

## IDENTIFIKASI NILAI KALOR DAN WAKTU NYALA HASIL KOMBINASI UKURAN PARTIKEL DAN KUAT TEKAN PADA BIO-BRIKET DARI BAMBU

Taufik Iskandar,\* Hesti Poerwanto

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi.  
e-mail: [taufikisr9@gmail.com](mailto:taufikisr9@gmail.com)<sup>1</sup>, [hpoerwanto92@gmail.com](mailto:hpoerwanto92@gmail.com)<sup>2)</sup>

### Abstrak.

Pemanfaatan biomassa bambu sebagai bahan bakar pengganti minyak dan gas diperlukan teknologi pembriketan. Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dimensi bio-briket hasil kombinasi ukuran partikel dan kuat tekan terhadap nilai kalor dan lama waktu nyala. Variable yang ditentukan adalah ukuran partikel: 20 mesh, 25 mesh, 30 mesh, 35 mesh dan 40 mesh, dan dengan kuat tekan: 4 kg, 5 kg dan 6 kg. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah Nilai kalor tertinggi didapat pada ukuran partikel 35 mesh dan kuat tekan 6 kg yaitu sebesar 7624.00 kkal/gr sedang lama waktu nyala terlama terjadi pada ukuran partikel 40 mesh dan kuat tekan 6 kg yaitu selama 67,64 menit. Titik optimal berada pada ukuran partikel 34,93 mesh dan kuat tekan 4,57 kg dimana diperoleh nilai kalor sebesar 7098,14 kkal/gr dengan lama waktu nyala sebesar 63.2723 menit. Dan kesimpulan yang didapat ternyata bahwa Ukuran Partikel dan Kuat Tekan, tidak berpengaruh terhadap Nilai Kalor tetapi berpengaruh terhadap lama waktu nyala.

**Kata kunci:** *Pirolisis, biomassa, briket bioarang, nilai kalor dan lama waktu nyala*

### Abstract

Utilization of bamboo biomass as a fuel substitute for oil and gas needed briquetting technology. The goals to be achieved in this study was to determine the effect of the combination of the dimensions of the bio-briquettes results of particle size and compressive strength of the calorific value and long burning time. Specified variable is the size of the particles: 20 mesh, 25 mesh, 30 mesh, 35 mesh and 40 mesh, and the compressive strength: 4 kg, 5 kg and 6 kg. The results obtained in this study is the highest calorific value obtained on 35 mesh particle size and compressive strength of 6 kg in the amount of 7624.00 kcal/g being the longest length of time ignition occurs at a particle size of 40 mesh and a compressive strength of 6 kg namely for 67.64 minutes. Optimal point is at 34.93 mesh particle size and compressive strength which gained 4.57 kg calorific value of 7098.14 kcal/g with long burning time of 63.2723 minutes. And it turns out that the conclusions obtained Particle Size and Powerful Press, did not affect the Calorific Value but the effect on the long burning time

**Keywords:** *Pyrolysis, biomass, bio-briquettes, Calorific Value and long burning time*

## PENDAHULUAN

Potensi biomassa bambu yang cukup melimpah belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, padahal kedepan pengembangan energi terbarukan yang berasal dari biomassa sangat prospektif. Ditinjau dari data komposisi kimianya, bambu mengandung beberapa unsur penting antara lain Selulosa 42,4–53,6%, Lignin 19,8–26,6%, Pentosan 1,24–3,77%, Zat ekstraktif 4,5–9,9%, Air 15–20%, Abu 1,24–3,77% dan SiO<sub>2</sub> 0,1–1,78%. (Widya, 2006). Unsur karbon (C) dan Hidrogen (H) dalam biomassa adalah zat yang reaktif dan mudah terbakar dan dapat menghasilkan energi dalam bentuk panas ketika bereaksi dengan oksigen. Oleh karena itu bambu sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas tetapi kandungan energinya masih terlalu rendah dibanding dengan bahan bakar minyak dan gas. Rendahnya kandungan energi yang dimiliki oleh biomassa bambu tersebut mengharuskan perlakuan khusus dan penggunaan teknik pemanfaatan energi biomassa yang tepat yaitu dengan pembuatan briket bioarang.

