kalor briket bungkil per buah}}$$

Briket dianggap layak secara ekonomis, jika nilai harga A < nilai harga satu liter minyak tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Bungkil Biji Jarak Pagar

Karakteristik sifat fisik dan kimia bungkil jarak pagar tersaji pada Tabel 1. Dari tabel di atas, kadar air biji jarak mengalami penurunan dari 8,05% menjadi 7,25% setelah menjadi bungkil (setelah proses pengempaan). Penurunan ini diakibatkan sebagian air ikut keluar saat proses pengepresan. Selain itu, proses pengepresan yang dibantu dengan pemanasan juga dapat menyebabkan sebagian air yang ada dalam biji jarak menguap. Kadar air bungkil

Tabel 1. Karakteristik biji dan bungkil biji jarak pagar.

Table 1. *Jatropha curcas* seed and oilseed cakes characteristic.

Parameter/ Parameter	Biji jarak pagar/ <i>Jatropha curcas</i> seed	Bungkil biji jarak pagar/ <i>Jatropha curcas</i> oilseed cakes
Kadar air (%)/ Moisture content (%)	8,05±0,11	7,25±0,07
Kadar abu (%)/ Ash content (%)	5,00±0,06	6,00±0,08
Kadar minyak (%)/ Oil content (%)	33,67±3,42	23,75±2,64
Nilai kalor (kal/g)/ Calorific value (cal/g)	4689±21,88	4117±19,52

biji jarak akan menentukan banyaknya air yang ditambahkan untuk mengencerkan perekat sebelum pencetakan briket. Kadar air juga mempengaruhi nilai kalor bungkil biji jarak. Semakin tinggi kadar air menurunkan nilai kalor bungkil biji jarak.

Nilai kadar abu biji jarak sebesar 6% dan nilai kadar abu bungkil biji jarak adalah 5%. Lebih tingginya kadar abu bungkil biji jarak bisa disebabkan karena adanya bahan pengotor yang masuk saat proses penggilingan atau pengempaan.

Kadar minyak biji jarak pagar menurun dari 33,67% menjadi 23,75% setelah proses pengempaan. Minyak jarak yang berhasil diekstrak sebanyak 29,5% dari 100% minyak yang terkandung dalam biji jarak pagar sehingga masih ada kurang lebih 70% minyak jarak yang tersisa bersama bungkil yang dihasilkan. Masih relatif tingginya sisa minyak dalam bungkil disebabkan pengempaan menggunakan alat kempa hidrolis manual sehingga rendah efisiensinya dibandingkan alat pengempa ulir dengan sumber tenaga motor listrik. Biji jarak utuh dikempa tanpa dikupas. Untuk setiap 5 kg biji jarak didapatkan 600-700 ml minyak jarak kasar dengan ampas sebanyak 4300-4400 g.

Penetapan nilai kalor dilakukan untuk mengetahui nilai panas pembakaran suatu bahan. Nilai kalor suatu bahan dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu serta erat kaitannya dengan kadar *fix carbon*. Kadar air dan kadar abu yang semakin rendah meningkatkan nilai kalor suatu bahan. Kadar *fixed carbon* yang tinggi pada bahan akan meningkatkan nilai kalor bahan tersebut.

Pengempaan minyak dari biji jarak menyebabkan nilai kalor bungkil biji jarak menurun dari 4689 kal/g menjadi 4117 kal/g. Minyak yang terkandung dalam biji jarak memberikan kontribusi yang cukup besar untuk meningkatkan nilai kalor biji jarak. Dengan nilai kalornya yang masih cukup tinggi ini memungkinkan bungkil biji jarak dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar briket. Untuk meningkatkan nilai kalor bahan bakar biomassa, biasanya bahan yang akan dibuat briket diarrangkan terlebih dahulu.

B. Profil Keragaan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar.

Briket bungkil biji jarak yang dihasilkan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan lubang ditengahnya yang juga berbentuk silinder. Lubang ini dimaksudkan untuk mempermudah distribusi oksigen saat pembakaran sehingga briket lebih mudah terbakar. Diameter briket 4 cm dan tinggi 6 cm. Volume rata-rata briket sebesar 68,57 cm³. Warna briket tidak banyak berubah dari warna bungkilnya, yaitu kecoklatan. Warna briket basah lebih gelap dari briket kering.

