Pemanfaatan *Sludge* dengan Campuran *Black Liquor* dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Pembuatan Biobriket

Ni Njoman Manik Susantini¹, Rohmi Oktariani²

¹. Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung, Bekasi, Indonesia

². OKI Pulp and Paper Mill, Palembang, Indonesia

E-mail: njoman.manik@gmail.com

rohmioktariani@gmail.com

Informasi naskah:

Diterima

15 Januari 2020

Direvisi

30 Januari 2020

Disetujui terbit

16 Februari 2020

Diterbitkan

28 Februari 2020

Abstract

Process industries such as the pulp and paper industri produce solid waste (*sludge*) which can actually be utilized, one of which is by turning it into biobriquettes. In this research, biobriquette will be made from *sludge* with a mixture of *black liquor* and coconut shell. In this research, the raw material ratio is used as the independent variable, while the fixed variable is the drying time of the biobriquette. This research used the value of calorific, moisture content and ash content as dependent variables. This biobriquette making uses 6 variations of composition with *sludge* as the dominant material. The calorific value, ash content and moisture content of this biobriquette will be compared with coal. The calorific value of biobriquette with a variation of 60% *sludge*- 5% black liquor- 35% coconut shell (variation F) had the highest calorific value, namely 4543 cal / g. This value of 4543 cal / g is higher than the standard according to Permen ESDM No.47 / 2006, where the standard in Permen ESDM No.47 / 2006 is 4400 cal / g. For moisture content, this F variation has the lowest water content, namely 54.59%. In the F variation also, the resulting biobriquette ash content was the lowest, namely 5.74%.

Keywords: *Sludge, Waste, calorific value*

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi dari waktu ke waktu makin meningkat. Dari hasil proyeksi Badan Energi Dunia (International Energi Agency-IEA), permintaan energi di seluruh dunia akan meningkat sebesar 45% dengan rerata 1.6 % per tahun hingga tahun 2030. Pasokan terbesar atau sekitar 80% kebutuhan tersebut dipasok dari bahan bakar fosil ¹⁾. Dengan mempertimbangkan hal ini maka banyak penelitian dilakukan untuk mencari energi alternatif di samping peningkatan efisiensi pembangkitan energi yang sudah ada. Sumber energi yang diharapkan bisa menjadi alternatif adalah energi yang terbarukan. Hal ini

berarti sumber energi tersebut haruslah berlimpah. Energi terbarukan terutama meliputi biomassa, energi surya, energi bayu (angin), energi pasang surut, energi gelombang laut dan OTEC (Ocean Thermal Energi Conversion). Energi baru dari aspek lingkungan umumnya lebih bersih dan aman. Ketersediaannya juga menjangkau segala penjuru kawasan di permukaan bumi ²⁾. Dari jenis energi alternatif yang sudah dipaparkan, maka biomassa merupakan jenis energi yang melibatkan manusia dalam pembuatannya. Potensi yang dimiliki oleh biomassa sebagai sumber energi terbarukan dan berkelanjutan adalah sangat besar, yaitu mencapai 146,7 juta ton per tahun ³⁾.

Salah satu sumber biomassa adalah limbah padatan (*sludge*) dari industri proses seperti industri semen atau pulp dan kertas yang memiliki komposisi *non-toxic organic, inorganic* dan sebagian kecil organik yang bersifat *toxic* ⁴⁾. Dengan demikian *sludge* termasuk dalam kategori limbah B3. Kebanyakan penanganan *sludge* di industri adalah dengan cara ditumpuk di *landfill* dan prosedurnya mengikuti aturan ⁵⁾ Kep-03/BapedaI/09/1995 dan Kep-04/BapedaI/09/1995 tentang persyaratan teknis pengelolaan limbah B3 dan prosedur penimbunan limbah B3 di *landfill*. Walaupun *sludge* mengikuti peraturan pemerintah namun dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan masalah lain seperti luas area *landfill* yang tetap sedangkan produksi tetap berjalan. Agar permasalahan ini dapat teratasi maka perlu dilakukan berbagai upaya pencegahan penumpukan *sludge* yang berlebih di *landfill*. Salah satu cara dari upaya tersebut adalah memanfaatkan *sludge* agar bernilai ekonomis dengan menjadikan *sludge* sebagai biomassa.