Pembuatan bricket bioarang dari bambu didahului dengan proses karbonisasi menggunakan teknologi pyrolisis yaitu proses dekomposisi thermal bahan organik tanpa atau sedikit oksigen, di mana bahan baku organik tersebut akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas dan meninggalkan karbon sebagai residu. (Anonim, 2010). Jenis pyrolisis yang dipilih dalam penelitian ini adalah pyrolisis lambat (*Slow Pyrolysis*) dimana proses dekomposisi biomassa dilakukan pada laju pemanasan kurang dari 100 °C/s. Temperatur ini akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang (Husada, 2008). Produk utama yang dihasilkan selama slow pyrolysis adalah char atau bioarang dan bio-oil. (Sukseswati, Dini D. 2010). Hasil pyrolisis berupa bioarang mempunyai nilai kalor pembakaran yang lebih tinggi dan asap yang lebih sedikit. Berdasarkan hal tersebut maka pemanfaatan bambu akan menjadi salah satu pilihan yang bisa memberikan kontribusi yang substansial sebagai sumber energi terbarukan. Permasalahannya sekarang adalah bagaimana produk briket bioarang dapat bersaing dengan sumber energi lain baik pada efisiensi teknologi prosesnya maupun performance produknya. Sehingga penelitian ini akan ditujukan untuk mencari dan mengetahui pengaruh dimensi briket bioarang hasil kombinasi ukuran partikel bioarang dan kuat tekan terhadap nilai kalor dan lama waktu nyala.

Proses pembuatan briket bioarang bambu dilakukan dengan menghancurkan bioarang hasil pyrolisis, lalu diayak sampai didapat ukuran partikel yang dikehendaki. Ukuran partikel ini sangat

berpengaruh terhadap kualitas briket karena lebih kecil ukurannya akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kerapatan partikel briket akan semakin besar dan kualitas briket semakin bagus dan tidak mudah pecah/hancur (Pari G. 2002). Setelah itu, tambahkan larutan amylum/tepung kanji dan aduk sampai homogen, kemudian dipadatkan dengan pencetak hidrolik pada kuat tekan tertentu. Penggunaan pencetak hidrolik ini dapat menghasilkan output gaya yang sangat besar, hanya dengan menggunakan input gaya yang kecil. Selanjutnya hasil proses pencetakan dikeluarkan dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan diteruskan pengeringan menggunakan oven untuk mendapatkan kadar air < 5%. Produk yang dihasilkan menjadi bahan bakar dengan efisiensi konversi cukup baik, densitas energi (kandungan energi per satuan volume) cukup tinggi, serta kemudahan dalam hal penyimpanan dan pendistribusian.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Experimental Laboratories* dan dilakukan di Laboratorium Bioenergi Univ. Tribhuwana Tunggaladewi, Malang dan Laboratorium MIPA Universitas Negeri Malang untuk uji Nilai Kalor. Pengamatan dilakukan pada Hasil Uji Nilai Kalor dan Lama Waktu Nyala.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah biomassa bambu dengan kadar air tidak lebih dari 10% berat dan amylum sebagai perekat dengan perbandingan 1:10 terhadap air dengan penggunaan 5% berat. Penelitian ini menggunakan Unit Pyrolisis yang terdiri dari reaktor pyrolisis, cyclone dan condensor yang dilengkapi dengan kontrol temperatur, dan *water cooler*.

### Variable yang dijalankan:

Ukuran Partikel: 20 mesh, 25 mesh, 30 mesh, 35 mesh, 40 mesh.

Kuat tekan, 4 kg, 5 kg, 6 kg. Analisa Statistik yang digunakan adalah software Kurva Respon.

### Prosedur Penelitian

Bambu yang telah dijemur kemudian dipotong dengan ukuran 5-10 cm selanjutnya ditimbang 25 kg dan dikarbonisasi pada suhu 300-500 °C dalam reaktor pirolisis selama 4-6 jam. Bioarang yang dihasilkan, ditumbuk hingga menjadi serbuk bioarang dan diayak dengan ukuran 20, 25, 30, 35 dan 40 mesh sehingga didapat ukuran yang seragam. Siapkan larutan amilum dan air dengan perbandingan 1:10. Timbang serbuk bioarang 50 gram bambu kemudian dicampur dengan larutan amilum 5% dari berat dan diaduk sampai homogen. Campuran dimasukkan kedalam alat pencetak briket

dan kemudian dicetak dengan tekanan hidrolik 4 kg, 5 kg dan 6 kg. Kemudian briket dikeluarkan dari cetakan dan diangin-anginkan diudara terbuka selama ± 24 jam. Briket arang dikeringkan didalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam. Briket arang yang dihasilkan akan dianalisa kualitas nilai kalor dan waktu lama uji nyala.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil proses pembriketan.

Hasil proses pembuatan briket arang dari bambu menggunakan alat pencetak hidrolik dengan dimensi berbentuk silinder berlubang, Diameter dalam (Di) 2 cm, Diameter luar (Do) 5 cm dan Tinggi 10 cm. Hasil yang didapat dapat ditunjukkan sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Spesifikasi produk briket.

