

PEMANFAATAN SLUDGE DENGAN CAMPURAN BLACK LIQUOR DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOBRIKET

Rohmi Oktariani¹, Ni Njoman Manik S²

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sains Bandung
Jalan Ganesha Boulevard Lot A-1 CBD Kota
Deltamas Tol Jakarta-Cikampek KM 37, Cikarang
Pusat, Bekasi

¹Mahasiswa Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung
¹rohmioktariani@gmail.com

²Dosen Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan *sludge* dengan campuran *black liquor* dan tempurung kelapa sebagai bahan pembuatan biobriket. Adapun yang menjadi latar belakang penulisan ini karena dalam Industri Pulp dan Kertas tentu menghasilkan Limbah terutama limbah padat atau disebut juga *sludge*. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu Variabel bebasnya yaitu rasio bahan baku, variabel tetap yaitu waktu pengeringan biobriket dan variabel terikatnya yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu. Variasi komposisi dari pembuatan biobriket yaitu 6 variasi dengan komposisi *sludge* paling banyak dibanding bahan lainnya. Parameter yang digunakan pada penelitian yaitu nilai kalor, kadar abu dan kadar air lalu akan dibandingkan dengan batubara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor pada biobriket variasi F lebih tinggi dari biobriket variasi lainnya karena nilai kalor yang dimiliki yaitu 4543 cal/g lebih dari standar menurut Permen ESDM No.47/2006, namun masih jauh lebih tinggi nilai kalor dari batubara yaitu 5844 cal/g dan nilai kadar air biobriket paling rendah yaitu pada variasi F 54,59% serta kadar abu dari biobriket paling tinggi yaitu pada variasi C sebesar 15,35% namun nilai kadar abu dan kadar air dari batubara lebih baik kualitasnya dari pada biobriket menurut Permen ESDM No.47/2006.

Kata kunci : *Sludge, Primary Sludge, dan Fiber*

ABSTRACT

This study utilizes sludge with a mixture of black liquor and coconut shell as a material for making biobriquettes. The background is because in the Pulp and Paper Industry it certainly produces very dense waste, also known as sludge. The research variables used in this study are the independent variables, namely the ratio of raw materials, the fixed variable is drying time and the dependent variable is the calorific value, moisture content, and ash content. The variation of the composition of the biobriquette is 6 variations with the most composition compared to other materials. The parameters used in this study are the calorific value, ash content and moisture content and will then be compared with coal. The results showed that the calorific value of biobriquette variation F is higher than other variations because the calorific value is 4543 cal / g more than the standard according to Permen ESDM No.47 / 2006, but the calorific value is still much higher than coal, which is 5844 cal. / g and the lowest water content value of biobriquette, namely the F variation of 54.59% and the highest ash content of the biobriquette, namely the C variation of 15.35%, but the value of the ash content and air content of coal is of better quality than biobriquette according to the Permen ESDM No. 47/2006.

Keywords: *Sludge, Primary Sludge, and Fiber*

1. Pendahuluan

Tingkat pemakaian bahan bakar terutama bahan bakar fosil didunia semakin meningkat seiring dengan semakin bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya laju industri diberbagai negara didunia. Hal tersebut menimbulkan kekhawatiran akan terjadinya krisis bahan bakar. Disamping itu, kesadaran manusia akan lingkungan semakin tinggi sehingga muncul kekhawatiran meningkatnya laju pencemaran lingkungan. Sehingga muncul sebuah pemikiran penggunaan energi alternatif.

Beberapa jenis sumber energi alternatif yang bisa dikembangkan antara lain : energi matahari, energi angin, energi panas bumi, energi panas laut, dan energi biomassa. Diantara sumber-sumber energi alternatif tersebut, energi biomassa merupakan energi yang perlu mendapatkan prioritas dalam pengembangan dibandingkan dengan sumber energi yang lain karena energi biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan, sehingga energi ini dapat diperoleh dari sumber-sumber yang dapat diproduksi kembali. Disisi lain, Indonesia sebagai negara agraris banyak menghasilkan limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan. Limbah pertanian yang merupakan biomassa tersebut merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar. (Amin sulistyanto, 2006).