Penelitian ini memilih untuk fokus pada pemanfaatan *sludge* dengan membuatnya menjadi biomassa. *Sludge* yang digunakan sebagai sample adalah limbah dari industri pulp dicampur dengan tempurung kelapa dan *black liquor* (lindi hitam) . Kombinasi ini dipilih karena di area sekitar industri pulp, terdapat limbah tempurung kelapa. Nilai kalor dari tempurung kelapa juga cukup tinggi yaitu 4178.33 kJ/m² ⁶⁾. Lindi hitam sebagai limbah dari proses *digesting* memiliki kandungan resin yang tinggi sehingga bisa digunakan sebagai perekat pada biobriket.

Untuk memudahkan penggunaan, *sludge* dibentuk menjadi biobriket terlebih dahulu. Biobriket yang berkualitas memiliki ciri tekstur yang halus, tidak rapuh, keras, aman bagi lingkungan sekitar, dan yang paling penting memiliki sifat penyalan/ *ignition characteristic* yang baik. *Ignition characteristic* yang dimaksud cepat/mudah menyala, masa nyala yang cukup lama, sedikit atau tidak ada jelaga dan asap yang ditimbulkan, serta nilai kalor yang cukup tinggi ⁷⁾. Pada penelitian biomassa dibuat dalam bentuk briket karena memiliki keuntungan seperti harga yang lebih bersaing dibandingkan dengan batubara, tidak mengandung *sulphur* dan rendahnya kadar abu ⁸⁾. Pada penelitian ini *sludge* yang digunakan akan dicampur dengan tempurung kelapa yang juga merupakan limbah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui apakah *sludge* industri pulp mampu menggantikan peran batubara sebagai bahan bakar dan berapakah komposisi terbaik *sludge* dengan tempurung kelapa. Untuk mengetahui efektifitas briket *sludge*-tempurung kelapa ini maka parameter dari biobriket ini akan dibandingkan dengan batubara. Perbandingan

ini diambil karena industri pulp dan kertas masih ada yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses pemasakan pulp.

2. METODE

Prinsip utama dalam penelitian ini adalah melihat karakteristik yang ada pada biobriket dari *sludge* sebagai bahan utama. Karakteristik biobriket ini akan dibandingkan dengan karakteristik bahan bakar yang banyak dipakai di industri, dalam hal ini adalah batubara. Agar penelitian bisa berjalan dengan sistematis, maka dibuatlah langkah-langkah seperti berikut ini.

Gambar 1 Diagram Alir Proses Penelitian

Tahap pertama adalah pengumpulan bahan utama pembuat biobriket. Bahan pertama adalah *sludge* yang diambil dari *landfill* industri pulp dan kertas. *Black liquor* (BL) mengandung senyawa anorganik dan organik. Senyawa utama anorganik adalah Na_2SO_4 , NaOH dan Na_2S . Senyawa organik berasal dari kayu hasil pemasakan di digester berupa serat kayu, lignin dan air ⁹⁾. Bahan utama ketiga adalah tempurung kelapa.

Sebelum pencampuran, dilakukan uji karakteristik pada bahan utama. Parameter yang diuji adalah nilai kalor, kadar air dan kadar abu. Pada tahap uji biobriket selain uji karakteristik yang sama dengan bahan awal, juga dilakukan uji lama bakar, luas penampang dan kandungan logam.

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi dua bagian. Yang pertama peralatan untuk pembuatan briket dan yang kedua adalah alat uji. Peralatan untuk membuat briket antara lain : *beaker glass*, *furnace*, loyang, oven spatula, neraca analitik, saringan dengan ukuran 80 dan 150 mesh, *stopwatch*, cawan, mortar dan alu.

Alat uji adalah perangkat untuk menguji nilai kalor dari setiap bahan (*sludge*, *black liquor* dan tempurung kelapa) dan biobriket yang telah dibuat. Peralatan uji yang digunakan yaitu *bomb calorimeter* lalu untuk pengujian kandungan logam yang dikandung oleh biobriket yaitu *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Lalu untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *sludge*, *black liquor* dan tempurung kelapa, serta putih telur.