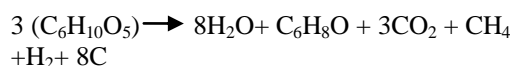
Sedang ukuran dimensi briket bioarang menjadi sebagaimana tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Ukuran Briket Arang Bambu

Tekanan Hidrolik (kg)	Diameter (cm)		Tinggi (cm)
	Di	Do	
4	2	5	5
5	2	5	4,5
6	2	5	4

#### 1. Hasil Analisa Nilai Kalor

Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket arang. Adapun kadar karbon terikat bambu 71,45%, menurut Djani Hendra (2007) reaksi kimia biomassa menjadi bioarang:



Reaksi oksidasi ini terjadi pada proses pirolisis yang terbagi menjadi dua fase, yaitu fase pengeringan dan fase pirolisis. Bioarang terbentuk pada fase pirolisis dengan suhu 300–500 °C. Nilai kalor adalah sebagai identifikasi standard mutu yang paling tinggi bagi briket sebagai bahan bakar. Sehingga nilai kalor akan menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar briket maka semakin baik pula kualitas briket arang yang

dihasilkan. Hasil analisa nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Nilai Kalor (kkal/gr) Briket bioarang Bambu.

Tekanan Hidrolik (kg)	Ukuran Partikel (mesh)				
	20	25	30	35	40
4	6.762	6.542	6.929	6.813	6.881
5	6.818	6.866	6.655	7.132	7.174
6	7.081	7.087	6.858	7.624	7.264

Terlihat pada Tabel 2 diatas bahwa nilai kalor tertinggi adalah 7.624,00 kkal/gr dihasilkan oleh sampel dengan tekanan hidrolik 6 kg, ukuran partikel 35 mesh, sedangkan nilai kalor terendah 6.655,55 kkal/gr diperoleh dari sampel dengan tekanan hidrolik 5 kg, ukuran partikel 30 mesh. Hal ini disebabkan pada temperatur tinggi (500 °C) terjadi kenaikan % nilai kalor di ukuran partikel 35 mesh dan 40 mesh karena pada temperatur tersebut dipengaruhi oleh regim reaksi kimia, dimana semakin tinggi temperatur maka reaksi akan naik selain itu adanya sensitifitas terhadap temperatur mengakibatkan reaksi naik.

Menurut Levenspiel, O., 1972 berlaku :

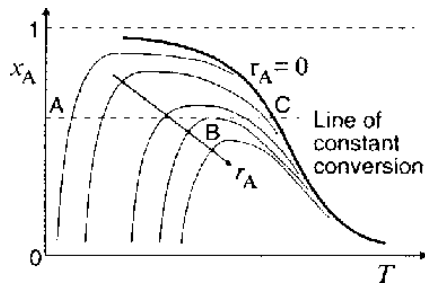
$$\frac{1}{K_2 C_B} \geq \frac{1}{K_{La}}$$

bahwa tahanan reaksi ≥ tahanan transfer massa, sehingga reaksi kimia akan lebih cepat naiknya apabila dibandingkan dengan transfer massa yang hanya sedikit naik. Sedang pada temperatur yang lebih rendah (<500 °C) terjadi penurunan % nilai kalor di ukuran partikel 30 mesh, hal ini menunjukkan bahwa reaksi yang terjadi dipengaruhi oleh regim termodinamika, dimana pada saat mengalami kesetimbangan, reaksi mengalami penurunan. Hal ini karena terjadi reaksi reversibel exotermik, dimana semakin tinggi temperatur maka reaksi akan bergeser ke kiri, sehingga nilai % nilai kalor juga menurun. Hal ini berlaku

$$X_{Ac} = \frac{K}{1 + K}$$

dengan: K adalah konstante kesetimbangan reaksi  
X<sub>Ae</sub> adalah konversi reaksi.

Jika temperatur naik maka nilai K akan menurun dan nilai konversi keseimbangan juga menurun. Gambar 2 menunjukkan bentuk garis equilibrium untuk reaksi reversibel eksotermik.



**Gambar 2.** Hubungan konversi dan temperatur pada berbagai laju reaksi /reaksi reversibel Exotermik. (Levenspiel)

Pada Gambar 2. jelas menunjukkan bentuk garis equilibrium untuk reaksi reversibel eksotermik. Pada konversi tertentu laju reaksi mula-mula akan naik sampai mencapai maximumnya kemudian turun. Garis yang dekat dengan garis equilibrium menunjukkan laju reaksi yang rendah. Makin jauh dari garis equilibrium makin tinggi laju reaksinya.

### 3. Hasil Analisa Lama Waktu Nyala

Kecepatan dan lama waktu pembakaran untuk briket arang dapat dilihat pada Tabel 3. Dari analisa lama waktu nyala briket arang diperoleh data yang terlihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Hasil Uji Lama Waktu Nyala (menit) Briket Arang Bambu.