Biomassa adalah energi yang dapat diperbaharui dan dapat dijadikan bahan bakar padat, cair atau gas. Saat ini proses gasifikasi dan liqualifikasi juga pembakaran langsung merupakan teknologi penggunaan biomassa yang paling banyak digunakan.

Selain minyak bumi dan gas bumi di Indonesia sebenarnya masih cukup banyak alternatif sumber energi lainnya, seperti batu bara, energi matahari dan panas bumi. Dari beberapa alternatif tersebut, bahan bakar batu bara yang paling besar dieksplorasi sebagai sumber energi alternatif, sayangnya seperti minyak dan gas alam, dengan penggunaan besar-besaran seperti sekarang ini, beberapa tahun mendatang cadangan sumber batu bara juga akan menyusut. Hal ini terjadi karena batubara termasuk bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. (afrizal vachlepi dan didin suwardin).

Oleh sebab itu, kini penelitian dan pengembangan potensi berbagai biomassa sebagai sumber energi terbarukan terus dilakukan. Dari beberapa penelitian, telah ditemukan bahan bakar yang berasal dari biomassa seperti briket arang, biomassa atau biobriket, biofuel dan biogas. Dari ketiga bahan tersebut, biobriket merupakan teknologi alternatif yang paling mudah dan murah karena untuk memproduksinya hanya memerlukan teknologi sederhana.

Briket adalah arang dengan bentuk tertentu yang dibuat dengan teknik pengepressan tertentu dan menggunakan bahan perekat tertentu sebagai bahan pengeras. Biobriket merupakan bahan bakar briket yang dibuat dari arang biomassa hasil pertanian, baik berupa bagian yang memang sengaja dijadikan bahan baku briket maupun sisa atau limbah proses produksi atau pengolahan argoindustri. Biomassa hasil pertanian, khususnya limbah argoindustri merupakan bahan yang sering dianggap kurang atau dinilai tidak ekonomis, sehingga murah dan taraf tertentu merupakan sumber pencemaran terhadap lingkungan. Dengan demikian, pemanfaatannya akan berdampak positif, baik bagi bisnis maupun bagi kualitas lingkungan secara keseluruhan. Biobriket yang berkualitas memiliki ciri antara lain tekstur halus, tidak mudah pecah, keras, aman bagi manusia dan lingkungan, dan memiliki sifat-sifat penyalaan yang baik. Sifat penyalaan diantaranya mudah menyala, waktu nyala cukup lama, tidak menimbulkan jelaga, asap sedikit dan cepat hilang serta nilai kalor yang cukup tinggi (jamailatun, 2008).

Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh industri kertas adalah masalah mengenai pengolahan limbah. Limbah yang dihasilkan oleh industri kertas bisa berupa limbah cair, padat, dan gas. Industri kertas dalam menangani limbah *sludge* ini memiliki beberapa cara, yang paling sering digunakan adalah dengan menimbun limbah *sludge* ke *landfill*. Bisa dibayangkan suatu perusahaan bisa menghasilkan jutaan ton kertas per tahun dan juga menghasilkan jutaan ton *sludge* per tahun, tentu saja ini akan membutuhkan cost yang besar, dari proses pembuatan *landfill* nya, dan pembayaran lahan nya.

Selain itu *sludge* yang dihasilkan dalam industri kertas semakin banyak jumlahnya, proses penanganan *sludge* saat ini tidak sebanding dengan jumlah *sludge* yang terus bertambah. Pada akhirnya industri kertas memilih untuk menimbun *sludge* di dalam *landfill*. *Sludge* yang di timbun terlalu lama bisa menyebabkan masalah lingkungan di masa depan. Oleh karena itu perlu dilakukan opsi lain mengenai penanganan limbah *sludge* ini.

Dengan melihat berbagai potensi yang ada pada *sludge*, serta dampak bagi lingkungan maupun keuntungan bagi perusahaan jika *sludge* dimanfaatkan kembali, sehingga menjadi latar belakang penulis memilih topik tugas akhir mengenai "Pemanfaatan *Sludge* dengan Campuran Black Liquor dan Tempurung Kelapa sebagai Pembuatan Biobriket".

