

---

---

## PENGOLAHAN LIMBAH SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Rilo Chandra Muhamadin <sup>1</sup>, Alviani Hesthi Permata Ningtyas <sup>1</sup>, Ilham Arifin Pahlawan <sup>1</sup>, Rizkyansyah Alif Hidayatullah <sup>1</sup>, Hidayat <sup>2</sup>, Purwaningtyas Noor Mariansyah <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

<sup>3</sup> UPT Tempat Pengolahan Akhir Sampah Kabupaten Gresik  
Jl. M. Yamin No. 17, Gresik 61151, Indonesia

e-mail : rilochandra@umg.ac.id

### ABSTRAK

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk. Persediaan bahan bakar fosil semakin berkurang sebab bahan bakar ini termasuk energi yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), namun permintaannya semakin tinggi seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk. Briket dapat dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar menggunakan teknik densifikasi. Penelitian ini merupakan bentuk kontribusi peneliti untuk mensukseskan program ekonomi hijau yang ada di Indonesia. Produk briket dari sampah ini bertujuan untuk mengurangi volume sampah yang tidak tertangani dengan baik. Penelitian ini dilakukan di UPT TPA Kabupaten Gresik dan dilakukan menggunakan mesin *Refuse Derived Fuel* (RDF) untuk membantu proses pemilahan sampah. Setelah pemilahan sampah dilakukan, sampah organik dikeringkan dan dimasukkan kedalam mesin predator untuk. Briket yang telah dihasilkan kemudian diuji kadar air, abu, karbon terikat, zat terbang, dan nilai kalori. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kadar air 4,67%, kadar abu 10,42%, kadar karbon terikat 77,21%, kadar zat terbang 7,69% dan nilai kalori 8.132 kalori/gram. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan standar briket yang telah ditetapkan di Indonesia SNI No.1/6235/2000. Hasil perbandingan briket yang dihasilkan dengan standar SNI menyatakan bahwa parameter kadar air, karbon terikat, zat terbang dan nilai kalori sudah sesuai dengan standar SNI. Namun pada kadar abu briket yang dihasilkan belum sesuai dengan standar SNI.

**Kata kunci** : sampah organik, sampah non-organik, briket

### ABSTRACT

*Energy needs are increasing along with the times and population growth. The supply of fossil fuels is dwindling because they include unrenewable energy, but demand is increasing as the population grows. Briquettes can be utilized as fuel energy using densification techniques. This research is a form of researchers' contribution to the success of green economy programs in Indonesia. This briquette product from waste aims to reduce the volume of waste that is not handled properly. This research was conducted at UPT TPA Gresik District and was carried out using a Refuse Derived Fuel (RDF) machine to help the waste sorting process. After waste sorting process, the organic waste is dried and put into predator machines. The briquettes that have been produced are then tested for moisture content, ash, fixed carbon, volatile matter, and calorific value. From the test results, the moisture content value 4.67%, ash content 10.42%, fixed carbon 77.21%, volatile matter 7.69% and the calorific value was 8,132 calories/gram. The test results are then compared with briquette standards that have been set in Indonesia SNI No.1/6235/2000. The results of the comparison of briquettes produced with SNI standards state that the parameters of moisture content, fixed carbon, volatile matter and calorific values are in accordance with SNI standards. However, the ash content of briquettes produced is not in accordance with SNI standards.*

**Keywords** : organic waste, non-organic waste, briquettes

---

### Jejak Artikel

Upload artikel : 12 Maret 2024

Revisi : 25 April 2024

Publish : 31 Mei 2024

---

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk. Energi diperlukan untuk kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga. Namun berkurangnya cadangan minyak dan penghapusan subsidi menyebabkan harga minyak naik dan kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Seperti halnya yang terjadi saat ini, dimana bahan bakar minyak (BBM) makin langka dan harganya makin mahal dan secara sosial ekonomi berdampak pada masyarakat sebagai konsumen (Rahmat, 2023).