2.2 Pembuatan Biobriket

Untuk penelitian ini dibuat enam variasi dari campuran *sludge*, lindi hitam dan tempurung kelapa dengan komposisi yang bisa dilihat pada tabel 1 .

Tabel 1. Komposisi bahan pada masing-masing variasi

Variasi komposisi	<i>Sludge</i>	<i>Black liquor</i>	Tempurung kelapa
A	70%	20%	10%
B	70%	10%	20%
C	65%	5%	30%
D	65%	10%	25%
E	60%	10%	30%
F	60%	5%	35%

Semua bahan ini diaduk kemudian dibentuk. Setelah pencetakan, adonan biobriket ini dijemur di bawah panas matahari selama dua hari. Tahap selanjutnya adalah pengujian.

2.3 Pengujian Karakteristik

Uji karakteristik yang digunakan adalah uji nilai kalor, kadar air, kadar abu, lama bakar, kadar logam dan pengukuran luas penampang. Untuk langkah awal uji karakteristik pada sampel bahan baku utama adalah nilai kalor hingga kadar abu. Sedangkan setelah

biobriket terbentuk maka uji karakteristik ditambah dengan lama bakar, kadar logam dan luas penampang.

a. Pengujian nilai kalor.

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk melihat nilai panas yang terkandung pada masing-masing bahan sebelum dicampur. Untuk uji nilai kalor dengan *bomb calorimeter*, dibuat sampel dengan berat 0.5 gram. Pengujian dengan *bomb calorimeter* membutuhkan waktu 10 menit untuk masing-masing sampel.

b. Pengujian nilai kadar air.

Prinsip dari uji kadar air adalah dengan menguapkan kandungan air yang ada di dalam bahan hingga didapat berat yang konstan. Berat awal sampel adalah 1 gram. Alat uji yang digunakan adalah oven dengan temperatur 105°C selama satu jam. Setelah sampel dingin baru dilakukan penimbangan dan perhitungan persentase *inherent moisture* (IM).

c. Pengujian nilai kadar abu.

Kadar abu atau *ash content* adalah suatu material anorganik tak terbakar yang merupakan sisa dari bahan baku dibakar. Untuk menghitung kadar abu dari masing – masing bahan tersebut dengan menggunakan sampel seberat 1 gram. Sampel ini dimasukkan ke tungku (*furnace*) dengan temperatur 450°C selama satu jam. Setelahnya temperatur dinaikkan menjadi 815°C dan pembakaran dilakukan selama satu jam. Setelah proses ini, sample didinginkan dan ditimbang jumlah abunya (*ash*).

d. Pengukuran luas permukaan.

Pengukuran luas permukaan dilakukan dengan mengambil tiga sampel biobriket dari tiap variasi sehingga didapat rerata dari tiap variasi

e. Pengujian lama bakar.

Pada pengujian lama bakar menggunakan tiga sampel biobriket tiap variasi. Perhitungan lama bakar diukur dari saat api menyala hingga padam dengan sendirinya.

f. Pengujian kandungan logam/*impurities*.

Pengujian kadar logam biobriket menggunakan larutan HCl dan HBF₄. Setelah dilakukan pemanasan selama ± 30 menit, biobriket kemudian diberi air dan dimasukkan ke ICP tester. Dari ICP tester ini bisa didapat informasi terkait kandungan logam.

3. PEMBAHASAN DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengamatan

Berikut ini adalah hasil dari uji yang dilakukan pada pembuatan biobriket dengan bahan baku *sludge*, tempurung kelapa dan *black liquor*.

a. Karakterisasi awal *sludge*, *black liquor* dan tempurung kelapa.

Pada tabel 2 di bawah ini ditampilkan hasil karakterisasi awal dari material pembuatan biobriket sebagai berikut.

Tabel 2. Karakterisasi awal dari bahan utama

Sample	Nilai kalor (cal/gr)	Kadar Air %	Kadar abu %
<i>Sludge</i>	1816	63,98	0,56
Black Liqour	2334	15,41	36
Tempurung Kelapa	7142	5,03	14,05

b. Hasil pengujian biobriket.

