

STUDY KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN DASAR LIMBAH BAMBU DENGAN MENGGUNAKAN PEREKAT NASI

Hijrah Purnama Putra¹⁾, Meirdhania Mokodompit, Adik Putri Kuntari

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

¹⁾Email : hijrah_purnama@yahoo.com

Abstrak

Indonesian people are very familiar with bamboo. Bamboo is often used as a building material. It has many advantages, the price is relatively cheap compared to other building materials, and easy to found the bamboo around settlements. Utilization of the bamboo will produce greater bamboo waste, example leftover building materials, waste of making the crafts etc. So far, the waste of bamboo only released into the environment, the material is a category of biomass that can be used as raw material in the producing of briquettes. With consideration as alternative energy, basic materials waste briquettes using bamboo can reduce environmental pollution and also have economic value.

The making process of bamboo briquette is preceded by pyrolysis for 5 hours with temperatures about 500^oC. The briquette is cylindrical with a diameter of 23 mm, height 7 cm and pressure about 75g/cm² and dry in the sun for 6 hour. This briquette using waste rice as a adhesive with variety is 30; 35; 40; 45% of the weight of briquettes. Based on the research results, the best briquettes obtained by variation of adhesive 30%, with a water content of 5.34%, 8.2% ash content, 15.6% volatile matter, the firing rate 0.02 g/sec, 70.73% spesific of briquette carbon content, and calorific value of 6709.50 cal/g. Based on these results bamboo briquette is in compliance with the quality required by the SNI, except on the value of volatile matter.

Keywords : Bamboo waste, briquette, Alternative Energy, Adhesives Rice

Intisari

Masyarakat Indonesia sangat familiar dengan bambu. Bambu sering dimanfaatkan sebagai bahan bangunan karena memiliki banyak keuntungan antara lain harganya yang relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya, selain itu bambu juga mudah ditemukan di sekitar pemukiman. Pemanfaatan bambu dalam jumlah banyak/besar akan menghasilkan limbah bambu yang besar pula seperti sisa bahan bangunan, sisa kerajinan dan lain sebagainya. Selama limbah bambu hanya dibuang ke lingkungan, padahal limbah bambu ini merupakan kategori biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan briket. Dengan pertimbangan sebagai energi alternatif, briket dari bahan dasar limbah bambu dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan tentunya juga memiliki nilai ekonomis.

Pembuatan briket bambu didahului oleh proses pirolisis selama 5 jam dengan suhu mencapai 500^oC. Pencetakan briket berbentuk silinder dengan diameter 23mm, tinggi 7cm dengan tekanan pencetakan sebesar 75gr/cm² dan dikeringkan dengan sinar matahari selama 6 jam. Briket ini menggunakan perekat limbah nasi dengan variasi 30; 35; 40; 45% dari berat briket. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan briket terbaik dengan variasi perekat 30%, dengan spesifikasi briket mempunyai kadar air sebesar 5,34%, kadar abu 8,2%, volatile matter 15,6%, laju pembakaran 0,02 g/detik, kadar karbon terikat 70,73%, dan nilai kalor sebesar 6709,50 kal/g. Berdasarkan hasil tersebut briket bambu ini telah memenuhi kualitas yang dipersyaratkan oleh SNI, kecuali pada parameter volatile matter.

Kata kunci : Limbah Bambu, Briket, Bahan Bakar Alternatif, Perekat Nasi

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia dan saat ini kebutuhannya semakin meningkat. Namun cadangan bahan bakar konvensional yang tidak dapat diperbaharui makin menipis dan akan habis pada suatu saat nanti. Karena itu berbagai usaha diversifikasi sumber energi telah banyak dilakukan dan salah satu di antaranya adalah pemanfaatan limbah

pertanian, perkebunan dan kehutanan (Lubis, 2008).

Dalam Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, Pemerintah telah menetapkan sebaran energi nasional tahun 2025 dengan peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini hingga kurang dari 20% pada tahun 2025. Pada tahun tersebut

diharapkan energi alternatif mulai mengambil peran yang lebih penting dengan menyuplai 17% terhadap bauran energi nasional, termasuk di dalamnya pemanfaatan energi biomassa (Hambali, 2008). Namun pemanfaatan energi ini saat ini masih sangat minim, dari perkiraan potensi yang ada di Indonesia sebesar 50.000 MW baru dimanfaatkan sebesar 302 MW atau hanya 0,604% dari kapasitas yang ada (Prihandana, 2007).