Persediaan bahan bakar fosil semakin berkurang sebab bahan bakar ini termasuk energi yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), namun permintaannya semakin tinggi seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk. Indonesia memiliki potensi energi *biomassa* yang bersumber dari limbah pertanian seperti: produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, *polywood*, pabrik gula, kakao, dan lainnya (GA & Nuriana, 2014). Masalah ekonomi dan lingkungan untuk mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub> dari rumah kaca dan meningkatkan fleksibilitas bahan bakar telah memotivasi penggunaan bahan bakar biomassa sebagai pengganti bahan bakar fosil untuk panas dan pembangkit listrik (JianFeng Shen, ShuGuang Zhu, XinZhi Liu, HouLei Zhang, 2010).

Keuntungan penggunaan biomassa adalah sifatnya dapat diperbarui, ramah lingkungan, mengurangi emisi efek rumah kaca, dan gas yang bersifat asam. Namun, apabila biomassa tersebut hanya dibakar langsung maka akan timbul permasalahan, seperti nilai bakar yang rendah, nilai densitas *bulk* yang rendah, serta kadar emisi polutan yang tinggi. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dan memperoleh hasil yang optimal, biomassa tersebut harus diolah terlebih dulu dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada segi pembakaran. Karakteristik pembakaran biomassa sebagian besar dipengaruhi oleh komposisi dari bahan baku yang digunakan (Alejandro Amaya, Mariana Corengia, Andrés Cuña, Jorge De Vivo, Andrés Sarachik, 2015).

Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini adalah energi biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, dan dapat diperbaharui. Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar 50.000 megawatt yang bersumber dari berbagai biomassa, seperti: limbah rumah tangga, industri kayu, dan limbah hasil perkebunan/pertanian lainnya (R., 2007). Namun, apabila biomassa tersebut hanya dibakar langsung maka akan timbul permasalahan, seperti nilai kalori yang rendah, densitas bulk yang rendah, serta kadar emisi polutan yang tinggi. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dan memperoleh hasil yang optimal, biomassa tersebut harus diolah terlebih dulu dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada segi pembakaran. Karakteristik pembakaran biomassa sebagian besar dipengaruhi oleh komposisi dari bahan baku yang digunakan (Alejandro Amaya, Mariana Corengia, Andrés Cuña, Jorge De Vivo, Andrés Sarachik, 2015).

Briket dapat dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar menggunakan teknik densifikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Teknik ini bertujuan untuk meningkatkan densitas (kerapatan) dari bahan dan memudahkan penyimpanan serta pengangkutan. Konversi biomassa dapat menaikkan nilai kalori per unit volume, mudah disimpan dan diangkut. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari briket adalah bahan baku, kadar air, ukuran partikel, kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, dan perlakuan setelah proses produksi (Ying et al., 2014). Salah satu parameter penentu kualitas bahan bakar biomassa adalah nilai kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran. Peningkatan nilai kalor bahan bakar biomassa dapat dilakukan melalui proses densifikasi. Densifikasi merupakan proses pengkompakan residu menjadi produk yang mempunyai densitas lebih tinggi daripada bahan baku aslinya (SC, 1998).

Proses pengolahan bahan baku biomassa menjadi briket menggunakan prinsip dasar densifikasi. Proses ini mengakibatkan naiknya nilai kalorifik volumetri suatu bahan bakar, mengurangi biaya transportasi, dan dapat membantu meningkatkan penggunaan bahan bakar di daerah terpencil. Sesuai dengan prinsip dasar dari pemadatan material padat digunakan

sebagai bahan baku awal. Jika partikel ditekan dengan tekanan tinggi maka tidak dibutuhkan perekat. Kekuatan dari pengompakkan tersebut disebabkan oleh adanya gaya Van der Waals, atau interlocking (Damayanti et al., 2017).