Pada penelitian ini, komposisi biobriket yang dicek nilai kalor, kadar abu % dan kadar air % yaitu ada enam variasi dengan komposisi *sludge* dari 60% - 70% , *black liquor* 5% - 20% dan tempurung kelapa 10% - 35%. Dari hasil pengecekan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian biobriket

Variasi	Komposisi	Nilai Kalor cal/g	Kadar Abu %	Kadar Air %
A	70% : 20% : 10%	3219	10,38	58,48
B	70% : 10% : 20%	3924	12,38	56,66
C	65% : 5% : 30%	4217	15,35	55,01
D	65% : 10% : 25%	4432	13,31	55,65
E	60% : 10% : 30%	4249	13,82	54,88
F	60% : 5% : 35%	4543	14,3	54,59
G	Batubara	5844	5,74	30,75

3.2 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian karakteristik biobriket, maka didapat beberapa hal seperti yang diuraikan berikut ini.

a. Nilai kalor.

Hasil pengujian nilai kalor bisa dilihat pada gambar 2. Nilai kalor tertinggi terdapat pada variasi F dengan komposisi *sludge* 60% : *black liquor* 5% : tempurung kelapa 35% yaitu sebesar 4.543 cal/g. Faktor yang mempengaruhi meningkatnya nilai kalor dari tiap variasi dikarenakan komposisi tempurung kelapa yang paling besar yaitu sebesar 35% dibanding dengan variasi lainnya. Jika merujuk ke Permen ESDM No. 47/2006, nilai kalor variasi F masih berada di atas nilai minimum yaitu 4.400 cal/g.

Gambar 2. Perbandingan nilai kalor

b. Kadar abu.

Nilai kadar abu tertinggi dapat dilihat pada gambar 3 yaitu pada variasi C dengan komposisi *sludge* 65% : *black liquor* 5% : tempurung kelapa 30% yaitu sebesar 15,35%. Sedangkan briket batubara memiliki kadar abu 5,74%. Kadar abu yang rendah pada

Komposisi lindi hitam dapat menurunkan kadar abu yang berarti memberikan pengaruh positif terhadap efisiensi pembakaran. Dengan semakin rendah kadar abu maka makin sedikit pula abu sisa pembakaran yang dihasilkan ¹⁰⁾. Kadar abu yang tinggi pada briket berpengaruh pada laju pembakaran yang disebabkan rendahnya transfer panas ke bagian dalam briket. Kadar abu yang tinggi juga memengaruhi difusi oksigen ke permukaan briket arang selama proses pembakaran dapat menghasilkan emisi debu yang menyebabkan polusi udara dan mempengaruhi volume pembakarannya ¹¹⁾.

Gambar 3. Hasil uji kadar abu

c. Kadar air.

Pada gambar 4 terlihat bahwa kadar air tertinggi dihasilkan oleh variasi A, sebesar 58,48%, dan terendah pada variasi F yaitu 54,59%. Keseluruhan nilai kadar air ini masih jauh di atas batas maksimum kadar air briket batubara yaitu 15 %. Faktor penyebab terjadi perbedaan besarnya persentase kadar air pada masing-masing variasi briket bisa disebabkan tidak meratanya campuran adonan sehingga mengalami penyerapan air yang berbeda pada setiap sampel briket. Semakin tinggi komposisi tempurung kelapa maka semakin besar pula nilai panas biobriket yang dihasilkan dan semakin sedikit persentase komposisi dari tempurung kelapa maka semakin kecil nilai panas yang dihasilkan.

Gambar 4. hasil uji kadar air

d. Faktor ekonomi.

Sebagai pelengkap perbandingan antara biobriket dengan batubara, maka disini akan dilihat perbandingan dari sisi biaya. Tabel 4 adalah data perbandingan cost biobriket dan batubara dengan mengasumsikan kapasitas boiler yaitu 85% dengan steam flow 120 T/H pada pemakaian boiler. Dimana untuk setiap variasi biobriket dan batubara memiliki nilai cost yang berbeda-beda sehingga dapat dilihat cost yang dikeluarkan untuk pemakaian batubara lebih besar dibanding penggunaan biobriket tersebut.

