

---

## KARAKTERISTIK MEKANIK DAN *THERMAL* DARI BRIKET SAMPAH KOTA

Lukas Kano Mangalla, Jenny Delly, Saprianto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Kendari

E-mail: lk.mangalla@gmail.com

### Abstrak

Sampah biomassa merupakan salah satu sumber energi yang potensial dikembangkan untuk berbagai kebutuhan rumah tangga dan industri. Penanganan sumber energi tersebut akan lebih efektif dengan membriketkannya agar supaya densitas energinya meningkat, mudah penanganannya dan transportasi. Penelitian ini mempelajari karakteristik mekanik dan *thermal* dari briket yang terbuat dari beberapa biomassa sampah kota yakni 25% serbuk gergajian kayu, 25% serbuk kulit kelapa, 25% serbuk kulit kacang dan 25% serbuk batok kelapa. Campuran sampah organik tersebut dibriketkan dengan variasi perekat sebanyak 10%, 20% dan 30% (basis massa) pada tekanan pembriketan 160kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian mekanik dilakukan dengan menjatuhkan secara bebas dari ketinggian 2 m sementara pengujian pembakaran dari setiap komposisi briket dilakukan dalam tungku silindris yang dilengkapi dengan alat ukur seperti timbangan digital, dan *K-type thermocouple*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembriketan biomassa sampah kota yang dibuat sangat potensial dijadikan sebagai bahan bakar alternatif bagi masyarakat, khususnya briket dengan komposisi perekat 20% yang memiliki karakteristik fisik dan *thermal* yang cukup baik.

**Kata Kunci:** *Briket, sampah kota, perekat, karakteristik fisik dan thermal*

### Abstract

*Biomass of municipal solid waste can be used as an alternative energy resource for several combustion purposes especially domestic and industry scheme. Utilization of this material can be more effectively through the compacting processing in order to improve energy density, ease of handling and transportation. This study investigate mechanical and thermal characteristics of the briquettes made from several kinds of biomass that consist of 20% sawdust, 25% of coconut shell, 25% of nut shell and 25% of cacao shell. All of the biomass were mixed with several compositions of binder made from cassava gell starting from 10%, 20% and 30% respectively. Every single composition made from this compositions was compacting in cylindrical moulding at 160kg/cm<sup>2</sup>. Mechanical characteristic was evaluated by free falling of briquettes fom 2 m of height whiles thermal performance was investigated in a cylindrical combustion furnace equipped with measurement devices such as mass balance and K-Type thermocouple. Results of the study indicate that bio-briquettes of solid waste is offering the great alternative source of energy especially for briquette of 20% binder.*

*Keywords: Briquette, solid waste, binder, mechanical and thermal characteristics*

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi dan kemajuan dalam semua lini kehidupan masyarakat. Selama ini kebutuhan energi utama bersumber dari bahan bakar fosil yang *non-renewable*, mahal dan merusak lingkungan. Karena itu harus segera diimbangi dengan penyediaan sumber energi

alternatif yang *renewable*, melimpah, ramah lingkungan dan murah harganya sehingga terjangkau oleh masyarakat. Pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia masih tergolong sangat rendah, baru mencapai 3% (Muhammad, 2014), sementara Kebijakan Energi Nasional (KEN) menargetkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan pada

tahun 2025 diperkirakan mencapai 23%. Karena itu pemerintah mendorong semua pihak untuk mengembangkan sumber energi baru dan terbarukan sebagai sumber energi di masa depan. Salah satu potensi sumber energi terbarukan yang tersedia dimasyarakat kota adalah limbah padat kota.

Sampah kota semakin meningkat seiring bertambahnya penduduk dan meningkatnya taraf hidup masyarakat di suatu kota. Bahan ini didominasi oleh sampah organik yang berasal dari berbagai sumber seperti biomassa dari limbah kayu olahan, buangan rumah tangga, limbah pertanian/perkebunan dan limbah industri. Di Indonesia material organik biomassa ini mencapai 60% dalam limbah padat perkotaan yang dihasilkan sekitar 64 Juta ton/tahun (KLHK, 2015; Ciptakarya 2014) sehingga sangat potensial untuk dijadikan sumber energi alternatif bagi masyarakat. Limbah biomassa ini memiliki kandungan energi yang cukup besar, bervariasi dari 10-25MJ/kg (Gug dkk, 2015; Themelis and Mussche, 2014). Jenis bahan biomassa seperti ini meskipun memiliki densitas energi yang rendah tetapi mempunyai kadar volatil yang tinggi sehingga pembakarannya dimulai pada temperatur yang rendah (Grover dan Mishra, 1996). Karena itu untuk meningkatkan densitas kalornya maka bahan bakar biomassa ini sebaiknya dibriketkan (Syamsiro and Saptoadi, 2007).