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi peralatan percobaan dan peralatan uji. Peralatan percobaan merupakan alat-alat yang digunakan selama percobaan berlangsung. Peralatan percobaan yang digunakan antara lain : *Beaker glass, furnace*, loyang, oven spatula, neraca analitik, ayakan 80 & 150 mesh, *Stopwatch*, cawan, mortar dan alu.

Sedangkan peralatan uji merupakan alat-alat yang digunakan 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 dan putih telur.

2.2 Tahap Pembuatan Biobriket

Adapun tahap pembuatan biobriket yaitu

1. *Sludge*, tempurung kelapa, dan *black liquor* dicampurkan menjadi satu sesuai komposisi yang telah ditentukan. Variasi komposisi biobriket dengan perbandingan
Sludge : *Black Liquor* : Tempurung kelapa, yaitu
 - a. 70% : 20% : 10%
 - b. 70% : 5% : 25%
 - c. 65% : 10% : 25%
2. Aduk untuk menghomogenkan semua bahan hingga menjadi bentuk adonan
3. Cetak adonan briket sesuai ukuran yang di tentukan.
4. Keringkan briket yang telah jadi dibawah sinar matahari selama 2 hari.
5. Angkat lalu masukkan kedalam *plastik Ziplock*.

2.3 Tahap Pengujian Karakteristik awal

Tahap pengujian adalah tahap untuk menguji nilai kalor, kadar air dan kadar abu pada Ketiga bahan yaitu *Sludge*, Tempurung Kelapa dan *Black liquor*.

a. Pengujian nilai kalor

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk melihat nilai pans yang terkandung pada masing – masing bahan sebelum dicampur. dilakukan untuk penentuan nilai kalor dari *sludge* adalah :

- 1) Siapkan peralatan yang digunakan untuk pengujian bom calorimeter timbang berat sampel 0,5 g.
- 2) Gunakan peralatan sesuai dengan petunjuk dari *Bomb calorimeter*.
- 3) Lalu saklar utama dihidupkan, dan isi dengan air aquadest pada bagian *jacket* melalui lubang bawah penutup.
- 4) Kemudian hubungkan dengan *water cooler* sirkulator yang ada, dan pasang selangnya ke C 4000.

5) Posisikan *cover* kalorimeternya pada posisi terbuka (saat menunggu *ready* ataupun saat menunggu pengukuran sampel berikutnya).

6) Nyalakan *water cooler* dan C 4000 dinyalakan maka ketinggian airnya berkurang.

7) C 4000 dinyalakan melalui proses inisialisasi. Dibutuhkan 30 menit setiap pertama kali dinyalakan untuk memperoleh kondisi *water cooler* yang sesuai dan kondisi C 4000 yang stabil.

8) Menyiapkan sampel dalam *bomb head*, kemudian pastikan volume air pada *bucket* selalu konstan dan atur suhunya selalu 25°C setiap kali akan melakukan pengukuran.

9) Masukkan *bomb head* ke dalam *bucket* dan tutup C 4000 maka *indicator led* hijau akan menyala.

10) Setting berat sampel dan klik untuk memulai

11) Tunggu selama 10 menit maka nilai kalor pada monitor akan terbaca otomatis.

b. Pengujian nilai kadar air

Untuk menghitung nilai kadar air pada yaitu menggunakan cara dengan menguapkan air yang terdapat di dalamnya hingga beratnya konstan. Bahan - bahan kemudian dimasukkan didalam oven pada temperature 105°C selama 1 jam. Kemudian di dinginkan dan ditimbang.

Langkah–langkah yang harus dilakukan dalam penentuan kandungan atau kadar air pada bahan baku adalah :

1. Timbang 1gr masing–masing briket contoh beserta *crushible* dan tutup.
2. Panaskan pada temperature 105oC selama 1 jam.
3. Keluarkan *crushible* berisi residu dan tutup.
4. Dinginkan lalu kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit.
5. Timbang residu beserta *crushible* dan tutupnya.
6. Catat dan Hitung *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 dilakukan dengan cara berikut :