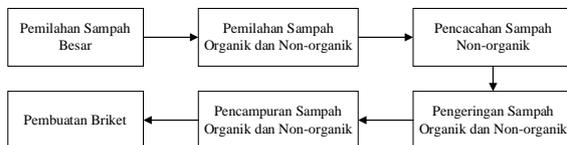


**Gambar 1.** Briket dari Campuran Sampah Organik dan Non-organik.

Penelitian ini merupakan bentuk kontribusi para peneliti untuk mensukseskan visi pemerintah dalam upaya mendukung program ekonomi hijau yang ada di Indonesia. Produk briket dari sampah organik ini juga bertujuan untuk mengurangi volume sampah yang tidak tertangani dengan baik. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai mutu briket dari sampah organik dan non-organik yang ada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kabupaten Gresik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di UPT TPA Sampah Kabupaten Gresik. Prosedur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2. Pemilahan sampah dilakukan dengan menggunakan mesin *Refuse Derived Fuel* (RDF) seperti pada Gambar 3. Mesin RDF yang saat ini digunakan mampu memilah 2 ton sampah organik dan non-organik setiap harinya.



**Gambar 2.** Prosedur Penelitian



**Gambar 3.** Mesin RDF.

Prinsip kerja mesin RDF diawali dengan pemilahan sampah menggunakan tenaga manusia dengan mengeluarkan limbah yang dapat merusak performa mesin RDF seperti limbah kaca, plat besi, balok kayu, dll yang ditunjukkan pada Gambar 4. Setelah itu limbah sampah diangkut dengan *conveyot belt* sampah organik akan turun ke pemilahan pertama. Sampah non-organik kemudian ditiupkan dan dicacah dengan pisau untuk memperkecil ukuran sampah non-organik seperti pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Pemilahan Sampah



**Gambar 5.** Sampah Non-organik hasil pemilahan

Pada tahap selanjutnya sampah organik dan non-organik dikeringkan selama 24 jam di ruangan terbuka untuk mengurangi kadar air yang terkandung. Setelah proses pengeringan sampah organik dan non-organik dicampur dengan mixer dengan komposisi 50%-50%. Alat yang digunakan untuk menghasilkan briket adalah mesin predator seperti pada Gambar 2. Sampah organik dan non-organic kemudian dimasukkan ke dalam mesin predator secara bertahap.



Gambar 2. Mesin Predator

Briket sampah yang dihasilkan kemudian diuji dekan keluar dan diuji kadar air (ASTM D 3173), kadar abu (ASTM D 3174), kadar zat terbang (ISO 562-2010), karbon terikat (ASTM D3172), dan nilai kalori (ASTM D5865). Hasil uji kemudian dibandingkan dengan standar SNI No.1/6235/2000 sebagai acuan briket yang dihasilkan sudah memenuhi standar produk yang telah ditetapkan di Indonesia. Tabel 1 menjelaskan standar SNI No.1/6235/2000.

Tabel 1. Standar SNI No.1/6235/2000

No.	Parameter Uji	Standar SNI
1.	Kadar Air (%)	$\leq 8$
2.	Kadar Abu (%)	$\leq 8$
3.	Kadar Karbon Terikat (%)	$\geq 77$
4.	Kadar Zat Terbang (%)	$\leq 15$
5.	Nilai Kalori (kal/gram)	$\geq 5000$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji dari kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat dan nilai kalori dapat dilihat pada tabel 2. Pengujian kadar air dilakukan sebagai salah satu parameter untuk menentukan kualitas briket yang mempengaruhi nilai kalor pembakaran, kemudahan menyala, daya bakar, dan jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran. Kadar air yang tinggi dalam briket dapat menurunkan nilai kalor pembakaran, membuat proses penyalaan lebih sulit, dan menghasilkan banyak asap (Rahman, 2011). Menurut standar SNI No.1/6235/2000, kadar air pada briket yang telah diproduksi harus  $\leq 8\%$ . Hasil pengujian kadar air pada briket yang dihasilkan adalah 4,6%, yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Semakin kecil kadar air, mutu briket yang dihasilkan akan semakin baik.