Sebanyak 700g bungkil biji jarak dicampur dengan perekat yang telah dipanaskan bersama ±100 g air. Dari pencampuran ini dihasilkan ±800 g adonan. Bobot rata-rata bungkil (yang telah dicampur dengan perekat) ketika dimasukkan dalam alat pengempa/pencetak briket sebesar 100 g/lubang. Jadi dari 800 g adonan didapatkan delapan buah briket. Bobot briket tidak banyak berubah ketika keluar dari alat pencetak. Bobot briket basah berkurang menjadi 75-80 g setelah dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C.

C. Sifat Fisik dan Kimia Briket Bungkil Biji Jarak Pagar.

Kualitas briket ditentukan oleh sifat fisik dan kimianya, antara lain kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, ketahanan/keteguhan tekan serta nilai kalornya. Tabel 2 dan 3 menyajikan nilai-nilai parameter kualitas briket bungkil jarak pagar.

1. Kadar Air

Kadar air briket diharapkan serendah mungkin agar nilai kalornya tinggi dan mudah dinyalakan. Kadar air mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air semakin tinggi nilai kalor dan daya pembakarannya. Sebaliknya, kadar air yang tinggi menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan akan menurun, karena energi yang dihasilkan banyak terserap untuk menguapkan air.

Tabel 2 memperlihatkan kecenderungan nilai kadar air briket bungkil biji jarak meningkat dengan semakin tingginya kadar perekat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hartoyo (1983), Sudrajat (1984), serta Pari *et al.* (1990) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat kadar

Tabel 2. Kadar air, abu dan minyak briket bungkil jarak pagar pada berbagai taraf konsentrasi jenis perekat.
 Table 2. *Moisture, ash and oil contents of briquet of jatropa oil's cake at various concentration of binders.*

Jenis perekat <i>Types of binders</i>	Kadar air (%)/ <i>Moisture content (%)</i>	Kadar abu (%)/ <i>Ash content (%)</i>	Kadar minyak (%)/ <i>Oil content (%)</i>
Tapioka / <i>tapioca</i> 1%	5,73	4,85	17,38
Tapioca/ <i>tapioca</i> 2%	5,58	4,90	17,93
Tapioca/ <i>tapioca</i> 3%	5,80	5,12	16,62
Tapioca/ <i>tapioca</i> 4%	6,19	5,01	16,59
Tapioca/ <i>tapioca</i> 5%	6,73	5,33	16,04
Tepung gaplek/ <i>cassava flour</i> 1%	6,02	4,74	18,93
Tepung gaplek/ <i>cassava flour</i> 2%	6,31	4,91	17,39
Tepung gaplek/ <i>cassava flour</i> 3%	6,91	4,92	17,09
Tepung gaplek/ <i>cassava flour</i> 4%	6,81	5,22	16,29
Tepung gaplek/ <i>cassava flour</i> 5%	7,28	5,27	16,15

airnya semakin besar, baik pada briket arang, briket kayu dan briket limbah arang aktif. Kadar air briket ditentukan oleh banyak faktor. Menurut Earl (1974) dalam Suryani (1987), kemampuan menyerap air pada briket dipengaruhi oleh luas permukaan dan pori-pori bahan. Sudrajat (1984) menambahkan bahwa briket yang berasal dari bahan baku yang berkepadatan rendah memiliki kadar air yang lebih tinggi daripada briket dengan bahan baku berkepadatan tinggi.

Berdasarkan hasil analisis keragaman, jenis perekat berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, sedangkan konsentrasi perekat dan interaksi antara konsentrasi perekat dan jenis perekat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air. Briket dengan perekat gaplek mempunyai rata-rata nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan briket dengan perekat tapioka.

Menurut Boedjang (1973), bahan perekat dari tumbuh-tumbuhan seperti pati memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon. Kelemahannya adalah briket yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka memiliki sifat dapat menyerap air dari udara. Baik gaplek maupun tapioka mempunyai sifat higroskopis, karena adanya gugus yang hidrofili pada susunan molekulnya, sehingga kemampuan untuk menyerap air dari sekelilingnya relatif besar. Kadar air briket bungkil biji jarak masih dibawah kadar air briket arang komersial Indonesia.

2. Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi. Unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah kualitas briket karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis perekat maupun konsentrasi perekat tidak berbeda nyata terhadap kadar abu. Pada Tabel 2 terlihat kecenderungan nilai kadar abu yang meningkat dengan bertambahnya konsentrasi perekat, baik

menggunakan perekat tapioka maupun gaplek. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hendra (1992) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar perekat kadar abunya semakin tinggi pula karena pertambahan kadar abu dari perekat yang digunakan.