Salah satu pemanfaatan biomassa yang sederhana adalah pembuatan briket. Briket ini dapat dihasilkan dari berbagai limbah padat, salah satunya adalah bambu. Masyarakat Indonesia sangat familiar dengan bambu. Bambu sering dimanfaatkan sebagai bahan bangunan karena memiliki banyak keuntungan antara lain harganya yang relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Selain itu bambu juga mudah ditemukan di sekitar pemukiman. Pemanfaatan bambu dalam jumlah yang besar akan menghasilkan limbah bambu yang besar pula antara lain sisa bahan bangunan, sisa kerajinan dan lain sebagainya. Selama ini limbah bambu hanya dibuang ke lingkungan, padahal limbah bambu ini merupakan kategori biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan briket. Dengan pertimbangan sebagai energi alternatif, briket dari bahan dasar limbah bambu dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan tentunya juga memiliki nilai ekonomis.

Briket dihasilkan dari proses pirolisis, yaitu suatu proses thermal dengan kondisi sedikit atau tanpa adanya oksigen. Untuk memenuhi standar kualitas, briket yang dihasilkan tetap harus dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000, dimana kualitasnya dilihat dari beberapa parameter sebagai berikut :

1. Kadar air maksimal 8%
2. Bahan yang hilang pada pemanasan 950°C maksimal 15%
3. Kadar abu maksimal 8%
4. Kalori (berat kering) minimal 5000 cal/g

Selain bahan utama yaitu bambu, pembuatan briket tidak terlepas dari bahan perekat. Perekat yang biasa digunakan untuk membuat briket dapat dikelompokkan

menjadi 2 (dua) jenis, yaitu perekat organik dan perekat anorganik.

1. Perekat organik, merupakan perekat yang efektif, tidak terlalu mahal dan menghasilkan abu yang relatif sedikit. Contoh perekat organik adalah kanji dan tar.
2. Perekat anorganik, merupakan perekat yang dapat menjaga ketahanan briket dalam proses pembakaran, sehingga briket menjadi tahan lama. Selain itu perekat ini juga memiliki daya lekat yang kuat dibandingkan perekat organik, akan tetapi biaya yang dikeluarkan lebih tinggi dan menghasilkan abu yang lebih banyak dibandingkan perekat organik. Perekat pabrik seperti lem yang tersedia di pasaran merupakan salah satu perekat anorganik (Putra, 2013)

Urutan penelitian yang dilakukan tercantum pada gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum diproses menjadi briket, bambu sebagai bahan utama dianalisis kandungannya melalui pengujian proksimat. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian proksimat dan dibandingkan dengan bahan yang lain. Jika dibandingkan dengan bahan yang lain, bambu memiliki nilai kalor yang paling tinggi walaupun belum mengalami pirolisis. Diharapkan dengan pirolisis dapat menaikkan nilai kalor dan mendestruksikan kandungan organik pada bahan baku sehingga kandungan organik dapat menurun.

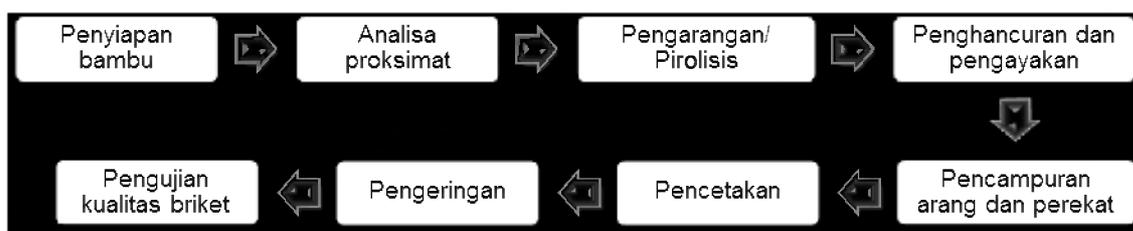
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) mempunyai nilai kalor awal sebesar 3591,9 cal/g setelah pirolisis dapat meningkat menjadi 5914,81 cal/g (Putra, 2013).