Briket biomassa merupakan suatu bahan bakar yang sangat potensial dibandingkan dengan penggunaan biomassa secara langsung. Briket ini memiliki *densitas energy* yang lebih tinggi, mudah penanganan dan dapat digunakan dalam sistem pembakaran otomatis karena bentuknya yang seragam. Proses pembriketan (densifikasi) dilakukan dibawah tekanan atau temperatur yang cukup tinggi dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi sesuai kebutuhan.

Densifikasi biomassa ini bertujuan selain untuk meningkatkan densitas energinya juga menurunkan persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Ditinjau dari segi pembakarannya, briket biomassa membutuhkan porositas yang besar agar api dapat berdifusi ke dalam bahan bakar dan meningkatkan laju pembakarannya (Saptoadi, 2008). Sifat seperti ini sangat dipengaruhi oleh ukuran partikelnya dan bahan perekat yang digunakan. Karena itu untuk membuat briket yang berkualitas baik maka briket tersebut seharusnya memiliki ciri-ciri seperti keras, kering dan tahan lama, dengan memiliki kadar abu yang sangat sedikit setelah pembakaran. Berdasarkan pada kajian tersebut maka tulisan ini membahas tentang karakteristik mekanik dan thermal briket berbahan dasar sampah padat perkotaan (*Manucipal Solid Waste*). Hasil penelitian ini diharapkan mendorong kebijakan penggunaan briket biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbaik bagi masyarakat sehingga dapat mengurangi polusi bagi lingkungan.

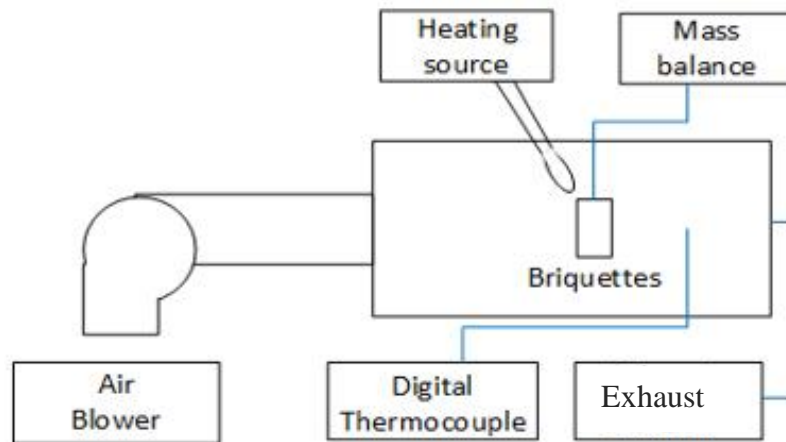
## 2. METODE PENELITIAN



(1)

(2)

Gambar (1) Cetakan Briket dan ( 2). Alat press briket



Gambar 3. Skematik pengujian pembakaran

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas campuran serbuk cangkang kelapa (CK), serbuk kulit kacang (KK), serbuk kulit kakao (KO) dan serbuk kayu gergajian (KG). Bahan ini dicampur dengan perbandingan masing-masing 25% (basis massa). Selanjutnya bahan tersebut dibriketkan dengan menggunakan perekat kanji yang dibuat dengan dicampurkan air panas sampai menjadi seperti lem. Dalam penelitian ini perbandingan antara bahan biomassa (B) dengan perekat (P) untuk dibuat briket divariasikan mulai dari 10%P/B, 20%P/B dan 30%P/B (basis massa). Untuk setiap komposisi briket tersebut dilakukan pengujian *proximate analysis* menggunakan ASTM D 1762-84 dan ASTM D 3172-89 untuk menentukan kandungan karbon tetap, uap air, gas volatil dan kadar abunya. Dilakukan pula perhitungan nilai kalor untuk masing-masing komposisi briket dengan menggunakan alat DSC 4000.

Pembriketan dilakukan dalam suatu wadah silindris berukuran panjang 5cm dan diameter 2cm (Gambar.1). Campuran biomassa dan perekat yang telah disiapkan kemudian diisikan penuh ke dalam wadah tersebut sebelum dilakukan penekanan (Gambar 2) sebesar  $160\text{kg}/\text{cm}^2$ . Dengan cara pembriketan tersebut maka dihasilkan ukuran panjang briket sekitar 2,5cm-3,0cm. Setelah selesai dibriketkan maka

selanjutnya briket tersebut dikeringkan secara alami selama 4 hari sebelum dilakukan pengujian mekanis dan *thermal*. Pengujian mekanis briket tersebut dilakukan dengan menjatuhkan secara bebas dari ketinggian 2m dan hal ini dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap komposisi pembriketan. Perbandingan antara massa yang tersisa selama jatuh bebas tersebut dengan massa awal briket disebut dengan indeks ketahanan briket (*Briquette durability index*, BDI). Tes ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan briket serta dan ketahanan briket setelah dikompaksi dengan tekanan tertentu. Setelah pengujian BDI dilakukan maka selanjutnya briket tersebut diuji dalam tungku pembakaran silindris seperti terlihat pada Gambar 3. Uji pembakaran briket ini dilakukan dengan mengambil 5 buah briket untuk setiap komposisi untuk dibakar sampai habis. Selama pembakaran sejumlah briket tersebut dilakukan pengukuran terhadap laju perubahan massa selama pembriketan dan suhu pembakaran briket dalam tungku tersebut.

Hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan tersebut akan memberikan gambaran mengenai karakteristik fisik dan *thermal* dari briket yang dihasilkan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik serta menginterpretasikan setiap grafik yang dibuat dari data tersebut. Kesimpulan diperoleh dari

analisis data pengujian dan eksperimen yang dilakukan terhadap briket yang dibuat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *proximate analysis* briket yang digunakan dalam penelian ini dapat dilihat pada tabel 1. Dari pengujian tersebut terlihat bahwa semakin besar komposisi perekat makin kecil nilai karbon *fixed*, kadar abu dan gas volatilnya, sementara kadar abunya makin bertambah. Nilai kalor semakin rendah untuk kenaikan bahan perekat karena semakin rendah prosentase biomassa dalam briket tersebut.

Tabel 1. Sifat briket yang dibuat

No	Parameter	Komposisi perekat dalam biomassa		
		10%	20%	30%
1	Kadar air(%)	4.9	5.56	5.19
2	Kadar Abu(%)	7.32	8.09	8.7
3	Volatile Matter(%)	15.63	15.13	15.23
4	Fix carbon(%)	72.15	71.22	70.89
5	Nilai Kalor (kal/gr)	6252.28	4989.71	4088.77

Variasi kandungan biomassa dalam briket mempunyai karakteristik yang berbeda untuk setiap komposisi briket yang diamati. Dari beberapa pengujian yang dilakukan terhadap karakteristik fisik dan *thermal* menunjukkan bahwa setiap briket memiliki karakteristik yang berbeda. Gambar 4 berikut ini memperlihatkan visualisasi bentuk briket yang diamati dalam penelitian ini.

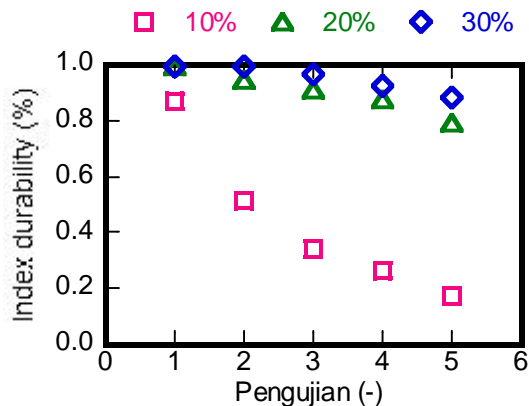


Gambar 4. Visualisasi briket uji

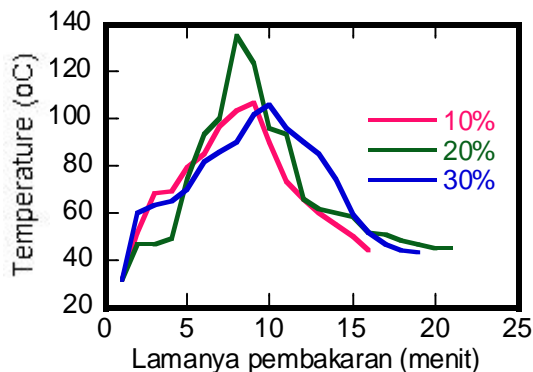
Nilai kalor semakin rendah untuk kenaikan bahan perekat karena semakin rendah persentase biomassa dalam briket tersebut. Pengujian karakteristik mekanik yang dilakukan terhadap briket dimaksudkan untuk melihat kekuatan dan ketahanan briket untuk komposisi perekat yang berbeda. Indeks ketahanan briket (BDI) yang digunakan dalam *analysis* ini dirumuskan sebagai berikut:

$$BDI = \frac{\text{Massa sisa}}{\text{Massa mula} - \text{mula}}$$

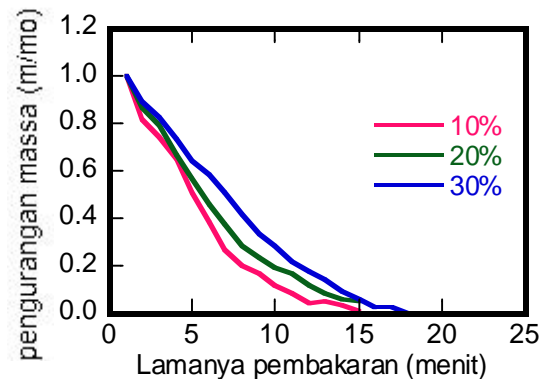
Hasil penujian BDI dapat memperlihatkan bahwa komposisi perekat 10% sangat rawan terhadap kerapuhan dan kekuatan yang rendah sehingga mudah pecah dan tidak stabil dalam transportasi, penyimpanan dan penanganannya. Semakin banyak perekat dalam briket maka semakin kuat briket yang dihasilkan. Sifat ini dapat dilihat pada grafik berikut dalam Gambar 5.