Jika dibandingkan dengan briket arang komersial, kadar abu briket bungkil biji jarak, baik yang menggunakan perekat tapioka maupun gaplek masih lebih rendah. Briket bungkil biji jarak mempunyai kadar abu antara 4,74-5,33 %, briket kayu (Sudrajat, 1984) 1,61 % dan briket daun (Hendra, 1992) antara 8,02-8,85 %.

3. Kadar Minyak

Dari hasil analisis keragaman, baik konsentrasi perekat maupun jenis perekat tidak berpengaruh nyata terhadap kadar minyak. Pengukuran kadar minyak dilakukan untuk membandingkan kadar minyak briket dengan kadar minyak bungkil. Kadar minyak dalam briket yang masih cukup tinggi diharapkan meningkatkan nilai kalor briket bungkil biji jarak. Pada Tabel 2. terlihat kadar minyak biji jarak menurun setelah menjadi bungkil biji jarak, yakni dari 33,67% menjadi 23,75%. Kadar minyak bungkil juga menurun setelah menjadi briket. Kadar minyak briket bungkil biji jarak berkisar antara 16,04 %-18,63 %. Penurunan kadar minyak dari bungkil menjadi briket disebabkan saat pencetakan sebagian minyak jarak di dalam bungkil keluar akibat tekanan yang diberikan.

4. Kadar Zat Menguap

Zat menguap adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa di dalam suatu bahan. Kandungan zat menguap yang tinggi di dalam briket menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida dengan turunan alkohol (Hendra dan Pari, 2000).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa baik konsentrasi perekat maupun jenis perekat memberikan hasil tidak beda nyata terhadap kadar zat menguap. Dari Tabel 3 juga terlihat

kecenderungan nilai kadar zat menguap yang relatif tetap pada briket dengan konsentrasi perekat dan jenis perekat yang berbeda.

Kadar zat menguap briket bungkil biji jarak cukup tinggi jika dibandingkan dengan briket arang. Kadar zat menguap briket arang komersial sebesar 16,14 %, sedangkan kadar zat menguap briket bungkil biji jarak antara 77,15 % - 78,98 %. Tingginya kadar zat menguap karena briket dibuat dari bungkil biji jarak yang tidak diarangkan dan kadar minyak dalam briket sendiri yang masih tinggi.

5. Kerapatan (Densitas)

Briket dengan kerapatan tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bakarnya. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan keseragaman partikel penyusun briket tersebut. Semakin tinggi keseragaman ukuran partikel, kerapatan dan keteguhan briket semakin tinggi pula (Nurhayati, 1983). Kerapatan briket erat kaitannya dengan besarnya tekanan yang diberikan pada saat pencetakan briket. Pada penelitian ini tekanan yang digunakan dalam pencetakan briket sebesar 5000 Psi atau 34 MPa, menghasilkan rata-rata kerapatan briket diatas 1 gram/cm³. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kerapatan briket arang komersial (0,44 kg/cm³) dan briket daun kayu putih (0,25-0,32 kg/cm³) serta setara dengan briket kayu (0,88-1,04 kg/cm³).

Kerapatan briket pada penelitian ini relatif sama pada berbagai konsentrasi perekat tapioka dan galek, karena besarnya tekanan pengempaan juga sama. Namun kerapatan yang sama ternyata tidak menggambarkan ketahanan tekan yang sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 3, dimana semakin bertambah konsentrasi perekat, ketahanan tekannya relatif meningkat.

6. Ketahanan Tekan

Ketahanan atau keteguhan tekan menunjukkan daya tahan atau kekompakan briket terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan briket itu pecah atau hancur. Semakin besar nilai kekuatan tekan berarti daya tahan atau kekompakan briket semakin baik. Kondisi tersebut sangat menguntungkan di dalam pengemasan maupun distribusi atau pengangkutan (Hendra dan Darmawan, 2000). Pada Tabel 3, terlihat bahwa ketahanan tekan briket bungkil biji jarak cenderung naik. Menurut Pari *et al* (1990) penambahan kadar perekat menambah kuat ikatan antara perekat dengan bahan pada briket. Semakin tinggi konsentrasi perekat ada kecenderungan semakin tinggi kekuatannya. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar perekat maka ikatan partikel bahan semakin kuat.

