

BUKU PROSIDING
Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2017

SNTTM XVI

**“Inovasi Teknologi
Untuk Penguatan Industri Nasional”**

2017

5 - 6 Oktober

**Novotel Suites and Hotel Surabaya
Indonesia**

Pembicara:

Stephane Caro - Ecole Centrale de Nantes, France

Nobumasa Sekishita - Toyohashi University Of Technology, Japan

I Made Londen Batan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia



SUPPORTED BY



TopSolid



**TAMARA
OVERSEAS
CORPORINDO**



FM PT FAJAR MAS MURNI

SNTTM XVI - 2017

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN XVI

Perancangan dan Mekanika Terapan, Teknik Produksi Mesin, Konversi Energi,
Pendidikan Teknik Mesin, Material

Penanggung Jawab

Prof. Joni Hermana, Rektor ITS Surabaya
Dr. Bambang Lelono, Dekan Fakultas Teknologi Industri, ITS Surabaya
Bambang Pramujati, PhD., Ketua Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya

Penasehat

Prof. I Made Londen Batan, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya
Prof. Sutardi, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya
Prof. Prabowo, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya
Prof. Heru Setyawan, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya
Dr. Budi Utomo Kukuh Widodo, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya
Dr. Agus Sigit Pramono, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya

Panitia Pelaksana

Ketua Umum: Achmad Syaifudin, PhD
Ketua Acara: Vivien Suphandani, PhD
Bendahara: Dr. Wiwiek Hendrowati
Publikasi: Indra Sidharta, MSc
Perlengkapan: Dr. Eng. Sutikno

Editor

Moch. Solichin, MT
Achmad Syaifudin, PhD
Dr. Latifah Nurahmi
Aida Annisa Amin Daman, MT
Ari Kurniawan, MT
Dinny Harnany, MSc

Reviewer

Perancangan dan Mekanika Terapan	Dr. Eng. Unggul Wasiwitono Hendro Nurhadi, PhD Achmad Syaifudin, PhD Alief Wikarta, PhD Dr. Agus Sigit Pramono, DEA
Teknik Produksi Mesin	Bambang Pramujati, Ph.D Dr. Eng. Agung Wibowo Dr. Tri Prakosa Prof. Dr. Yatna Yuwana M. Dr. Sigit Yoewono Dr. Sri Raharno Ir. Rachmad Hartono, MT. Ir. Widiyanto Kwintarini, MT.
Konversi Energi	Dr. Bambang Sudarmanta Prof. Sutardi Dr. Budi Utomo KW Dr. Ary Bachtiar Prof. Triyogi Yuwono Prof. Prabowo Dr. Yuli Setyo Indartono Dr. Nathanael Panagung Tandian
Pendidikan Teknik Mesin	Arif Wahyudi, PhD
Material	Suwarno, PhD Indra Sidharta, MSc Fahmi Mubarok, PhD

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan

ISBN: 978-602-51214-0-1

All right reserved

Penerbit

Departemen Teknik Mesin

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

<http://www.me.its.ac.id>

Heat Value Analysis of Briquette Hybrid as Alternative Fuel

Hendri Nurdin^{1,*}, Hasanuddin¹ dan Irzal¹

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang – Padang

*Korespondensi: hens2tm@yahoo.com

Abstract. Diversification of products through hybrid briquettes as an alternative fuel to be one of the efforts of developing renewable energy. Waste production process in the form of bagasse and durian leather is one potential material of renewable energy source that can be processed and used as fuel briquette (Hybrida Briquetting Fuel). Success in processing and producing it, can reduce the dependence on energy fuel oil (BBM). Petroleum fuel for the middle to lower class is the main requirement. Scarcity of this main need can be replaced with hybrid briquettes made from raw mixture of bagasse waste and durian leather. The effort and innovation of hybrid briquette development with various variance and blend of adhesive ie tapioca, clay, resin used so it is possible in improving the quality and performance. The technology of hybrid briquette making process using fittings (compaction) and optimizing the composition of the appropriate mixture is the optimal effort in improving the quality. The results of this study, in the form of utilization of waste bagasse and durian skin successfully made into a hybrid briquette. The hybrid briquette on the resulting 3C type mixture has a calorific value of 14,920.66 kJ at a mixture of 80: 20 percentage and a density of 0.619 Kg/m³. From the acquisition of the characteristic value so that it can be recommended as alternative fuel in the effort of developing renewable energy.