1. Timbang ± 1 gram sampel lalu masukkan ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya.
2. Kemudian letakkan cawan porselin berisi sampel ke dalam *furnace* pada temperatur 450°C selama 1 jam. Naikan temperature sampai 815°C selama 1 jam.
4. Lakukan pembakaran semua sampel menjadi abu (± 2 Jam).
5. Kemudian dinginkan di udara bebas, lalu masukkan ke dalam *desikator* selama 15 menit.
6. Keluarkan cawan porselin yang berisi residu

lalu ditimbang

7. Catat dan timbang *ash content* (A)

2.4 Tahap Pengujian Biobriket

a. Pengujian nilai kalor

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk melihat nilai panas yang terkandung pada briket yang kita buat. dilakukan untuk penentuan nilai kalor dari sludge adalah :

- 1) Siapkan peralatan yang digunakan untuk pengujian *bomb calorimeter* dan timbang berat sampel 0,5 g.
- 2) Gunakan peralatan sesuai dengan petunjuk dari bom calorimeter.
- 3) Lalu saklar utama dihidupkan, dan isi dengan air aquadest pada bagian *jacket* melalui lubang bawah penutup.
- 4) Kemudian hubungkan dengan *water cooler* sirkulator yang ada, dan pasang selangnya ke C 4000.
- 5) Posisikan *cover* kalorimeternya pada posisi terbuka (saat menunggu *ready* ataupun saat menunggu pengukuran sampel berikutnya).
- 6) Nyalakan *water cooler* dan C 4000 dinyalakan maa ketinggian airnya berkurang.
- 7) C 4000 dinyalakan melalui proses inialisasi. Dibutuhkan 30 menit setiap pertama kali dinyalakan untuk memperoleh kondisi *water cooler* yang sesuai dan kondisi C 4000 yang stabil.
- 8) Menyiapkan sampel dalam *bomb head*, kemudian pastikan volume air pada *bucket* selalu konstan dan atur suhunya selalu 25°C setiap kali akan melakukan pengukuran.
- 9) Masukkan *bomb head* ke dalam bucket dan tutup C 4000 maka indikator *led* hijau akan menyala.
- 10) Setting Berat sampel dan klik untuk memulai
- 11) Tunggu selama 10 menit maka nilai kalor pada monitor akan terbaca otomatis.

b. Pengujian nilai kadar air

Untuk menghitung nilai kadar air pada yaitu menggunakan cara dengan menguapkan air yang terdapat di dalamnya hingga beratnya konstan. Bahan- bahan kemudian dimasukkan didalam oven pada temperature 105°C selama 1 jam. Kemudian di dinginkan dan ditimbang.

Langkah–Langkah yang harus dilakukan dalam penentuan kandungan atau kadar air pada bahan baku adalah :

1. Timbang 1gr masing–masing briket contoh beserta *crushible* dan tutup.
2. Panaskan pada temperature 105oC selama 1 jam.
3. Keluarkan *crushible* berisi residu dan tutup.
4. Dinginkan lalu kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit.
5. Timbang residu beserta *crushible* dan tutupnya.
6. Catat dan Hitung *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 briket tersebut dilakukan dengan cara berikut :

1. Timbang ± 1 gram sampel lalu masukkan ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya.
2. Kemudian letakkan cawan porselin berisi sampel ke dalam *furnace* pada temperatur 450o selama 1 jam.
Naikan temperature sampai 815°C selama 1 jam.
4. Lakukan pembakaran semua sampel menjadi abu (± 2 Jam).
5. Kemudian dinginkan di udara bebas, lalu masukkan ke dalam *desikator* selama 15 menit.
6. Keluarkan cawan porselin yang berisi residu lalu ditimbang
7. Catat dan Timbang *ash content* (A)

d. Pengujian Luas Penampang

Ukur Luas permukaan (panjang & lebar)
3 sampel briket tiap variasi sehingga didapat rata-rata dari tiap variasi

e. Pengujian Lama Bakar

1. Pengujian lama bakar cukup sederhana yaitu dengan membakar 3 Sampel Biobriket tiap variasi
2. Sebelum dilakukan pembakaran terlebih dahulu siapkan stopwatch untuk menghitung berapa lama api menyala atau berapa lama bara menyala hingga bara tersebut padam.

f. Pengujian Kandungan Logam / *Impurities*

Langkah pengujian kandungan logam adalah sebagai berikut :