Setelah dilakukan pirolisis, bambu memiliki rendemen, yaitu perbandingan berat arang yang dihasilkan setelah pirolisis dengan berat bahan baku awal sebesar 32,5%. Menurut Sukesih (2009) jika dalam proses pirolisis dihasilkan rendemen yang sangat besar (>40,8%), dapat diperkirakan bahwa arang yang dihasilkan memiliki kualitas rendah. Kualitas arang yang rendah dipengaruhi oleh proses pirolisis yang tidak

sempurna, dimana masih banyaknya bahan-bahan organik atau bahan baku yang belum terpirolisis sempurna. Sehingga hal ini akan mempengaruhi kadar air, nilai kalor dan parameter lainnya pada briket tersebut. Namun apabila rendemen arang yang diperoleh terlalu rendah (< 20%), maka akan dihasilkan arang dengan struktur yang rapuh. Kerapuhan arang ini disebabkan karena komponen-komponen penyusun hampir keseluruhan (>80%) kayu yang mudah terbakar dan arang jenis ini akan menghasilkan nilai kalor yang rendah (Sungkana, 2009). Jika dibandingkan dengan

dengan arang kayu yang memiliki rendemen berkisar 21,1-40,8% (Hartoyo, 1976 dalam Sukesih, 2009), maka rendemen limbah bambu sebesar 32,5% masuk kategori tersebut dan layak diproses menjadi briket.

Kualitas briket limbah bambu dengan menggunakan perekat limbah nasi dapat dilihat dengan pengujian sifat fisik dan kimia yang dilakukan terhadap kualitas briket meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed karbon*), nilai kalor dan laju pembakaran dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Briket
(Sumber : Putra, 2013)

Tabel 1. Perbandingan hasil pengujian proksimat pada berbagai bahan

Pengujian	Hasil Uji				
	Kultt Kakau ¹⁾	Pelepah Kelapa ²⁾	Serbuk Gergaji ²⁾	Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) ³⁾	Bambu ⁴⁾
Kadar Air (%)	17,67	14,04	13,96	9,68	12,06
Fixed Carbon (%)	5,79	3,03	33,59	13,51	23,26
Nilai Kalor (cal/g)	4205,17	3817,23	3714,95	3591,9	4592,54
Volatile Matter (%)	64,22	80,07	49,29	70,73	61,96
Kadar Abu (%)	12,05	2,86	3,14	6,08	2,70

Sumber : ¹⁾Rahman (2009); ²⁾Rohman (2009); ³⁾Putra (2013); ⁴⁾Hasil Uji

Tabel 2. Kualitas Briket dari Bahan Bambu dengan Variasi Perekat Nasi

Parameter	Campuran Perekat (%)				SNI ^{*)}
	30	35	40	45	
Nilai Kalor (cal/g)	6709,50	6520,54	6295,07	6040,95	□□□□
Kadar Air (%)	5,34	5,62	6,21	7,26	↑□
Kadar Abu (%)	8,28	7,99	7,80	7,62	↑8
Volatile Matter (%)	15,66	17,65	19,65	21,35	↑15
Fixed Carbon (%)	70,73	68,74	66,34	63,76	
Laju Pembakaran (g/det)	0,023	0,024	0,035	0,036	

*) SNI 01-6235-2000

a. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan per satuan bobot dari proses

pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Nilai kalor tertinggi briket terdapat pada briket dengan campuran perekat 30% yaitu 6709,50 cal/g, sedangkan

nilai kalor terendah pada campuran perekat 45% yaitu 6040,95 cal/g. Bila dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000, nilai kalor yang disyaratkan minimal 5000 cal/g. Maka, seluruh briket dengan campuran perekat 30-45% telah memenuhi standar yang telah ditetapkan di Indonesia. Dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan perekat akan mempengaruhi nilai kalor yang dimiliki oleh briket limbah bambu. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah air pada briket yang berasal dari bahan perekat, semakin banyak perekat yang ditambahkan maka semakin banyak pula kadar air yang terdapat pada briket dan berkontribusi dalam menurunkan nilai kalor.