Abstrak. Diversifikasi produk melalui briket hibrida sebagai bahan bakar alternatif menjadi salah satu upaya pengembangan energi terbarukan. Limbah proses produksi berupa ampas tebu dan kulit durian merupakan salah satu bahan potensial sumber energi terbarukan yang dapat diolah dan dijadikan bahan bakar briket (Hybrida Briquetting Fuel/HBF). Keberhasilan dalam memproses dan memproduksinya, dapat mengurangi ketergantungan pada energi bahan bakar minyak (BBM). Bahan bakar minyak tanah bagi kalangan masyarakat menengah ke bawah merupakan kebutuhan utama. Kelangkaan akan kebutuhan utama ini dapat digantikan dengan briket hibrida berbahan baku campuran limbah ampas tebu dan kulit durian. Upaya dan inovasi pengembangan briket hibrida dengan berbagai varians dan campuran perekat yaitu tapioka, lempung, damar yang digunakan sehingga sangat dimungkinkan dalam meningkatkan kualitas dan performanya. Teknologi proses pembuatan briket hibrida menggunakan alat kempa (kompaksi) dan optimalisasi komposisi campuran yang sesuai adalah upaya optimal dalam meningkatkan kualitas. Hasil penelitian ini, berupa pemanfaatan limbah ampas tebu dan kulit durian berhasil dilakukan menjadi briket hibrida. Briket hibrida pada campuran tipe 3C yang dihasilkan memiliki nilai kalor (*calorific value*) sebesar 14.920,66 kJ/Kg pada campuran persentase 80 : 20 dan massa jenis sebesar 0,619 Kg/m³. Dari perolehan nilai karakteristik tersebut sehingga dapat direkomendasikan sebagai bahan bakar alternatif dalam upaya pengembangan energi terbarukan.

Kata kunci: briket hibrida, ampas tebu, kulit durian, energi terbarukan

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Peningkatan harga minyak bumi yang sampai saat ini terus berdampak pada harga jualnya di tengah masyarakat dan membebani pemerintah dengan subsidi bahan bakar. Menurut laporan berbagai media cetak dan elektronik telah mencapai sekitar 211 trilyun pada tahun 2012 dimana kebutuhan energi dunia akan mencapai dua kali lipat nya dari kebutuhan saat ini, terutama minyak bumi. Tentunya kenaikan harga tersebut berpengaruh terhadap sendi kehidupan masyarakat, tidak hanya terhadap dukungan dalam sektor produksi dan jasa tetapi juga kesulitan dalam mendapatkan

nya untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga. Dengan meningkatnya harga bahan bakar yang sulit diprediksi dalam satu dekade terakhir telah mendorong pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif [1].

Percepatan akan penyediaan dalam berbagai pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan salah satu langkah yang harus ditempuh ke depannya. Di antaranya hal ini dapat dicapai melalui produksi jenis bahan bakar padat, seperti salah satunya briket hibrida berbahan baku ampas tebu dan kulit durian. Keberhasilan dalam memproses dan memproduksi serta pasyarakatannya akan dapat mengurangi ketergantungan pada energi

bahan bakar minyak ataupun gas. Betapa tidak krusialnya, ketahanan energi nasional sebenarnya masih sangat rapuh dimana Indonesia tidak memiliki SPR (*Strategic Petroleum Reserves*), sehingga akan menjadi negara ini pengimpor bahan bakar minyak terbesar di dunia [2].

Pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif, di luar sumber energi fosil yang kian langka. Kebijakan Energi Nasional yang dirumuskan pemerintah bahwa perlu adanya peningkatan pemanfaatan sumber energi baru dan sumber energi terbarukan [3]. Sebagaimana dalam kebijakan pengembangan energi terbarukan dan konversi energi Departemen ESDM disebutkan bahwa potensi energi biomassa di Indonesia cukup besar yang mencakup, bahan bakar dari kayu, limbah pertanian & perkebunan/hutan, komponen bahan organik dari limbah industri dan rumah tangga [4]. Limbah dan residu dari pertanian dan industri dapat digunakan sebagai sumber terbarukan alternatif untuk menghasilkan energi dan bahan baku seperti bahan kimia, selulosa, karbon dan silika [5].

Salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi besar di Indonesia adalah biomassa. Tanaman tebu merupakan alternatif sumber energi yang potensial karena tebu menghasilkan biomassa berupa ampas tebu (*bagasse*) dan daun tebu kering (*daduk*) dan juga tanaman durian yang menghasilkan limbah kulit durian. Biomassa dapat dibakar dalam bentuk serbuk, briket, ataupun batangan. *Briqueting* merupakan metode yang efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan.

Pemanfaatan limbah ampas tebu dijadikan bahan bakar briket hibrida (*Hybride Briqueting Fuel/HBF*), yang diproses dengan perpaduan bahan potensial sumber energi *biomassa* lainnya adalah salah satu bentuk inovasi produk bahan bakar padat. Sebelumnya, telah dilakukan penelitian tentang ampas tebu ini yang menghasilkan produk berupa Briket Ampas Tebu, yang potensial sebagai kandidat Bahan Bakar Alternatif [6]. Nilai kalor pembakaran yang diperoleh pada penelitian tersebut berkisar (15.000 – 20.000 kJ/kg) dan masih berpeluang untuk ditingkatkan. Melalui perbaikan teknologi proses dan manipulasi terhadap parameter/variabel uji, serta melakukan pilihan campuran terhadap sejumlah bahan dasar sumber energi biomassa lainnya adalah merupakan upaya perbaikan kualitas hasil. Selain itu hasil penelitian yang diperoleh berupa rekomendasi tentang bahan bakar briket ampas tebu, guna mendukung pelaksanaan program diversifikasi produk yang masih perlu ditindak-lanjuti [7]. Temuan penelitian ini adalah jawaban atas persoalan energi tersebut serta duku-

ngan terhadap kebijakan pemerintah di bidang sektor energi, khususnya terkait dengan pengembangan energi biomassa dan energi terbarukan.

Upaya peningkatan dan perbaikan terhadap karakteristik nilai kalor briket hibrida berbahan baku Ampas Tebu dan Kulit Durian. Sehingga menjadi sejenis bahan bakar padat alternatif berkualitas mutu dan memenuhi syarat untuk dikomersialisasikan dalam mencapai pengembangan energi terbarukan. Berdasarkan wacana dan kondisi tersebut, maka penelitian ini akan menganalisis nilai kalor briket hibrida sebagai bahan bakar alternatif.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan kajian eksperimen terhadap karakteristik sampel uji briket. Orientasi pelaksanaan penelitian dalam mendapatkan karakteristik bahan bakar briket hibrida berbahan baku campuran limbah ampas tebu dan kulit durian (gambar 1, 2 dan 3). Dimana perekat yang digunakan pada pembuatan briket hibrida yaitu tapioka, lempung, dan damar.

Metode pembuatan briket hibrida dengan mem-persentasekan campuran bahan baku utama terhadap perekat yaitu 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%. Selanjutnya diikuti kegiatan-kegiatan pengujian di laboratorium untuk setiap sampel uji yang dihasilkan. Di samping aktivitas tersebut, terlebih dahulu sebelumnya akan dilakukan pekerjaan untuk pembuatan dan pengembangan peralatan bantu yang diperlukan untuk proses pembuatan briket, serta menginventarisir kebutuhan bahan baku dan ketersediaan alat kelengkapan.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, yang terpenting adalah ketersediaan dan pengadaan alat uji laboratorium. Prototype briket hibrida yang diperoleh dilakukan pengujian dan perlakuan lebih lanjut serta seleksi. Pengujian yang sangat urgen khususnya yang berhubungan dengan energi panas pembakaran atau nilai kalor (*calorific value*) melalui dengan menggunakan alat (piranti) "*Bomb Calorimeter*" (gambar 4).