Rata-rata nilai ketahanan tekan briket dengan perekat tapioka lebih tinggi dibandingkan briket dengan perekat galek. Hal ini disebabkan kandungan pati sebagai perekat pada tapioka lebih tinggi dibandingkan pada galek. Pada Tabel 3 terlihat terjadi penurunan ketahanan tekan pada konsentrasi perekat 3% dan 5%. Hal ini disebabkan pencampuran bungkil dengan bahan perekat yang kurang merata. Sebelum dicampurkan dengan bungkil, perekat dalam bentuk kering dipanaskan bersama air sampai menjadi larutan kanji. Semakin banyak air yang ditambahkan mempermudah bercampurnya perekat dengan bungkil. Namun, briket yang dihasilkan akan semakin tinggi kadar airnya sehingga proses pengeringannya pun bisa lebih lama. Ketahanan tekan bungkil biji jarak berkisar antara 0,88-1,54 kg/cm² untuk briket dengan perekat tapioka dan 0,529-1,01 kg/cm² untuk briket dengan perekat galek. Nilai ini masih lebih tinggi dibandingkan briket arang komersial (0,46 kg/cm²), namun masih lebih rendah jika dibandingkan briket daun kayu putih (9,60-19,82 kg/cm²) dan briket kayu (216,32-604,12 kg/cm²).

Tabel 3. Kadar zat menguap, kerapatan dan ketahanan tekan dari briket bungkil jarak pagar.
Table 3. Volatile substances content, density and pressure strength of briquet of jatropha oil's cake.

Jenis perekat Types of binders	Kadar zat menguap/ Volatile substances (%)	Kerapatan / Density (g/cm ³)	Ketahanan tekan/ Pressure strength (kg/cm ²)	Nilai kalor / Calorific value (cal/g)
Tapioka /tapioca 1%	77,82	1,07	0,876	4359
Tapioka/tapioca 2%	77,87	1,17	1,107	4490
Tapioka/tapioca 3%	78,48	1,08	0,947	3849
Tapioka/tapioca 4%	78,59	1,14	1,537	4538
Tapioka/tapioca 5%	77,60	1,11	1,027	4411
Tepung galek/cassava flour 1%	77,15	1,11	0,529	4398
Tepung galek/cassava flour 2%	77,64	1,17	0,732	4446
Tepung galek/cassava flour 3%	77,38	1,13	0,597	3821
Tepung galek/cassava flour 4%	78,35	1,11	1,007	4658
Tepung galek/cassava flour 5%	78,98	1,11	0,732	4421

7. Nilai Kalor

Nilai kalor menjadi parameter mutu paling penting bagi briket sebagai bahan bakar karena menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar briket, semakin baik pula kualitasnya. Briket bungkil biji jarak dengan perekat tapioka menghasilkan nilai kalor antara 3849-4538 kal/g, sedangkan briket dengan perekat gaplek menghasilkan nilai kalor 3821-4658 kal/g. Jika dibandingkan dengan briket arang komersial (6819 kal/g) maka nilai ini jauh lebih rendah. Namun hampir sama jika dibandingkan dengan briket kayu dan briket daun kayu putih. Hal ini disebabkan kadar karbon terikat pada briket arang jauh lebih besar dan kadar zat menguapnya jauh lebih kecil, sehingga nilai kalor yang dihasilkan briket arang pun jauh lebih tinggi. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa semua briket hasil penelitian ini mempunyai nilai kalor lebih rendah jika dibandingkan nilai kalor biji jarak. Pada konsentrasi perekat yang sama nilai kalor briket dengan perekat tapioka tidak jauh berbeda dengan nilai kalor briket dengan gaplek sebagai bahan perekatnya. Nilai kalor briket dengan konsentrasi perekat 1%, 2%, 4% dan 5% lebih tinggi dibandingkan bungkil biji jarak, sedangkan briket dengan konsentrasi perekat 3% nilai kalornya lebih rendah.

