



BIOBRIKET DENGAN METODE KARBONISASI DARI SLUDGE CAKE DAN SERBUK KAYU

¹⁾Reni Laili, ²⁾Masnun lintang, ³⁾Afriyudi

^{1,2)}Program Teknik Elektro, Fakultas Sains Teknologi,

³⁾Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains Teknologi
Universitas Bina Darma

JL. Jenderal A. Yani No. 3, 30264, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*Email: renilaili@binadarma.ac.id, masnunlintang@gmail.com, afriyudi@binadarma.ac.id,

Abstrak

Kebutuhan Energi semakin lama sebanyak banyak dibutuhkan manusia, karena manusia di bumi ini semakin lama, semakin bertambah, oleh karena itu manusia mulai mencari energi lain yang dapat menggantikan energi fosil, ini dikarenakan energi dari fosil semakin lama akan semakin berkurang. Banyak energi terbarukan yang sudah diteliti dan diusahakan untuk digunakan guna menunjang kebutuhan hidup manusia, diantaranya ada energi surya, energi, panas bumi, energi mikro hidro, energi biogas dan lain sebagainya. Semua aktifitas manusia membutuhkan energi, baik untuk memasak, untuk penerangan, dan lain lain. Dalam Pengabdian ini kami membuat briket dengan memanfaatkan Sludge cake dan Serbuk Kayu dari Industri Pulp dengan menggunakan black liquor sebagai perekat. Hasilnya berupa briket yang dapat digunakan sebagai energi bahan bakar. Bahan bakar dari briket ini ternyata mempunyai Nilai kalor yang sangat tinggi yaitu 4915,69 kal/gr.

Kata Kunci : Energi Fosil, BioBriket, Metode Karbonisasi

1. PENDAHULUAN.

Energi memegang peranan yang sangat penting dalam mendukung perekonomian agar terus berjalan, baik sebagai bahan baku, sebagai bahan bakar, maupun sebagai produk ekspor. Hampir 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari bahan bakar fosil yang cenderung tidak ramah lingkungan dan terancam dapat habis karena sumber dayanya terbatas [1]. Total produksi energi primer meliputi batubara, gas bumi, minyak bumi, dan energi terbarukan pada tahun 2018 mencapai 411,6 MTOE. Total konsumsi energi final pada tahun 2018 sekitar 114 MTOE, di mana terdiri atas transportasi 40%, sektor industri 36%, kebutuhan rumah tangga 16%, komersial dan sektor lainnya masing-masing 6% dan 2% [1]. Atas dasar inilah kemudian peneliti coba mencari sumber energi alternatif berupa energi terbarukan yang mampu memenuhi kebutuhan energi tersebut agar penggunaan energi tak terbarukan bisa dikurangi bahkan dihentikan.

Indonesia mempunyai banyak potensi sumber energi alternatif yang dapat diperbarui, diantaranya adalah biomassa atau bahan-bahan limbah organik. Industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu industri penyumbang banyak limbah biomassa yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Lindi hitam (*black liquor*), residu kayu, kulit kayu, mata kayu, *pulp reject*, dan *sludge cake* adalah contoh dari beberapa jenis limbah biomassa yang banyak ditemukan di pabrik *pulp* dan kertas [2].

Salah satu sumber biomassa dari industri pulp dan kertas yang masih jarang dimanfaatkan

adalah limbah padat dari sisa lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang biasa disebut *sludge cake*[3]. Penanganan *sludge cake* di industri umumnya hanya disimpan di landfill dengan prosesnya berdasarkan aturan Kep-04/BapedaI/09/1995 dan Kep-03/BapedaI/09/1995 mengenai persyaratan teknis pengelolaan limbah B3 dan prosedur penyimpanan limbah B3 di landfill. Meskipun sudah mengikuti prosedur penyimpanan limbah B3 yang telah ditetapkan oleh pemerintah, namun dalam jangka panjang *sludge cake* tetap dapat berpotensi menyebabkan masalah pencemaran lingkungan yang serius sebab lama-kelamaan area landfill akan penuh sedangkan produksi harus tetap berjalan. Dengan demikian, pengolahan limbah sangat diperlukan dan diharuskan bagi setiap industri untuk mengurangi dampak negatif terhadap penurunan kualitas lingkungan[4]. Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan berbagai upaya pengembangan dalam memanfaatkan limbah *sludge cake* sebagai alternatif pengelolaan lingkungan agar sisa limbah yang terbuang tidak ada lagi sekaligus agar bisa memberi nilai jual pada limbah *sludge cake*.