1. Disiapkan sampel Biobriket yang akan dicek kandungan logamnya
2. Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram
3. Masukkan sampel yang telah ditimbang kedalam tabung *digest*
4. Larutan HCL sebanyak 8 ml ditambahkan
5. Tambahkan juga larutan HBF₄ sebanyak 2 ml
6. Tabung *digest* ditutup dengan penutup
7. Tabung dimasukkan kedalam alat *digest* untuk dilakukan pemanasan selama ± 30 menit
8. Setelah larut secara sempurna keluarkan tabung dari alat *digest* kemudian dilakukan dilusi dengan penambahan air sebanyak volume yang sudah ditentukan.
9. Larutan yang telah didilusi kemudian dimasukkan kedalam ICP *tester* untuk dilakukan pengujian kandungan logam dengan menggunakan plasma
10. setelah itu kandungan berupa unsur-unsur logam akan didapatkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

- **Karakterisasi Awal Sludge, Black liquor dan Tempurung kelapa**

Pada penelitian ini *sludge, black liquor* dan tempurung kelapa dilakukan pengujian berupa nilai kalor, kadar air dan kadar abu sebelum melakukan pengujian pada biobriket yang telah dibuat.

Pada tabel dibawah ditampilkan hasil karakterisasi awal dari material pembuatan biobriket sebagai berikut.

Gambar 1 Karakterisasi Awal bahan

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

- **Hasil Pengujian Biobriket**

Pada penelitian ini, komposisi biobriket yang dicek nilai kalor, kadar abu % dan kadar air % yaitu ada 6 variasi dengan komposisi *sludge* dari 60% - 70% , *black liquor* 5% - 20% dan tempurung kelapa 10% - 35%. Serta peneliti menambahkan briket standard 1 dan briket standar 2 untuk dijadikan patokan bagi peneliti dalam membuat biobriket. Dari hasil pengecekan yang dilakukan dapat di lihat pada tabel berikut.

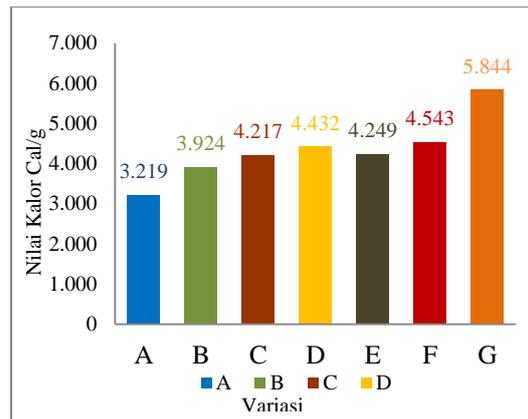
Tabel 2 Hasil Pengujian Biobriket

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 Pembahasan

Berikut ini pembahasan berdasarkan data yang di peroleh pada pengujian Biobriket yang telah dibuat.

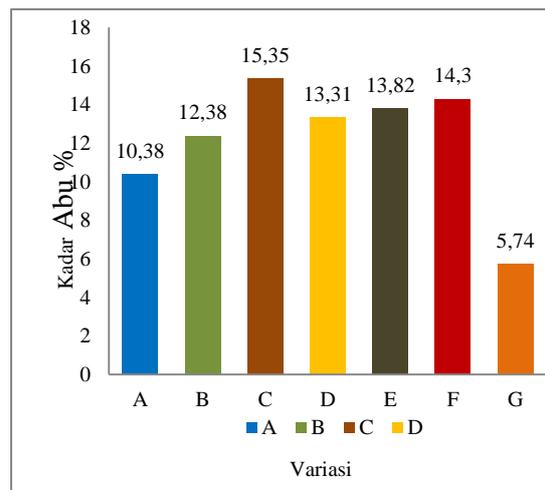
a. Nilai Kalor



Gambar 1 Nilai kalor

Dari Gambar 1 Nilai kalor variasi biobriket yang 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.