Gambar 5. Indeks ketahanan briket



Gambar 6. Temperatur ruang bakar selama pembakaran.



Gambar 7. Laju perubahan massa briket

Temperatur pembakaran merupakan hasil reaksi *exothermis* dari bahan bakar dengan udara pembakaran. Dalam pengujian ini diukur temperatur ruang bakar sekitar 2cm dari tempat pembakaran briket. Hasil pengamatan memperlihatkan komposisi 20% memiliki temperature tertinggi sebesar 135°C diikuti oleh briket 10% dan 30%. Ini mengindikasikan bahwa briket komposisi 20% perekat memberikan pembakaran terbaik meskipun nilai kalor lebih rendah dari komposisi 10%.

Laju perubahan massa selama proses pembakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kandungan *volatile matter* (Sudharmanta, 2010) dan difusi udara ke dalam zat terbakar (Saptoadi, 2008). Semakin besar kandungan volatile matter dalam bahan bakar padat, semakin mudah dan cepat terbakar bahan tersebut. Demikian pula dengan difusi udara yang cukup ke dalam bahan bakar akan menyempurnakan pembakaran dalam ruang bakar. Dalam gambar 7 terlihat bahwa komposisi 10% mengalami perubahan massa yang besar dan cepat selama pembakaran dilanjutkan dengan 20% dan 30%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengamatan yang *comprehensive* terhadap karakteristik mekanik dan *thermal* briket biomassa sampah kota memberikan kesimpulan sebagai berikut:

- Briket biomassa yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan energi dimasyarakat karena nilai densitas kalor yang cukup besar.
- Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dengan komposisi perekat 20% memberikan nilai optimal untuk kedua sifat mekanis dan *thermal* tersebut.
- Semakin tinggi komposisi perekatnya maka semakin kuat briket yang dihasilkan namun nilai kalornya semakin rendah sehingga menurunkan temperatur pembakaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ciptakarya, 2014, Menuju Indonesia Bebas Sampah 2020, *Buletin Ciptakarya*, Edisi 02 tahun ke VIII, 2014.

Gug J., Cacciola D. dan Sobcowicz M.J., 2015, Processing and Properties of solid Energy Fuel From Solid Manicipal Solid Waste (MSW) and Recycled Plastics, *Journal of Waste Management*, Nno. 35 pp 283-292.

Grover P.D., and Mishra S.K., 1996, *Biomass briquetting: Technology and Practice*, Bangkok: FAO.

KLHK, 2015, *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)*.

Mangalla L.K. Musaruddin M. dan Rianse U., 2016, *Exploring Combustion and Emissions Characteristics of Carbonized Biomass-Lignite Blended Briquettes*, Proceed. of the 9<sup>th</sup> Int.Conf. on Energy Development, Env. and Biomedicine, Seoul Korea, pp.171-175.

Mangalla, L.K., Balaka, R., Sudarsono, dan Amiruddin, 2010, "Karakteristik Pembakaran Briket Bioarang dari Sekam Padi dan Limbah Kayu Jati", Prosiding Seminar Nasional *Thermofluid* UGM Yogyakarta pp.123-127.

Muhammad A., 2014, *Barriers Of Commercial Power Generation Using Biomass Gasification Gas: A review*, *Renew Sustain Energy Rev* 29, pp 201-215.

Saptoadi, H., 2008, *The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size*, *Asian J. Energy Environ.*, Vol. 9, Issue 3 and 4, pp. 161-175.

Sebnem, Y. dan Hasan S., 2013, *A Review On The Methods For Biomass To Energy Conversion System Design*, *Renew Sustain Energy Rev* 25, pp 420-430.

Subroto, 2006, Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu dan Jerami, *Jurnal Media Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Vol.7 No. 2 pp.47-54.

Syamsiro dan Saptoadi, H., 2007, "Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao, Pengaruh Temperatur Udara Preheat", *Jurnal Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta, pp. B-1 – B 10.

Themelis N.J dan Mussche C., 2014, *Energy And Economic Value of Municipal Solid Waste (MSW) Including Non-Recycled Plastics (NRP) Currently landfilled In the fifty States*, (diakses di [www.americanchemistry.com](http://www.americanchemistry.com)).