Tabel 2. Hasil Uji Briket

No.	Parameter Uji	Standar SNI	Hasil Uji
1.	Kadar Air (%)	$\leq 8$	4,67
2.	Kadar Abu (%)	$\leq 8$	10,42
3.	Kadar Karbon Terikat (%)	$\geq 77$	77,21
4.	Kadar Zat Terbang (%)	$\leq 15$	7,69
5.	Nilai Kalori (kal/gram)	$\geq 5000$	8.132

Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan mutu briket karena mengurangi nilai kalor. Abu adalah sisa dari proses pembakaran yang tidak mengandung unsur karbon atau nilai kalor. Komponen utama abu dalam biomassa meliputi kalsium, potasium, magnesium, dan silika, yang mempengaruhi nilai kalor pembakaran. Kadar abu merupakan parameter penting karena bahan bakar tanpa abu, seperti minyak dan gas, memiliki sifat pembakaran yang lebih baik (Christanty, 2014).

Menurut standar SNI No.1/6235/2000, kadar abu pada briket yang telah diproduksi harus  $\leq 8\%$ . Semakin rendah kadar abu, semakin baik

mutu briket. Dari hasil pengujian briket yang dihasilkan didapatkan nilai 10,42%. Briket yang dihasilkan masih belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tingginya kadar abu dapat dipengaruhi oleh kandungan bahan anorganik terkandung, seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ),  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{MgF}_2$ , dan Fe (Iskandar et al., 2020).

Karbon terikat adalah komponen fraksi karbon (C) dalam bahan yang tidak termasuk air, abu, dan zat terbang. Keberadaan karbon terikat dalam briket dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar zat terbang dalam briket tersebut. Pengukuran karbon terikat menunjukkan jumlah material padat yang dapat terbakar setelah komponen zat terbang dihilangkan dari bahan. Kadar karbon adalah parameter kualitas bahan bakar karena mempengaruhi nilai kalor. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, sehingga kualitas bahan bakar akan semakin baik (Iskandar et al., 2020).

Hasil uji menunjukkan bahwa briket telah memenuhi standar SNI No.1/6235/2000, yang mensyaratkan kadar karbon  $\geq 77\%$ . Semakin besar kadar karbon, semakin baik mutu briket. Nilai kadar karbon dapat dipengaruhi oleh proses pencampuran. Semakin tinggi kadar perekat kanji, semakin tinggi pula kadar abu, sehingga nilai karbon menurun. Kadar karbon juga dipengaruhi oleh proses pengeringan. Semakin lama waktu pengeringan briket, kadar air dalam briket menurun, yang mengakibatkan peningkatan nilai kalor dan kadar karbon.

Kadar zat terbang dapat digunakan sebagai parameter untuk mengukur jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran. Semakin tinggi kadar zat terbang yang terkandung dalam briket, semakin banyak asap yang dihasilkan pada saat proses pembakaran. Tingginya kadar zat terbang disebabkan oleh komponen kimia yang mudah menguap pada suhu pembakaran tinggi. Selain itu, kadar zat terbang yang tinggi pada briket disebabkan oleh tidak adanya proses karbonisasi. Karbonisasi dapat mengurangi kadar zat terbang karena tidak ada oksigen dalam proses tersebut, sehingga komponen zat terbang hilang dan karbon tetap berada dalam bahan.

Hasil uji menunjukkan bahwa kadar zat terbang sudah memenuhi standar SNI yaitu 7,69%. Semakin rendah kadar zat terbang, semakin baik mutu briket yang dihasilkan. Kandungan zat terbang yang tinggi akan menghasilkan banyak asap saat briket dibakar. Asap yang tinggi disebabkan oleh reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol. Kadar zat terbang juga dipengaruhi oleh proses pengeringan. Semakin lama waktu pengeringan briket, kadar air menurun dan kadar zat terbang juga berkurang (Maryono et al., 2013).