Secara umum, lumpur yang berasal tangki pengering merupakan biomassa yang memiliki kandungan bahan organik setidaknya sebesar 66,71% sehingga bisa digunakan sebagai bahan baku pada produksi biobriket [5]. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada pemanfaatan *sludge cake* dengan membuatnya menjadi biomassa. 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 [6]. Untuk memudahkan penggunaannya, *sludge cake* akan diubah bentuk menjadi produk biobriket. *Sludge cake* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *sludge cake* yang berasal dari IPAL PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper. Dalam proses pembuatannya menjadi biobriket, *sludge cake* juga akan dicampur dengan limbah serbuk kayu *Eucalyptus pellita*. Serbuk kayu *Eucalyptus pellita* merupakan salah satu contoh limbah dari industri *pulp* dan kertas yang berasal dari proses pemotongan kayu menjadi *chip*. *Black liquor* sebagai limbah dari proses *digesting* juga akan digunakan sebagai perekat dalam pembuatan biobriket sebab memiliki kandungan resin yang tinggi. Kandungan yang terkandung di dalam *black liquor* antara lain yaitu air, 50% lignin, bahan anorganik berupa garam-garam sodium yang berasal dari cairan kimia pemasak, serta 60% bahan organik dari total padatan *black liquor* yang didapatkan selama proses pemasakan dan pencucian [7]. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait apakah *sludge cake* yang berasal dari industri pulp dan kertas dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang baik.

2. METODE

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari gelas kimia, tungku pembakaran (*furnace*), oven, spatula, timbangan analitik, ayakan dengan ukuran 70 mesh, stopwatch, *crusible*, cetakan briket, mortar, alu, dan *bomb calorimeter*.

Tabel 1. Alat-alat yang Digunakan

Gambar	Nama alat
--------	-----------



Oven



Tungku pembakaran (*furnace*)



Cetakan briket



Timbangan analitik



Crusible



Ayakan mesh 70






Mortar dan alu



Bomb calorimeter

Kemudian untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *sludge cake*, serbuk gergaji *Eucalyptus pellita*, dan *black liquor* dari PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, Sumatera Selatan.

Tabel 2. Bahan-bahan yang Digunakan

Gambar	Nama Bahan
	<i>Black liquor</i>
	Serbuk kayu <i>Eucalyptus pellita</i>
	Sludge cake

2.2. Lokasi Pengabdian

Pengambilan bahan baku, proses pembuatan biobriket, serta pengujian kualitas biobriket, dilakukan di laboratorium PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Lab PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper*)

2.3. Proses Pembuatan Biobriket

1. Dalam pengabdian ini, *sludge cake* dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* terlebih dahulu dikeringkan dengan cara di oven dengan temperatur 40°C selama \pm 12 jam hingga

moisture $\leq 10\%$.

2. Proses selanjutnya yaitu sludge cake dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* dikarbonisasi pada furnace dengan temperatur 300oC selama ± 30 menit. Prinsip karbonisasi disini adalah proses pengurangan tidak sempurna dari bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas sehingga menghasilkan karbon [8].
3. Pembuatan dan pencetakan biobriket dengan komposisi sludge cake : serbuk kayu *Eucalyptus pellita* sebesar 60%:30%, 50%: 40%, 40%:50% untuk 10% perekat black liquor dan 60%:20%, 50%:30%, 40%:40% untuk 20% perekat black liquor.

2.4. Uji Karakteristik Biobriket

Uji karakteristik yang digunakan pada pengabdian ini yaitu meliputi uji kadar air, nilai kalor, *volatile matter*, kadar abu (*ash content*), dan karbon tetap (*fixed carbon*).

Kadar air briket mampu mempengaruhi mudah tidaknya briket tersebut untuk dibakar, dikarenakan semakin tinggi kadar air dari suatu briket maka briket akan mengalami penurunan kualitas [9].