Hal yang sama juga dialami pada penelitian terdahulu dengan tambahan perekat yang sama, yaitu limbah nasi. Semakin banyak perekat yang ditambahkan maka nilai kalor akan semakin rendah. Nilai kalor pada penambahan perekat 60% hanya 5914,81 cal/g dan terus menurun hingga 5414,31 cal/g pada penambahan perekat 80% (Putra, 2013). Gambar 2 menunjukkan penurunan nilai kalor seiring pertambahan perekat limbah nasi.

b. Kadar Air

Kadar air akan mempengaruhi mudah tidaknya briket tersebut untuk terbakar. Semakin tinggi kadar air, maka semakin sulit briket tersebut terbakar. Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1, kadar air yang terdapat pada briket limbah bambu berbanding lurus dengan penambahan perekat yang dilakukan, dimana semakin banyak perekat yang dicampurkan pada briket maka semakin tinggi kadar air yang dimiliki oleh briket tersebut. Briket dengan persentase perekat terendah yaitu 30% memiliki kadar air paling sedikit yaitu 5,34%. Pada pengujian proksimat terhadap limbah nasi diketahui bahwa sebagian besar pembentuknya adalah air, yaitu sebesar 66,16%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perekat memberi pengaruh yang berarti terhadap kadar air yang terkandung dalam briket.

Faktor lain yang mempengaruhi kadar air dalam briket adalah waktu pengeringan. Pada penelitian ini pengeringan dilakukan secara manual dengan bantuan sinar matahari selama 6 jam), sehingga kandungan air yang terdapat pada briket belum menguap secara sempurna.

Selain berpengaruh pada mudah tidaknya briket terbakar, kadar air juga akan mempengaruhi nilai kalor yang dimiliki oleh briket. Semakin rendah kadar air briket maka semakin tinggi nilai kalor yang terdapat pada briket. Hal ini terjadi karena dengan rendahnya kadar air, maka kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan air juga sedikit, sehingga energi kalor yang tersisa pada briket akan semakin besar.

c. Kadar Abu

Kadar abu adalah persentase dari zat-zat yang tersisa dari proses pembakaran dan sudah tidak memiliki unsur karbon. Semakin tinggi kadar abu dalam suatu briket maka kualitas briket akan semakin rendah, karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor dari briket. SNI mensyaratkan kadar abu maksimal tidak melebihi 8%, tetapi pada briket limbah bambu yang memenuhi hanya campuran perekat 35%; 40% dan 45%. Sedangkan campuran perekat 30% melebihi kadar maksimal abu yang ditetapkan, yaitu sebesar 8,28%. Penurunan kadar abu seiring bertambahnya jumlah perekat yang diberikan bertolak belakang dengan kadar air yang dimiliki oleh briket.

d. Volatile Matter (zat yang mudah menguap)

Kadar zat mudah menguap dalam arang merupakan salah satu petunjuk untuk menentukan kualitas arang. Zat mudah menguap dalam briket arang bukan merupakan komponen penyusun arang tetapi merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan (Perry dan Chilton, 1973 dalam Dwiningsih, 2006). Tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses pengelolaan arang (pirolisis).

Dalam penelitian ini didapatkan kadar *volatile matter* terendah diperoleh dari briket bambu dengan perekat 30%, yakni 15,66% sedangkan yang tertinggi sebesar 21,35% didapat dari perekat tertinggi yaitu 45%. Besarnya kadar *volatile matter* dipengaruhi oleh penambahan perekat. Karena perekat yang digunakan tidak mengalami proses pirolisis. Semakin rendah kadar *volatile matter* maka briket akan menghasilkan asap yang lebih sedikit pada saat digunakan.

e. **Fixed Carbon (Karbon Terikat)**

Karbon terikat adalah fraksi karbon (C) dalam briket arang selain dari fraksi air, zat mudah menguap dan abu (Bahri, 2007). Kadar karbon terikat merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas briket, dimana semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan, karena kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan briket yang minim asap pada saat pemakaian. Begitu pula sebaliknya jika kadar karbon terikatnya rendah, maka kualitas briket semakin jelek. Selain itu semakin tinggi kadar karbon terikat maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan pada limbah bambu dengan perekat nasi didapatkan kadar karbon terikat tertinggi dihasilkan pada campuran perekat 30% yaitu 70,73% dan kadar terendah pada campuran perekat 45% yaitu 63,76%. Sehingga dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kecenderungan kadar karbon terikat semakin menurun seiring dengan penambahan perekat yang dicampurkan pada arang limbah bambu. Hal ini terjadi karena dengan penambahan perekat berarti menambah jumlah bahan lain yang tidak dipirolisis. Seperti yang kita ketahui salah satu tujuan dari pirolisis adalah meningkatkan nilai *fixed carbon* dan mengurangi nilai *volatile matter*.