D. Uji Pembakaran Briket

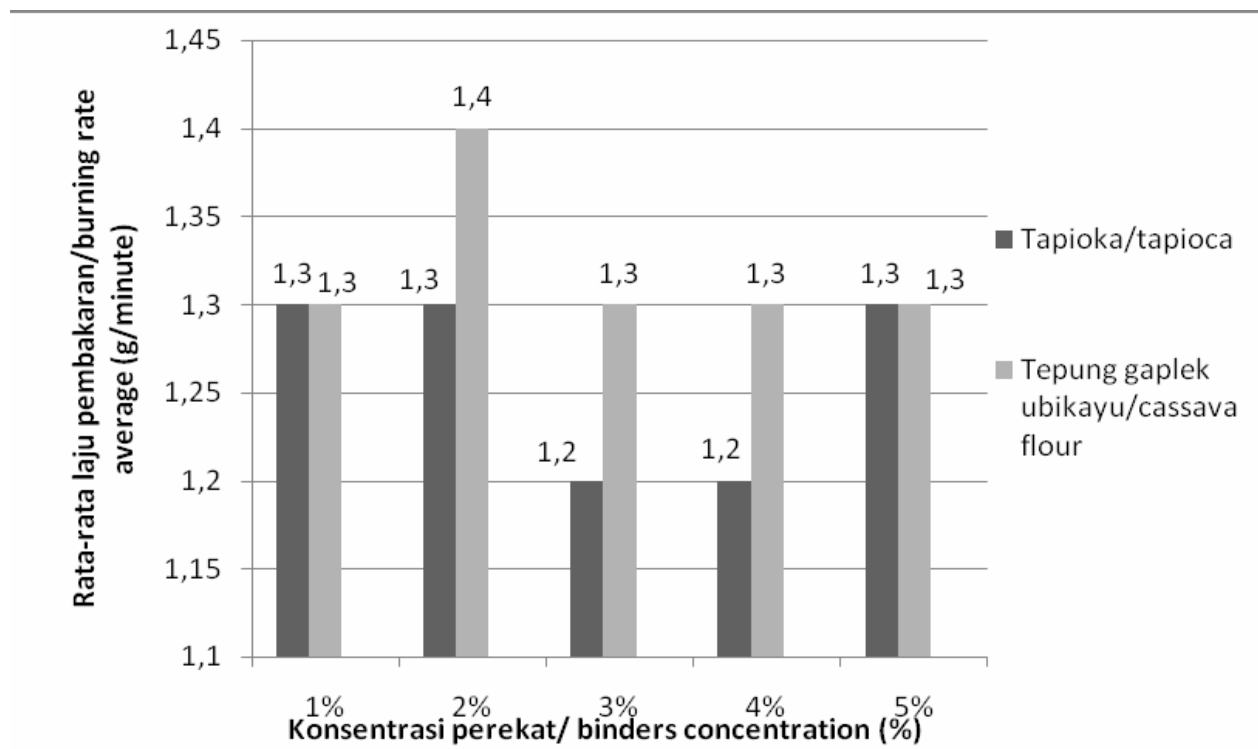
1. Laju pembakaran

Nilai laju pembakaran menggambarkan berkurangnya bobot briket per menit selama pembakaran. Semakin

besar laju pembakaran maka waktu nyala briket menjadi semakin cepat.

Dari Gambar 2, terlihat kecenderungan nilai rata-rata laju pembakaran pada briket dengan perekat tapioka yang semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi perekat. Jika dilihat nilai rata-rata per konsentrasi perekat, laju pembakaran briket dengan perekat gaplek lebih tinggi dibandingkan briket dengan perekat tapioka. Kandungan pati tapioka yang lebih tinggi dibandingkan gaplek menyebabkan daya rekat tapioka lebih kuat dibandingkan dengan gaplek sehingga sulit terbakar. Menurut Abdullah dan Irwanto (1991), laju pembakaran briket dipengaruhi oleh kerapatan briket. Briket yang terlalu padat sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat dapat mengakibatkan terurainya briket pada saat pembakaran sehingga menimbulkan kesan tidak bersih meskipun laju pembakarannya cepat.

Penambahan konsentrasi perekat memperkuat ikatan antara molekul penyusun briket, sehingga mengurangi porositas briket. Sedangkan untuk mempertahankan nyala api saat pembakaran dibutuhkan oksigen yang cukup. Semakin banyak pori-pori pada briket memberi ruang lebih untuk jalan masuknya oksigen, sehingga pembakaran yang terjadi semakin baik dan memberikan laju pembakaran yang besar. Sebaliknya, ikatan antar molekul yang semakin kuat dengan bertambahnya konsentrasi perekat mengurangi porositas briket dan menurunkan laju pembakarannya.