b. Kadar Abu



Gambar 2 Kadar abu

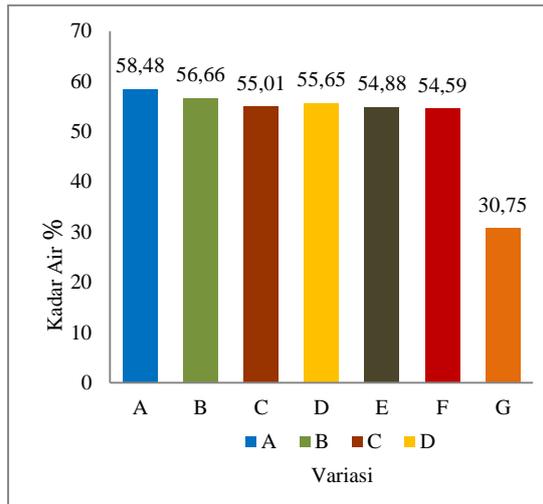
Nilai kadar abu tertinggi dapat dilihat pada gambar 2 yaitu pada variasi C dengan komposisi *sludge* 65% : *black liquor* 5% : *tempurung kelapa* 30% yaitu sebesar 15,35%. Sedangkan briket batubara memiliki kadar abu 5,74%

Pengaruh campuran lindi hitam terhadap sifat bakar dapat dilihat dari makin lamanya waktu yang diperlukan untuk terbakarnya biobriket sampai menjadi abu. Berarti membuktikan bahwa efisiensi pembakaran meningkat, hal ini dapat dikorelasikan dengan menurunnya kadar abu. Komposisi lindi hitam dapat menurunkan kadar abu. Berarti memberikan pengaruh positif terhadap efisiensi pembakaran. Semakin rendah kadar abu, semakin sedikit pula abu sisa pembakaran

yang dihasilkan. (Syamsudin,2007)

Semakin tinggi kadar abu pada briket berpengaruh pada laju pembakaran yang disebabkan rendahnya transfer panas ke bagian dalam briket dan difusi oksigen ke permukaan briket arang selama proses pembakaran serta tingginya kadar abu dapat menghasilkan emisi debu yang menyebabkan polusi udara dan mempengaruhi volume pembakarannya. (Karim,dkk .,2015)

c. Kadar Air



Gambar 3 Kadar air

Dapat dilihat pada gambar 3 kadar air bahwa kadar air sampel briket yang tertinggi dengan kandungan 58,48% terdapat pada variasi A dan terendah pada variasi F yaitu sebesar 54,59%. Faktor yang kemungkinan dapat menyebabkan perbedaan besarnya persentase kadar air pada masing-masing variasi briket bisa disebabkan karena pengaruh tidak meratanya campuran putih telur, sludge dan black liquor pada adonan briket saat pencampuran dilakukan sehingga mengalami penyerapan air yang berbeda-beda pada setiap sampel briket.

Semakin tinggi komposisi Tempurung kelapa maka semakin besar pula nilai panas biobriket yang dihasilkan dan semakin sedikit % komposisi dari tempurung kelapa maka semakin kecil nilai panas yang dihasilkan.

d. Perbandingan Cost 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

Gambar 4 Perbandingan Cost Biobriket dengan Batubara

Dari tabel 4 Didapat 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.

3.Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sludge hasil pengolahan air limbah industri pulp dan kertas merupakan limbah padat yang dapat dimanfaatkan sebagai biobriket, terbukti pada penelitian ini nilai kalor 6 variasi yang tertinggi yaitu pada variasi F dengan dosis *sludge* 65% : *black liquor* 5% : tempurung kelapa 30% menghasilkan nilai kalor 4543 Cal/g
2. Nilai kalor yang didapat dari batubara yaitu 5.844 cal/g dan biobriket hasil penelitian yaitu sebesar 4.543 cal/g maka dapat disimpulkan bahwa biobriket hasil Penelitian memiliki nilai kalor yang melebihi dari Standar Kualitas Briket menurut **Permen ESDM No. 47/2006**. Kemudian kadar abu dan kadar air pada biobriket jika dibandingkan dengan batubara maka lebih bagus dibandingkan dengan biobriket yang dibuat.