Hal ini juga sesuai dari penelitian yang dilakukan oleh Putra (2013), dimana kadar karbon terikat tertinggi dihasilkan pada campuran perekat yang terendah. Briket

dengan campuran perekat 60% memiliki kadar karbon terikat sebesar 63,99% sedangkan pada campuran 80% hanya 48,70%. SNI 01-6235-2000 tidak mensyaratkan kriteria kadar karbon terikat, tetapi negara lain seperti Jepang, USA dan Inggris mematok nilai kadar karbon terikat untuk briket masing-masing minimal 60-80% (Jepang); 58% (USA) dan 75% (Inggris). Dari kriteria tersebut dapat diketahui bahwa semua briket dengan campuran perekat 30; 35; 40; dan 45% telah memenuhi standar yang ditetapkan Jepang dan USA. Sedangkan untuk persyaratan Inggris belum memenuhi.

f. **Laju Pembakaran**

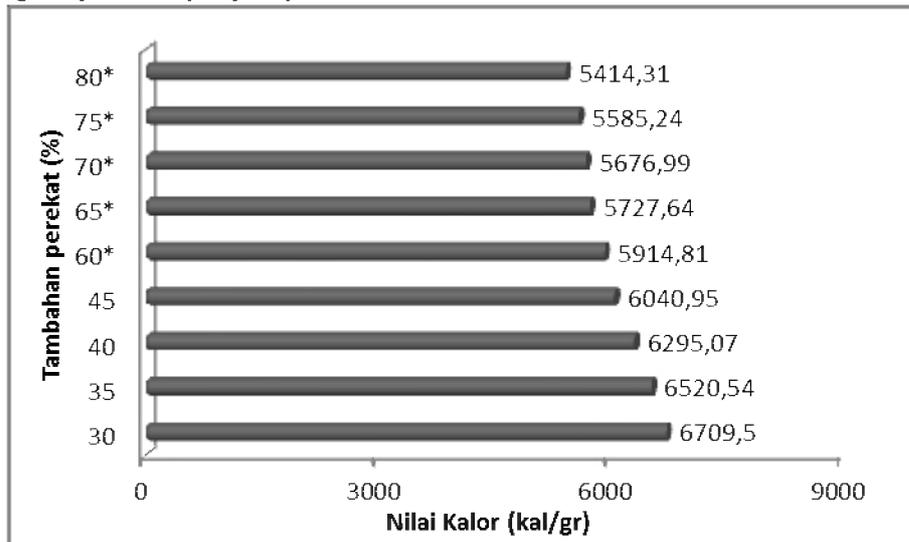
Briket dialiri udara dengan kecepatan konstan yaitu 0,3 m/det pada temperatur lingkungan rata-rata 35⁰C dan suhu tungku rata-rata 500⁰C. Durasi waktu pembakaran briket pada kompor briket tergantung pada massa briket. Semakin besar massa briket, semakin lama waktu pembakarannya.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa penurunan massa paling cepat adalah briket dengan variasi campuran perekat yaitu 45% dan yang paling lambat adalah campuran perekat 30%. Penurunan massa sangat berkaitan dengan nilai kalor, kadar abu dan *volatile matter* yang terkandung di dalam briket.