Gambar 1. Ampas tebu hasil penggilingan



Gambar 2. Hasil pemblenderan Ampas Tebu



Gambar 3. Hasil pemblenderan Kulit Durian



Gambar 4. Alat Bomb Calorimeter

Dalam analisis dari tiap jenis dan komposisi bahan campuran serta parameter perlakuan akan dicatat dan ditabulasikan pada tabel yang dirancang sesuai kebutuhan. Menurut standard ASTM D5865 nilai kalor ditentukan dalam uji standard bomb kalorimeter [8]. Ada dua macam penentuan yaitu nilai kalor atas *higher heating value* (HHV) dan nilai kalor bawah *lower heating value* (LHV). Analisis data dan perhitungan menggunakan rumus baku yang ada dan diolah berbantuan komputasi. Rumus dasar untuk analisis nilai kalor adalah, persamaan Dulong dan Petit yaitu:

a. Higher Heating Value (HHV):

$$HHV = 33.950 C + 144.200 (H_2 - 1/8. O_2) + 9.400 S \text{ kJ/Kg} \quad (1)$$

b. Lower Heating Value (LHV):

$$LHV = HHV - 2.400 (M + 9 H_2) \text{ kJ/Kg} \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dipersiapkan bahan baku sebanyak mungkin untuk pembuatan dan pencetakan briket hibrida. Kebutuhan bahan baku penelitian berupa ampas tebu dan kulit durian dikalkulasi dengan memprediksi terhadap banyaknya jumlah variasi campuran antara ampas tebu dengan perekat tapioka, lempung, damar (Campuran 2C) dan variasi campuran antara ampas tebu di campur kulit durian dengan perekat tapioka, lempung, damar (Campuran 3C). Sesuai alur pemikiran yang disampaikan menurut diagram alir pada bagian metode penelitian, beserta pekerjaan sesuai teknis pembuatan briket sehingga diperoleh beberapa prototipe fisis hasil pengembangan. Terdapat 2 (dua) alternatif perlakuan (*treatment*) yang dilaksanakan untuk pembuatan briket hibrida seperti ini, yaitu Tipe Campuran 2C dan Tipe Campuran 3C (gambar 5).



Gambar 5. Briket Hibrida

Berdasarkan tatanan prosedur penggunaan alat Bomb Calorimeter tersebut maka diperoleh nilai-nilai pembakaran untuk prototype yang dihasilkan seperti pada tabel 1. Nilai yang diperoleh sejumlah besaran fisika di dalam tabel tersebut diturunkan berdasarkan formula yang baku dengan memasukkan data-data dari hasil pengukuran pada peralatan uji yang digunakan.

Dari hasil uji nilai kalor briket terhadap semua variasi yaitu campuran Tipe 2C dan Tipe 3C, maka dari data analisis dapat dinyatakan bahwa komposisi yang memiliki nilai terbesar direkomendasikan untuk di produksi lebih banyak sebagai sampel uji selanjutnya. Briket hibrida yang memiliki nilai terbesar adalah campuran tipe 3C dengan komposisi persentase 80 : 20 yaitu sebesar 14920,66 kJ/Kg dengan massa jenis 0,619 Kg/m³. Briket hibrida tipe 3C untuk tiap masing-masingnya memiliki perbedaan perekat yang digunakan. Dampak penggunaan perekat yang berbeda dari ketiganya menghasilkan nilai kalor yang berbeda pula. Sesuai fungsinya, bahwa perekat menjadi pengikat partikel bahan utama, selain itu perekat juga menjadikan upaya laju pembakaran yang baik pada briket sehingga mudah dinyalakan. Penggunaan perekat damar menunjukkan potensi dalam me-