Prinsip pengujian kadar air adalah mengeringkan bahan dengan cara menguapkan air yang terkandung sampai diperoleh berat yang konstan. Pengujian kadar air dihitung berdasarkan persamaan [10]:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{X1 - X2}{X2} \times 100\%$$

Dimana:

X1 = Berat sampel awal (gram)

X2 = Berat sampel setelah di oven (gram)

Kadar abu adalah salah satu bagian dari yang tersisa dari hasil pembakaran, dalam hasil abu yang dimaksud adalah abu sisa pembakaran briket. Semakin tinggi kadar abu dari suatu briket, maka kualitas briket akan semakin rendah, karena kandungan abu yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya nilai kalor dari suatu briket [9].

Kadar abu (*ash content*) diartikan sebagai kandungan mineral yang tidak ikut terbakar. Cara pengujian ini meliputi penentuan kadar abu yang dinyatakan dengan persentase sisa oksidasi kering benda uji pada kisaran suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$ setelah dilakukan pengujian kadar air. Kadar abu dihitung berdasarkan persamaan [10]:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{F - G}{W} \times 100\%$$

Dimana:

F = Berat *crucible* dan abu (gram)

G = Berat *crucible* kosong (gram)

W = Berat sampel awal (gram)

Volatile matter didefinisikan sebagai sejumlah materi yang hilang ketika suatu material dibakar pada suhu dan waktu tertentu. *Volatile matter* (VM) dihitung berdasarkan persamaan [10]:

$$\text{Volatile Matter (\%)} = \frac{B - C}{W} \times 100\%$$

Dimana:

B = Berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 105-110 °C (gram)

C = Berat sampel setelah dibakar (gram)

W = Berat sampel awal (gram)

Nilai karbon tetap diperoleh dengan cara mengurangi angka 100 dengan jumlah kadar air, kadar abu, dan jumlah *volatile matter*. Untuk menentukan karbon tetap (*fixed carbon*) dapat dihitung menggunakan persamaan [10]:

$$FC = 100 - (MC + VM + AC) \%$$

Dimana:

FC = Fixed carbon (%)

MC = Moisture content (%)

VM = Volatile matter (%)

AC = Ash content (%)

Nilai kalor berperan penting terhadap briket, karena nilai kalor berpengaruh pada kualitas briket yang dihasilkan. Tinggi dan rendahnya nilai kalor pada suatu briket tergantung pada nilai kadar air, dan kadar abu [9].

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan menggunakan bomb kalorimeter. Ini adalah alat yang digunakan untuk menentukan panas yang dilepaskan oleh bahan bakar dan oksigen pada volume tetap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

Biobriket yang dihasilkan pada penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 3 cm x 3 cm dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Biobriket dari *sludge cake* dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* dengan perekat *black liquor*

Hasil karakterisasi awal dari material pembuatan biobriket dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakterisasi Awal dari Bahan Baku

Parameter	<i>Sludge cake</i>	Serbuk Kayu	<i>Black Liquor</i>
Moisture Content (%)	72,07	38,14	61,62
Ash Content (%)	32,34	0,27	16

Calorific Value (cal/gr)	2601,53	4686,35	3437,71
--------------------------	---------	---------	---------

Hasil analisa sifat fisis biobriket meliputi pengujian nilai kadar air, nilai kalor, nilai kadar abu, nilai *volatile matter*, dan nilai karbon tetap.

3.2. Biobriket dengan Komposisi *Black Liquor* 10%

Pada Biobriket dengan komposisi black liquor 10 % , *sludge cake* dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* sangat mempengaruhi kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin besar komposisi *sludge cake* yang digunakan, maka semakin besar pula nilai kadar air, kadar abu, dan zat terbang nya. Peningkatan nilai kadar air ini dipengaruhi karena *sludge cake* memiliki ukuran pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan serbuk kayu *Eucalyptus pellita*, sehingga membuat biobriket dengan komposisi *sludge cake* yang lebih banyak akan lebih mudah menyerap air dari udara sekitar. Selanjutnya tinggi rendahnya nilai zat terbang dapat dipengaruhi oleh proses karbonisasi yang kurang optimal, dimana tinggi suhu dan lamanya waktu yang tidak tepat pada saat proses karbonisasi akan mengakibatkan zat belum menguap sepenuhnya menjadi arang yang pada akhirnya menyebabkan tingginya nilai zat terbang saat pengujian [11].