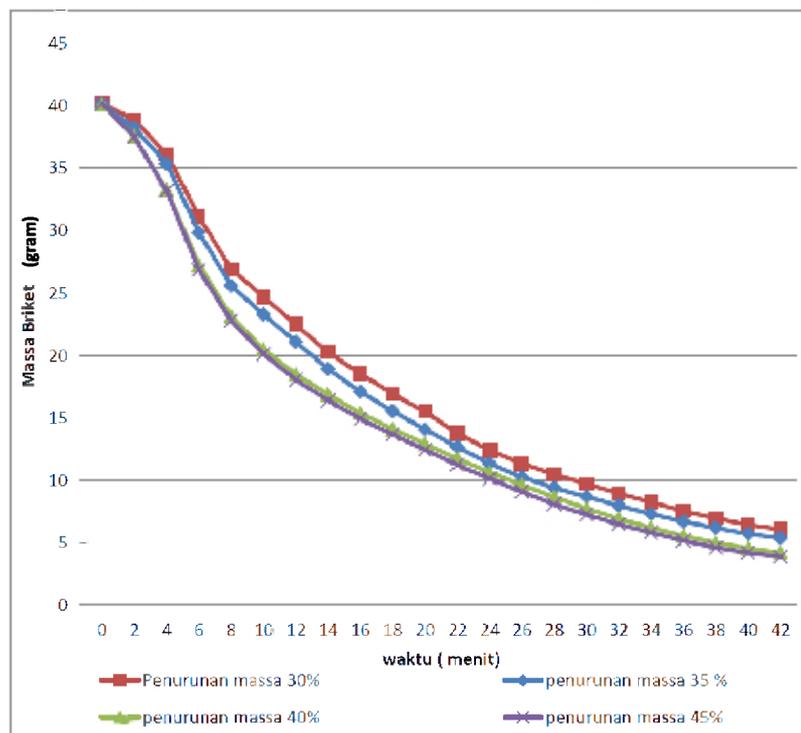
Hal yang sama juga didapatkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putra (2013) pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) bahwa penurunan massa saat pembakaran terjadi paling cepat pada briket yang memiliki campuran perekat 80% sedangkan penurunan massa paling lambat terjadi pada briket dengan campuran perekat 60%. Nilai kalor yang tinggi pada briket TKKS dengan 60% perekat akan mempercepat proses pembakaran, akan tetapi kadar abu yang tinggi akan mempersulit proses penyalaan awal didukung dengan rendahnya nilai *volatile matter* yang akan membuat briket sulit terbakar dan menyala.

Borman dan Ragland (1998) dalam Rahman (2009) menyatakan bahwa laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, bilangan reynold, ukuran dan porositas arang dimana arang kayu mempunyai porositas

yang tinggi. Penelitian yang dilakukan Rahman (2009) menunjukkan semakin banyaknya komposisi campuran kulit kakao dalam briket maka proses berkurangnya massa briket semakin lama.



Gambar 2. Nilai Kalor pada Berbagai Variasi Perekat
(Sumber : *Putra (2013) dan Hasil pengujian)



Gambar 3. Laju penurunan massa pada briket limbah bambu dengan perekat limbah nasi

Dalam penelitian Syamsiro dan Harwin (2007) pada pengaruh ukuran partikel penyusun briket serbuk gergaji terhadap laju

pembakaran menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel akan menurunkan laju pembakaran. Hal ini disebabkan oleh

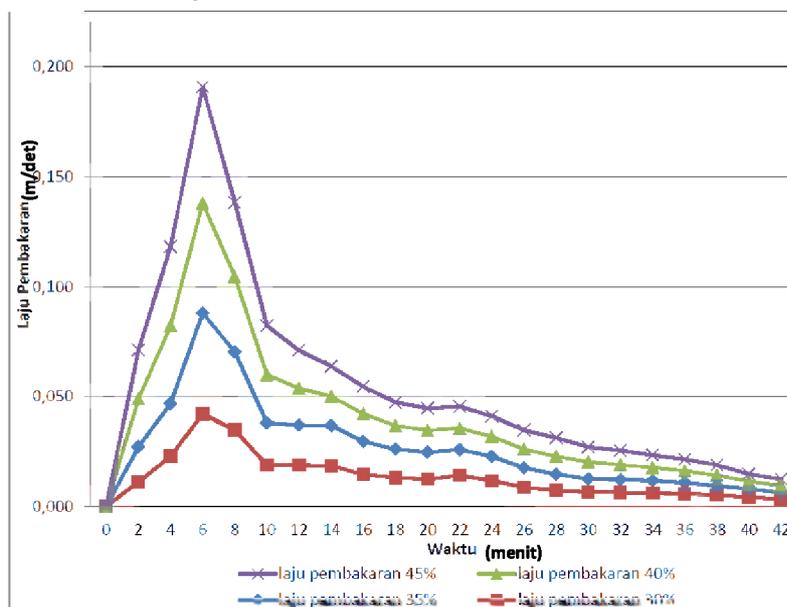
densitas briket menjadi lebih tinggi sehingga porositas menjadi lebih rendah dan difusi oksigen menjadi lambat.