Tabel 4. Komparasi biaya biobriket dengan batubara

Variasi	MF (Mass Fuel) T BB/H	Price/T (IDR)	Cost for 120 T Steam /H
A	36,7	84.500	3.101.150
B	28,7	149.500	4.290.650
C	26,3	214.500	5.641.350
D	24,8	182.000	4.513.600
E	26	214.500	5.577.000
F	24,1	247.000	5.952.700
G	17,6	763.776	13.442.458

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa *sludge* adalah limbah padat dari industri pulp yang dapat dimanfaatkan menjadi biobriket. Komposisi terbaik adalah pada variasi F. Variasi F ini memiliki komposisi *sludge* 65%: *black liquor* 5% : tempurung kelapa 30% dan menghasilkan nilai kalor 4543 cal/g. Merujuk pada Permen ESDM no 47/2006, nilai ini masih di atas minimum.

Ditinjau dari sisi ekonomi, biobriket ini memiliki potensi penghematan bagi industri yang menggunakannya. Selain dari sisi nilai kalor, industri yang menggunakan biobriket

dari *sludge* juga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan akibat adanya penumpukan *sludge*.

Penelitian ini masih difokuskan pada karakteristik biobriket dan tinjauan komparasi biaya terhadap batu bara. Agar lebih komprehensif maka masih diperlukan penelitian lanjutan dengan fokus antara lain pada dampak penggunaan biobriket ini jika digunakan di industri. Dampak yang masih perlu diteliti dari sisi efisiensi energi dan biaya pemeliharaan, kandungan logam yang ada serta pengaruhnya pada beban lingkungan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Hingga 2030 Permintaan Energi
- 2) Dunia Meningkat 45%, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030-permintaan-energi-dunia-meningkat-45-> (diakses tgl 30 des 2020)
- 3) Liun E. Potensi Energi Alternatif dalam Sistem Kelistrikan Indonesia, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir IV, 2011 Pusat Pengembangan Energi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional
- 4) Parinduri, L; Parinduri, T, Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan, Journal of Electrical Technology, Vol. 5, No.2, Juni 2020
- 5) Rulkens W, "Sewage *Sludge* as a Biomass Resource for the Production of Energi: Overview and Assessment of the Various Options†", ACS publication, 2008. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ef700267m> (diakses tgl 27 feb 21)
- 6) Wardhana K.A, Purwati S, Saepulloh, Rachmanto T. Solidifikasi *Deinking Sludge* dan *Fly Ash* Batu Bara untuk Pemenuhan Persyaratan Penimbunan di *Land fill*. *Jurnal Selulosa*, Vol. 1, No. 2, Desember 2011 : 102 -109
- 7) Najib L, Darsopuspito S. Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR) Dan Ukuran Biomassa. Jurnal Teknik ITS, 2012
- 8) <https://www.neliti.com/id/publications/142383/karakterisasi-proses-gasifikasi-biomassa-tempurung-kelapa-sistem-downdraft-konti> (diakses tgl 27 feb 21)
- 9) Jamilatun, S, Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 2, 2008
- 10) Ifa L, dkk. Production of bio-briquette from biochar derived from pyrolysis of cashew nut waste, Eco. Env. & cons., 2019
- 11) Wlada A. Electrostatic Precipitator, Recovery3479.blogspot.com (dikutip tgl 10-10-2020)
- 12) Syamsudin, Sri Purwati, Ike Rostika. 2007. Pemanfaatan Campuran Limbah Padat Dengan Lindi Hitam Dari Industri Pulp Dan Kertas Sebagai Bahan Biobriket. Balai Besar Pulp Dan Kertas (Bbpbk) <http://jurnalselulosa.org/index.php/jselulosa/article/download/191/193>. Diakses pada 8 Februari 2020
- 13) Karim M. A, Ariyanto E., Firmansyah A., Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan, Reaktor, Vol. 15 No. 1, April 2014, Hal. 59-63