Gambar 2. Rata-rata laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar
Figure 10. Burning rate average of Jatropa oilseed cake briquet.

Tabel 4. Analisis harga jual dan kelayakan briket bungkil jarak sebagai pengganti bahan bakar minyak tanah
 Table 4. Analysis of selling price and economic feasibility of briquette jatropa oilseed cakes

No	Uraian/Remarks	Satuan/ Unit	Harga / Price (Rp)
1.	Harga bungkil biji jarak/Price of <i>Jatropha oilseed cakes</i>	kg	400
2.	Harga tepung tapioka/Price of <i>tapioca flour</i>	kg	3.000
3.	Harga tepung gapek/Price of <i>cassava flour</i>	kg	2.000
4.	Biaya giling/Cost of <i>milling</i>	Satuan briket/unit of <i>briquet</i>	8,75
5.	Biaya transport/Cost of <i>transportation</i>	Satuan briket/ unit of <i>briquet</i>	15
6.	Biaya pokok pengempaan/Cost of <i>pressing production</i>		
7.	Biaya tetap/Fixed cost Penyusutan alat/Depreciation of <i>equipments</i>	Per jam/hour	288,46
8.	Biaya variable/Variable cost Biaya pemeliharaan/Maintenance <i>cost</i> Biaya operator/Operator <i>cost</i> Total biaya variable/Total of <i>variable cost</i>	Per jam/hour Per jam/hour Per jam/hour	519,23 3.000 3.519,23
9.	Total biaya pengempaan/Total <i>pressing cost</i>	Per jam/hour	3.807,96
10.	Total biaya pokok pengempaan/Total <i>production cost of pressing</i>	Per kg briket/kg of <i>briquet</i>	508
11.	Total biaya per satuan briket (perekat tapioka 5%)/Total <i>cost per unit of briquet (tapioca binder 5%)</i>		94,95
12.	Total biaya per satuan briket (perekat gapek 5%)/Total <i>cost per unit of briquet (cassava flour binder 5%)</i>		94,95
13.	Harga briket perekat tapioca/Price of <i>briquet tapioca binder</i>		2.132,69
14.	Harga briket perekat gapek/ Price of <i>briquet cassava flour binder</i>		2.074,36
15.	Nilai kalor minyak tanah/Calorofic <i>value of kerosene</i>	Per liter/litre	9,45x10 ⁶
16.	Nilai kalor briket bungkil biji jarak/Calorofic <i>value of jatropa oilseed cakes briquet</i>	Per satuan briket/ per unit of <i>briquet</i>	333.235,2

2. Keragaan Pembakaran Briket

Lima buah briket yang dibakar pada tungku tanah liat dapat menyala/terbakar sendiri setelah tiga puluh menit dibakar dengan arang tempurung kelapa. Warna nyala api yang dihasilkan berwarna merah sedangkan asap yang dihasilkan berwarna putih dan paling banyak dihasilkan pada awal pembakaran.

Menurut Stevens dan Verhe (2004), pembakaran biomassa akan mengubah bahan anorganik menjadi abu. Pada tahap pertama proses pembakaran, kandungan air diuapkan untuk mengeringkan bahan, dan kemudian bahan volatil dikeluarkan dan terbakar. Selanjutnya, biomassa padat diubah menjadi volatil dan arang padat. Tahap akhir pembakaran adalah oksidasi arang.

Lima buah briket bungkil biji jarak dapat mendidihkan satu liter air selama 7-18 menit. Rata-rata menyala briket (lima buah) sampai menjadi abu adalah 131 menit, sedangkan satu buah briket dapat menyala selama 45 menit.

E. Analisis Ekonomi

1. Analisis Harga Jual Per Satuan Briket

Analisis harga jual per satuan briket ini bertujuan untuk mengetahui harga per satuan briket bungkil biji jarak yang dihasilkan. Dalam analisis ini digunakan beberapa asumsi untuk memperkirakan harga jual briket bungkil biji jarak di tingkat konsumen. Biaya dihitung dalam rupiah per Maret 2008.

Dari perhitungan dengan asumsi-asumsi diatas didapat satu (1) liter minyak tanah setara dengan 2.150,4 gram bungkil biji jarak, dimana secara finansial belum memungkinkan untuk dijadikan bahan bakar substitusi dari minyak tanah. Harga 1 liter minyak tanah di pasaran per Maret 2008 adalah Rp. 3200,-/liter, sedangkan harga 28 briket sebesar Rp.4.479,- untuk briket dengan perekat tapioka dan Rp. 4.356,- untuk briket dengan perekat gapek.