Pembakaran biomassa dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama yaitu tahap pengeringan/pemanasan yang ditunjukkan dengan pengurangan massa yang lambat dan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut. Tahap kedua yaitu devolatilisasi, biomassa mengalami dekomposisi setelah terjadinya pengeringan yang ditunjukkan dengan pengurangan massa yang sangat cepat. Tahap ketiga pembakaran sisa dari pirolisis (arang dan sedikit abu) dengan pengurangan massa yang kembali menjadi lambat.

Semakin tinggi kecepatan udara mengakibatkan zona pengeringan semakin panjang hingga meningkatkan waktu total pembakaran. Namun dengan kecepatan udara yang lebih tinggi akan mengakibatkan pembakaran lebih sempurna, karena

menaikkan difusi O_2 ke dalam briket. Semakin tinggi beda temperatur udara sekitar dengan temperatur briket akan mengakibatkan laju pembakaran panas secara konveksi dari udara ke dinding briket semakin besar. Hal ini disebabkan adanya suplai kalor tambahan secara konveksi dari udara masuk, sehingga terjadi peningkatan perpindahan kalor ke briket dan menyebabkan proses devolatilisasi lebih cepat terjadi.

Gambar 4 menunjukkan bahwa laju pembakaran briket maksimum dicapai pada menit ke-1 hingga menit ke-10. Briket limbah bambu dengan perekat lebih banyak (45%) memiliki laju pembakaran lebih cepat jika dibandingkan dengan perekat lebih sedikit (30%).



Gambar 4. Laju pembakaran pada briket limbah bambu dengan perekat limbah nasi

KESIMPULAN

1. Penambahan perekat berbanding lurus dengan kadar air, *volatile matter* dan mempercepat laju pembakaran dan sebaliknya berbanding terbalik terhadap nilai kalor, kadar abu dan kadar karbon terikat pada briket bambu.

2. Briket bambu dengan berbagai variasi perekat, bila dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000 tentang briket arang, maka seluruh parameter telah memenuhi kecuali *volatile matter* dan karbon terikat. Namun kedua parameter tersebut telah

memenuhi standar kualitas briket Jepang dan USA.

3. Komposisi perekat optimum adalah 30% dinilai dari berbagai parameter dalam SNI 01-6235-2000 dan memiliki bentuk yang baik, padat dan tidak mudah rapuh

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. 2007. **Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Untuk Pembuatan Briket Arang Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan Di Nangroe Aceh Darussalam**. Tesis S2 Universitas Sumatera Utara.
- Dwiningsih, A. 2006. **Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sonokeling Dan Tempurung Kelapa sebagai Briket**. Skripsi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, AH., Pattwiri, AW., dan Hendroko, R. 2008, **Teknologi Bioenergi**, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Lubis, K, 2008 .**Transformasi Mikropori ke Mesopori Cangkang Kelapa Sawit terhadap Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Cangkang Kelapa Sawit**, UNSU, Medan.
- Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional
- Prihandana, R dan Hendroko, R. 2007, **Energi Hijau: Pilihan Bijak Menuju Energi Mandiri Energi**, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Putra, H.P., Yuriandala, Y., dan Anggraini D.K. 2013, **Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi**, Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII, Volume 5 No 1 Tahun 2013.
- Rahman, A. 2009, **Pengaruh Komposisi Campuran Arang Kulit Kakao dan Arang Pelepah Kelapa terhadap Karakteristik Biobriket**. Tesis S2 Universitas Gadjah Mada.
- Rohman, T.N. 2009, **Pengujian Briket Arang Limbah Serbuk Gergaji dari Kabupaten Wonosobo**. Tesis S2 Universitas Gadjah Mada.
- Sukesih, W. 2009. **Pembuatan Briket Arang dari Campuran Arang Pelepah Kelapa dan Batubara**. Tesis S2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sungkana. 2009, **Penggunaan Limbah Pabrik Spiritus (Blotong) sebagai Bahan Perekat pada Proses Pembuatan Briket Arang dari Sampah Organik**, Tesis S2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Syamsiro, M., dan Saptoadi, H. 2007. **Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat**, Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007) ISSN : 1978 ± 9777 Yogyakarta.