Sedangkan semakin besar komposisi *serbuk kayu* yang digunakan, maka nilai kalor dan dan kadar karbon tetap akan semakin tinggi pula. Hal ini dikarenakan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* memiliki kandungan selulosa dan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan *sludge cake*, dimana semakin tinggi kandungan komponen kimia seperti selulosa dan lignin pada suatu bahan maka akan menghasilkan kadar karbon yang baik dimana pada akhirnya juga akan meningkatkan nilai kalor [12].

3.3. Biobriket dengan Komposisi *Black Liquor* 20%

Pada biobriket dengan komposisi perekat *black liquor* 20% ini juga terlihat bahwa semakin besar komposisi *sludge cake* yang digunakan, maka semakin besar pula nilai kadar air, kadar abu, zat terbang, dan semakin kecil pula nilai kalor beserta karbon tetap nya. Sedangkan semakin besar komposisi serbuk kayu *Eucalyptus pellita* yang digunakan, maka semakin kecil pula nilai kadar air, kadar abu, zat terbang, dan semakin besar pula nilai kalor beserta karbon tetap nya. Hal yang membedakan yaitu terlihat bahwa nilai kadar air, kadar abu, dan zat terbang pada biobriket dengan komposisi perekat *black liquor* 20% ini memiliki kecenderungan lebih tinggi dibandingkan pada biobriket dengan komposisi perekat *black liquor* 10%.

Peningkatan nilai kadar air yang meningkat seiring dengan penambahan komposisi perekat *black liquor* ini disebabkan karena bahan perekat sendiri mengandung air sehingga semakin banyak perekat yang ditambahkan maka akan semakin tinggi pula kadar air pada biobriket yang dihasilkan. Sedangkan untuk peningkatan nilai kadar abu disebabkan karena *black liquor* mengandung komponen anorganik yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kadar abu yang dihasilkan oleh *black liquor* sendiri pun cenderung tinggi karena komponen-komponen anorganik tersebut tidak dapat terbakar dengan sempurna [7]. Lalu untuk peningkatan nilai zat terbang pada biobriket ini dikarenakan semakin banyak komposisi perekat yang digunakan, maka kadar air akan semakin tinggi sehingga nilai zat terbang pun akan semakin naik. Kadar zat terbang yang tinggi ini dapat menurunkan kualitas biobriket karena dengan tingginya zat terbang, maka nilai karbon akan semakin kecil sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah serta tingginya zat terbang dapat menyebabkan biobriket

mempunyai jelaga asap yang lebih banyak ketika dinyalakan [13]. Oleh karena itu, biobriket dengan kadar zat terbang yang lebih rendah memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan biobriket yang memiliki nilai zat terbang lebih tinggi. *Black liquor* dapat menjadi sumber energi berkelanjutan yang diunggulkan, karena dapat dimanfaatkan untuk pembuatan gas hidrogen, biobriket, maupun untuk efisiensi energi pada industri pulp dan kertas. *Black liquor* mempunyai nilai energi sebesar 9,7 sampai 15,71 MJ/kg sehingga *black liquor* sering dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar pada proses *recovery boiler* [14].

3.4. Biobriket Kualitas Terbaik

Kualitas dari sebuah briket dapat dilihat melalui analisis proksimat (*proximate analysis*) yang dilakukan agar dapat diketahui kandungan air lembab, abu, zat terbang, dan karbon tertambat di dalam briket. Analisis proksimat ini dilakukan dengan teknik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) [15].

Biobriket dengan kualitas yang paling baik yaitu biobriket pada komposisi *black liquor* 10% dengan komposisi *sludge cake* : serbuk kayu *Eucalyptus pellita* sebesar 40% : 50%. Pemilihan biobriket dengan kualitas paling baik ini didasarkan karena biobriket tersebut memiliki nilai kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang paling rendah, serta memiliki kadar karbon tetap dan nilai kalor yang paling tinggi.

4. KESIMPULAN

Sludge cake sebagai lumpur hasil pengolahan air limbah dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* merupakan limbah padat dari industri pulp yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan bakar padat berupa biobriket dengan penambahan *black liquor* sebagai perekat.

Penambahan komposisi *sludge cake* dan perekat *black liquor* menyebabkan peningkatan pada kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, serta penurunan pada nilai kalor dan kadar karbon tetap. Sedangkan penambahan komposisi serbuk kayu *Eucalyptus pellita* menyebabkan peningkatan pada nilai kalor, kadar karbon tetap, serta penurunan pada kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang.