KESIMPULAN

1. Bungkil biji jarak yang digunakan dalam pembuatan briket mempunyai kadar air 7,25% bb, kadar abu 6 % bb, kadar minyak 23,75 % bb, dan nilai kalor 4117 kalori/gram.

2. Pembuatan briket bungkil biji jarak menggunakan perekat tapioka menghasilkan rata-rata kadar air lebih rendah dan rata-rata ketahanan tekan yang lebih tinggi daripada briket dengan perekat gaplek. Sedangkan untuk nilai parameter mutu yang lain, yaitu kadar abu, kadar minyak, kadar zat menguap, kerapatan, serta nilai kalor, briket dengan kedua perekat tapioka dan gaplek tidak menampakkan perbedaan nilai yang signifikan.
3. Uji keragaan memberikan hasil laju pembakaran briket bungkil biji jarak sebesar 1,3 gram/menit untuk kedua perekat. Nyala api briket berwarna merah dengan asap putih yang cukup banyak. Lima buah briket dapat mendidihkan satu liter air selama 7-18 menit. Rata-rata menyala briket (lima buah) sampai menjadi abu adalah dua jam sebelas menit (131 menit). Sedangkan satu buah briket dapat menyala selama 45 menit.
4. Harga jual briket bungkil biji jarak adalah Rp.2132,69/kg briket untuk perekat tapioka dan Rp.2074,36/kg briket untuk perekat gaplek.
5. Nilai kalor satu liter minyak tanah setara dengan 28 satuan briket bungkil jarak pagar atau 2150,4 gram briket bungkil jarak pagar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K dan K. Irwanto 1991. Energi dan Elektrifikasi Pertanian. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi IPB, Bogor
- Achmad, R. 1991. Briket Arang Lebih Baik dari Kayu Bakar. *Jurnal. Neraca* 10(4) : 21-22.
- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis, 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Boedjang, K. 1973. Pembuatan Arang Cetak. Laporan Karya Utama. Departemen Teknologi Kimia, Fakultas Teknologi Industri ITB, Bandung.
- Hambali, E., S. Mujdalifah, G. Sulistiyanto dan T. Lesmana. 2006. Diversifikasi Produk Olahan Jarak Pagar dan Kaitannya dengan CSR (Corporate Social Responsibility) Perusahaan Swasta di Indonesia. Eka Cipta Foundation. www.mediaindo.co.net. [16 Juni 2007]
- Hartoyo, J. 1978. Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu. Laporan Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Hendra. 1992. Pembuatan Briket Daun dari Limbah Pengolahan Minyak Kayu Putih. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 10(1): 20-23.
- Hendra, D dan S. Darmawan. 2000. Pembuatan briket arang dari serbuk gergajian kayu dengan penambahan tempurung kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 18 (1): 1-9.
- Hendra, D dan G. Pari. 2000. Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang. Laporan Hasil Penelitian Hasil Hutan, Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Kandpal, J.B. and M. Madan. 1995. *Jatropha curcas* : A Renewable source of energy for meeting future energy needs. *Technology Note. Renewable Energy*, 6 (2) : 159-160
- Mikrova, K. 1985. Pengaruh Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis quinensis Jacq*). Skripsi. FATETA IPB, Bogor. (tidak di publikasikan)
- Nurhayati, T. 1983. Sifat Arang, Briket Arang dan Alkohol yang Dibuat dari Limbah Industri Kayu. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No 165, Bogor.
- Pari, G, D. Hendra dan J. Hartoyo. 1990. Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Limbah Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2(2): 61-67.
- Stevens, C.V. and R.G. Verhe. 2004. Renewable Bioresources: Scope and Modification for Non-Food Applications. John Willey & Sons, Ltd. West Sussex. England
- Sudrajat, R dan S. Soleh. 1994. Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Sudrajat, R. 1983. Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Ketahanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang. Laporan No. 165. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Suryani, A. 1987. Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis quinensis Jacq*). Skripsi. FATETA IPB, Bogor (tidak dipublikasikan)
- Syafrian, A. 2005. Desain dan Uji Unjuk Kerja Mesin Pengempa Briket Semi Mekanis Tipe Kempa Ulir (*Screw Pressing*). Skripsi. FATETA IPB, Bogor (tidak diterbitkan).