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan per satuan berat dari proses pembakaran suatu bahan yang mudah terbakar. Parameter utama dalam menentukan kualitas briket adalah nilai kalor. Nilai kalor didefinisikan sebagai panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah massa bahan bakar, di mana produknya berupa abu, gas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , nitrogen, dan air, namun tidak termasuk air yang menjadi uap.

Semakin tinggi nilai kalor, semakin baik kualitas bahan bakar. Nilai kalor berkorelasi positif dengan kadar karbon terikat dalam briket (Rahman, 2011). Hasil uji menunjukkan bahwa nilai kalor telah memenuhi standar SNI. Semakin tinggi nilai kalor, semakin baik mutu briket. Nilai kalor juga dapat dipengaruhi oleh proses pengeringan, dan lama waktu pengeringan karena nilai kalor dapat meningkat karena pengaruh penurunan kadar air bahan baku sebelum diproses menjadi briket.

#### 4. KESIMPULAN

Pembuatan briket dari campuran sampah organik dan non-organik telah berhasil dilakukan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kadar air 4,67%, kadar abu 10,42%, kadar karbon terikat 77,21%, kadar zat terbang 7,69% dan nilai kalori 8.132 kalori/gram. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan standar briket yang telah ditetapkan di Indonesia SNI No.1/6235/2000. Hasil perbandingan briket dari sampah organik dan non-organik dengan standar SNI No.1/6235/2000 didapatkan bahwa parameter kadar air, kadar karbon terikat, kadar zat terbang dan nilai kalori sudah sesuai dengan standar SNI.

Namun pada kadar abu briket yang dihasilkan belum sesuai dengan standar SNI.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alejandro Amaya, Mariana Corengia, Andrés Cuña, Jorge De Vivo, Andrés Sarachik, N. T. (2015). Preparation of Charcoal Pellets from Eucalyptus Wood with Different Binders. *Preparation of Charcoal Pellets from Eucalyptus Wood with Different Binders, Volume 4*(Issue 2), 34–39.
- Christanty, N. A. (2014). *Biopellet Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan*. 1–18.
- Damayanti, R., Lusiana, N., & Prasetyo, J. (2017). Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Perikat Tapioka terhadap Karakteristik Biopellet dari Kulit Coklat (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknotan*, 11(1). <https://doi.org/10.24198/jt.vol11n1.6>
- GA, P., & Nuriana, W. (2014). Keragaman Biopellet Limbah Tanaman Padi (*Oryza sativa sp*) Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Agri-Tek*, 15(September), 38–47.
- Iskandar, N., Sulardjaka, S., Munadi, M., Nugroho, S., Muhamadin, R. C., & Fitriyana, D. F. (2020). The effect of water content and binder made from cassava starch and densification pressure on the quality of rice husk bio-pellets. *Journal of Physics: Conference Series*, 1517(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012019>
- JianFeng Shen, ShuGuang Zhu, XinZhi Liu, HouLei Zhang, J. T. (2010). No Title. *The Prediction of Elemental Composition of Biomass Based on Proximate Analysis*, 51, 983–987.
- Maryono, Dan, S., & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji Preparation and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquette Observed by Starch Concentration. *Jurnal Chemica*, 74-83, 14, 74–83.
- R., P. R. dan H. (2007). *Energi Hijau*. Penebar Swadaya.
- Rahman. (2011). *UJI KERAGAAAN BIOPELET DARI BIOMASSA LIMBAH SEKAM PADI (Oryza sativa sp.) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN*. 1–67.
- Rahmat, F. N. (2023). Analisis Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Energi Alternatif Biogas. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 4(2), 53–57. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.16497>
- SC, B. (1998). No Appropriate biomass energy technologies: issues and problemsTitle. *Renewable Energy Sources for Rural Areas in Asia and The Pacific. Japan*, 26–53.
- Ying, T. Y., Teong, L. K., Abdullah, W. N. W., & Peng, L. C. (2014). The Effect of Various Pretreatment Methods on Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) and Kenaf Core Fibers for Sugar Production. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 328–335. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.041>