Tabel 1. Data analisis karakteristik fisika prototype Briket ampas tebu

Tipe Campuran	Bahan Baku	Perekat	Massa Kering Briket (gr)	Densitas (Kg/m ³)	Nilai Kalor (kJ/kg)
2C	Ampas Tebu	Tapioka	26.6	0.634	11763.03
	Ampas Tebu	Lempung	26.8	0.639	10722.05
	Ampas Tebu	Damar	27.4	0.653	13497.99
3C	Ampas Tebu Kulit Durian	Tapioka	26.6	0.634	11416.04
	Ampas Tebu Kulit Durian	Lempung	25.8	0.615	7252.13
	Ampas Tebu Kulit Durian	Damar	26.0	0.619	14920.66

meningkatkan kualitas briket hibrida. Namun keterpakaian jumlah perekat terhadap jumlah bahan utama menjadi perhatian dalam mendapatkan briket hibrida dengan kualitas yang optimal. Sifat fisik damar diantaranya mudah melekat pada suhu kamar, mudah terbakar, tidak volatil bila tidak terdekomposisi [9] sehingga banyak dinyatakan bahwa damar merupakan salah satu resin alami yang dihasilkan dari tanaman *Difterocarpaceae* [10]. Sifat fisik dan kimia damar dapat diperbaiki melalui pemurnian dengan menggunakan kombinasi pelarut organik [11]. Selain itu banyak hal yang dapat mempengaruhi nilai kalor briket hibrida sebagai bahan bakar alternatif diantaranya besaran butir, gaya penekanan (kompaksi).

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil memanfaatkan limbah ampas tebu dan kulit durian menjadi kandidat bahan bakar padat berupa briket hibrida (*Hybrida Briqueting Fuel/HBF*) sebagai pengembangan energi terbarukan dengan menggunakan perekat yaitu tapioka, lempung, damar. Briket hibrida pada campuran tipe 3C yang dihasilkan memiliki sifat fisika kimia tertinggi dengan nilai kalor (calorific value) sebesar 14.920,66 kJ/Kg pada campuran persentase 80 : 20 dan massa jenis sebesar 0,619 Kg/m³. Perbandingan bahan pengikat/perekat terhadap massa bahan baku (*filler*), besaran butir, gaya penekanan (kompaksi), mempengaruhi massa jenis briket hibrida, dan sekaligus juga variabel ini akan menentukan nilai kalor yang ditimbulkannya.

Daftar Pustaka

- [1] Yahya. K & H.Santos (2009); Listrik sebagai Ko-Produk Potensial Pabrik Gula, Jurnal Litbang Pertanian-28(1)
- [2] Pri Agung Rakhmanto, Ketahanan Energi Nasional Masih Rapuh, dalam Koran Kompas, (2013); Terbit Edisi Jumat 29 Nopembert 2013.
- [3] Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- [4] Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral (2004); Statistik Energi Indonesia.
- [5] Tyagi, V.K., Lo, S.L., 2013, Sludge: a waste or renewable source for energy and resources recovery. *Renew. Sustainable Energy Rev.*, 25, 708.
- [6] Hendri Nurdin & Hasanuddin (2010); Karakteristik Nilai Kalor Briket Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Padat, *Jurnal Teknomekanik*, FT.UNP Padang
- [7] Hendri, N., & Hasanuddin, 2014, Analisis Nilai Kalor Briket Ampas Tebu Sebagai Cikal Bakal Bahan Bakar Alternatif, *Prosiding Seminar Nasional*, pp. 1 - 7, Oktober 2014.
- [8] ASTM (2004). *Annual Standard Book*
- [9] Tan, C.T., (1990), *Beverage Emulsions*, Food Emulsions 2nd ed. 445-447
- [10] Doelen V.D.; Berg V.D.; Boon, J.J., 1998, *Comperative Chromatographic and Mass Spectrometric Studies of Triterpenoid Vamishes Fresh Material and Aged Samples From Paintings*. *Studies in Conservation*. 43(4). 249 – 264
- [11] Noryawati M., Anton A., 2004, Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Damar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol XV, No. 3 pp 245 – 252.