Tekanan Hidrolik (kg)	Ukuran Partikel (mesh)				
	20	25	30	35	40
4	55,24	57,18	61,32	62,07	61,86
5	59,34	61,37	63,05	64,14	63,92
6	60,4	63,43	65,47	67,53	67,64

Tabel 3 memperlihatkan bahwa durasi waktu pembakaran briket arang bergantung pada kuat tekan dan ukuran mesh, semakin besar kuat tekan dengan ukuran mesh yang besar menghasilkan lama waktu nyala yang terlama yaitu 67,64 menit dengan ukuran partikel 40 mesh dan tekanan hidrolik 6 kg sedang lama waktu nyala yang cepat habis adalah 55,24 menit dengan ukuran partikel 20 mesh dan tekanan hidrolik 4 kg. Hal ini disebabkan karena semakin besar kuat tekan dan ukuran partikel semakin kecil akan meningkat kan kerapatan massanya dan terjadi perpindahan panas secara konduksi sehingga panas akan mudah merambat dari partikel yang satu ke partikel yang lain dan tidak cepat habis/waktu nyala semakin lama. Sebaliknya untuk kuat tekan yang rendah dan ukuran partikel yang lebih besar akan membentuk susunan partikel renggang/ tidak rapat sehingga panas akan sulit merambat dan waktu nyala akan lebih cepat.

### 4. Hasil Analisa Statistik.

Hasil perhitungan statistik yang didapat dengan menggunakan kurva respon, menunjuk kan bahwa ukuran partikel dan kuat tekan saling mempengaruhi. Hasil analisa Design Expert software, didapatkan 2 solusi titik optimal seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel. 4. Solusi Titik Optimal.

No	Kuat tekan (kg)	Ukuran Partikel (mesh)	Nilai Kalor (kkal/gr)	Lama Waktu Nyala (menit)	Desirability
1	4,08	30,11	6893,49	61.5203	0,843
2	4,57	34,93	7098,14	63.2723	0,905

Hasil analisa Design Expert menunjukkan bahwa nilai optimal dari berbagai ukuran tekanan (4 kg, 5 kg, 6 kg) dan ukuran partikel 20 mesh, 25 mesh, 30 mesh, 35 mesh dan 40 mesh, adalah solusi no.2 karena memiliki nilai *Desirability* yang mendekati angka 1 (=0,905). Sehingga Nilai Kalor dan Lama Waktu Nyala berada pada titik optimal kuat tekan 4,57 kg dan ukuran partikel 34,93 mesh dimana pada titik tersebut nilai kalor mencapai 7098,14 kkal/gr dan lama waktu nyala 63,2723 menit.

## SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan, menunjukan bahwa titik optimal pada perlakuan variabel ukuran partikel dan kuat tekan ada pada ukuran partikel 34,93 mesh dan kuat tekan 4,57 kg dengan Nilai Kalor sebesar 7.098 kkal/gr dan Lama Waktu Nyala sebesar 63,27 menit yaitu yang mempunyai nilai *Desirability* mendekati angka 1 (=0,905). Sehingga dapat disimpulkan bahwa Ukuran Partikel dan Kuat Tekan, tidak berpengaruh terhadap Nilai Kalor tetapi berpengaruh terhadap Lama Waktu Nyala.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada DITLITABMAS DIKTI, Kopertis 7, Dekan Fakultas Teknik, KPS Teknik Kimia dan segenap petugas Laboratorium Bioenergy, Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang yang telah memberi bantuan dengan sungguh-sungguh, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar dan selesai tepat waktu.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2010. **Pirolisis**. (*online*).  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Pirolisis>.  
Diakses 28/5/2014. Pukul 09:48.
- Djeni Hendra, 2007. Pembuatan Briket Arang Dari campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif.
- Husada, T. I. 2008. Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif. (*online*).  
<http://digilib.unnes.ac.id>. Diakses 25/4/2010. Pukul 18.27.
- Pari, G. 2002. Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu. Makalah Falsafah Sains. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Syafi'i, W., 2003. Hutan Sumber Energi Masa Depan. [www.kompas.co.id](http://www.kompas.co.id). Harian Kompas. Diakses 15 April 2003.
- Sukseswati, Dini D. 2010. Karakteristik Sifat Fisik Dan Kimia Minyak Hasil Pirolisis Lambat Campuran Sampah Kertas dan Daun. <http://digilib.uns.ac.id/upload/dokumen/176090702201101041.pdf>
- Widya, 2006. Bambu merupakan tanaman yang tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia.  
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/33209/4/Chapter%20II.pdf>