Kombinasi biobriket yang terbaik dari campuran *sludge cake* dan serbuk kayu *Eucalyptus pellita* dengan perekat *black liquor* yaitu terdapat pada biobriket dengan komposisi 40% *sludge cake*, 50% serbuk kayu *Eucalyptus pellita*, dan 10% perekat *black liquor* yang dimana memiliki kadar air 2,12%, kadar abu 19,33%, kadar zat terbang 28,99%, nilai kalor 4915,69 kal/gr, dan kadar karbon tetap 49,63%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lab PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* yang memfasilitasi pengabdian ini sehingga berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hidayat and M. I. Syahtaria, "Black Liquor sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan dari Industri Pulp dan Kertas," *J. Energi Baru Dan Terbarukan*, vol. 4, no. 2, pp. 108–117, Sep. 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.17588.
- [2] D. Gavrilescu, "ENERGY FROM BIOMASS IN PULP AND PAPER MILLS," *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 7, no. 5, pp. 537–546, 2008, doi: 10.30638/eemj.2008.077.
- [3] N. M. Susantini and R. Oktariani, "Pemanfaatan Sludge dengan Campuran Black Liquor dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Pembuatan Biobriket," *J. Appl. Sci. JAPPS*, vol. 3, no. 1, pp. 011–019, Apr. 2021, doi: 10.36870/japps.v3i1.227.

- [4] KODOATIE, Robert J; Syarief, Rustam, *Pengelolaan sumber daya air terpadu*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [5] Sudarsono, Putri E. R., “Pembuatan briket dari komposit limbah: kulit kopi, lumpur IPAL PT. SIER, dan plastik LDPE.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP., Laporan Tugas Akhir (Skripsi/Tesis), 2010.
- [6] L. Rumiyan, A. Irnanda, and Y. Hendronursito, “ANALISIS PROKSIMAT PADA BRIKET ARANG LIMBAH PERTANIAN,” *Spektra J. Fis. Dan Apl.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–22, Apr. 2018, doi: 10.21009/SPEKTRA.031.03.
- [7] H. Hamsar, Z. Helwani, and B. Bahruddin, “SIMULASI TERMODINAMIKA GASIFIKASI BLACK LIQUOR PABRIK PULP LARUT KRAFT SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN,” *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, p. 48, Mar. 2019, doi: 10.31258/jst.v16.n2.p48-53.
- [8] M. M. Tang and R. Bacon, “Carbonization of cellulose fibers—I. Low temperature pyrolysis,” *Carbon*, vol. 2, no. 3, pp. 211–220, 1964, doi: [https://doi.org/10.1016/0008-6223\(64\)90035-1](https://doi.org/10.1016/0008-6223(64)90035-1).
- [9] R. Oktariani, “PEMANFAATAN SLUDGE DENGAN CAMPURAN BLACK LIQUOR DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOBRIKET,” 2006.
- [10] M. A. S. Mandra, “Characteristics of Charcoal Briquettes from Agricultural Waste with Compaction Pressure and Particle Size Variation as Alternative Fuel,” 2019.
- [11] Onu F., Sudarja, Rahman N. B. M., “Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (*Myristica Fragan Houtt*) dan Limbah Sawit (*Elaeis Guenensis*).,” *Semin. Nas. Tek. Mesin*, 2010.
- [12] Yashito Takeuch, *Pengantar Kimia*. Tokyo : Iwanami Publishing Company., 2006.
- [13] F. E. Hasfianti, E. Sriningsih, and D. Subhanuddin, “KUALITAS BRIKET LIMBAH TEBANGAN KAYU GALAM SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF,” vol. 37, no. 3, 2019.
- [14] W. Wahyudi and D. Tanggasari, “Uji karakteristik briket serbuk gergaji kayu jati dengan pencampuran ampas tebu berdasarkan jumlah variasi perekat (tepung beras ketan),” *Sultra J. Mech. Eng. SJME*, vol. 2, no. 1, pp. 17–28, Apr. 2023, doi: 10.54297/sjme.v2i1.426.
- [15] R. Y. Syaifullah *et al.*, “Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Menjadi Biobriket Dengan Inovasi Pembuatan Alat Pembakaran Dan Pencetakan Biobriket Di Desa Tanah Wulan, Maesan Bondowoso,” *Dedikasi Jurnal Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 42–52, Dec. 2023, doi: 10.31479/dedikasi.v4i1.287.