Ucapan Terimakasih

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penyusun dalam melaksanakan dan menyusun tugas akhir ini.
2. Orangtua dan keluarga senantiasa mendoakan dan memberi semangat untuk penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
3. Bapak Abdul Halim, PhD selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Fakultas Vokasi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
4. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T.,M.T Dosen Pembimbing Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Fakultas Vokasi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
5. Ibu Rachmawati Apriani, S.T.,M.T Selaku Dosen Lapangan PT. OKI Pulp and Paper

- Mills.
6. Bapak Indra Gunawan selaku perwakilan *Human Resources Departement* (HRD) Pabrik Pulp dan Kertas
 7. Mr. Jing Rui Gang selaku Kepala Divisi QAP di PT. OKI Pulp and Paper Mills.
 8. Bapak Irvan Widarko, selaku kepala divisi Pulp Physical dan selaku Pembimbing Lapangan di PT. OKI Pulp and Paper Mills.
 9. Seluruh karyawan di PT OKI Pulp and Paper Mills.
 10. Bapak Mustopa, Ibu Yusdiana selaku Orangtua kandung penulis serta saudara kandung yaitu Afrian Hidayat, Rohma Oktariana, Azka Arsyila Farzana dan Kamal Abdul Nasir yang telah mendukung, memotivasi dan mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
 11. Istiqomah, Novi Arianti, Rahma wati, Fanny Apriliani selaku sahabat penulis yang telah mendukung, memberi semangat serta mendoakan dalam kelancaran tugas akhir ini.
 12. Roza Hidayah, Rika Tribuana Puspitasari, Ninda, dan teman Smule lainnya yang telah mendukung dan memberi semangat pada penulis.
 13. Teman-teman di Fakultas Vokasi Jurusan Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung, khususnya angkatan 2016 dan juga Dangerous Team yang selalu saling support hingga titik terakhir.
 14. Rd. Gilang Syaeful Bahari serta semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu.

Referensi

- 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://jurnal.selulosa.org/index.php/jselulosa/article/download/191/193> Diakses pada 8 Februari 2020
- Almu, M. Afif., Syahrul, Yesung Allo Padang. 2014. *Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum) Dan Abu Sekam Padi*. Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Dinamika Teknik Mesin, Volume 4 No. 2 Juli 2014*. <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/view/61> Diakses pada 8 Februari 2020
- Istiadi, Pratama. 2014. *“PT Riau Andalan Pulp And Paper Pangkalan Kerinci – Riau” Laporan Umum*. Bandung: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknikologi Industri Institut Teknologi Bandung. <https://www.coursehero.com/file/35178630/Laporan-KP-PT-RAPPpdf/> Diakses pada 8 Februari 2020
- Arhamsyah. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Baristand Industri Banjarbaru. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol.2, No.1, Juni 2010* : 42–48. https://www.researchgate.net/publication/314241393_PEMANFAATAN_BIOMASSA_KAYU_SEBAGAI_SUMBER_ENERGI_TERBARUKAN Diakses pada 8 Februari 2020
- Moeksin, Rosdiana., Nabila Zarwan, Muhammad Alhusary. 2016. *Pembuatan Biobriket Dari Campuran Tempurung Kelapa Dan Cangkang Biji Karet*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/download/55/44m> Diakses 8 Februari 2020
- Faizal, Muhammad dkk. 2014. *Pengaruh Komposisi Arang Dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket Dari Kayu Karet*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. *Teknik Kimia No. 2, Vol. 20, April 2014*. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/170/169> Diakses 9 Februari 2020
- Noely, Tambaria Theodora dan Berlian Filda Yofita Serli. *Kajian Analisis Proksimat pada Briket Batubara dan Briket Biomassa*. Teknik Pertambangan ITERA <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jgt/article/download/5413/3020> Diakses 18 Juli 2020 10.12 WIB
- Fariadhie Jeni. 2009. *Perbandingan Briket Tempurung Kelapa Dengan Ampas Tebu, Jerami Dan Batu Bara*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Fatah (UNISFAT). <https://www.neliti.com/id/publications/221617/perbandingan-briket-tempurung-kelapa-dengan-ampas-tebu-jerami-dan-batu-bara> Diakses 12 Mei 2020 16.50 WIB
- Maris, Gustri Yanda. 2019. *Hubungan Kadar Inherent Moisture (IM) Terhadap Nilai Kalori Batubara*. Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

<http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/alkimia/article/download/3140/215> 5
Diakses 20 Juni 2020

https://id.wikipedia.org/wiki/Putih_telur Diakses 9
Februari 2020 08.15 WIB

<https://ekonomi.bisnis.com/read/20200506/44/1237210/tren-menurun-harga-batu-bara-mei-us6111-per-ton> Diakses 12 Mei 2020 16.44
WIB