



Jurnal Teknologi Maritim Volume 8 No 1 Tahun 2025
30 September 2024 / 28 Mei 2025 / 28 Mei 2025

Jurnal Teknologi Maritim

<http://jtm.ppns.ac.id>

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600⁰C

Ayu Nindyapuspa¹, Denny Dermawan¹, Talent Nia Pramestyawati², Bagus Wahyu Firmansyah¹, Araya Bonita Pakpahan¹

¹ Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 6011, Indonesia

²Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jalan Arif Rahman Hakim 100 Surabaya, 60117

Abstrak. Peningkatan produksi minuman dapat mengakibatkan peningkatan jumlah air limbah yang dihasilkan. Hal ini mengakibatkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjalankan proses pengolahan limbah secara berkelanjutan, yang berpengaruh pada peningkatan volume sludge di IPAL. Sludge dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai biobriket. Agar kualitas biobriket meningkat, limbah IPAL dicampur dengan sekam padi, serbuk kayu, dan fly ash untuk menambah nilai kalor dari biobriket tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak dari komposisi bahan biobriket yang menggunakan campuran fly ash dan abu sekam padi, melalui metode karbonisasi pada suhu 600 derajat Celcius. Berbagai kombinasi bahan biobriket yang diterapkan dalam studi ini mencakup sludge IPAL dan abu sekam padi (100% : 0% ; 90% : 10% ; 80% : 20%) serta sludge IPAL, serbuk kayu, dan fly ash (40%:50%:10%, 60%:30%:10%, 80%:10%:10%). Analisis kualitas biobriket yang akan dilaksanakan mencakup analisis proksimat (kandungan air, kandungan abu, karbon tetap). Hasil analisis akan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 4931:2010 mengenai Briket Batubara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan air pada biobriket sudah memenuhi standar yang ditetapkan, tetapi kandungan abu dan karbon tetap masih belum mencapai syarat yang sesuai dengan SNI 4931:2010.

Katakunci: Biobriket, Kadar Abu, Kadar Air, Karbon Terikat, Sludge

Abstract. The increasing production of the beverage industry can cause an increase in the flow of wastewater. This causes the Wastewater Treatment Plant (WWTP) to carry out continuous wastewater treatment processes which have an impact on increasing the generation of WWTP sludge. WWTP sludge has the potential to be used as bio briquettes. To improve the quality of bio briquettes, WWTP sludge is also added with rice husks, sawdust, and fly ash to increase its calorific value. This study aimed to analyze the effect of the composition of biobriquette materials with a mixture of fly ash and rice husk ash using the carbonization method at a temperature of 600 degrees Celsius. The variations in the composition of biobriquette materials used in this study were WWTP sludge and rice husk ash (100%: 0%; 90%: 10%; 80%: 20%) and WWTP sludge, sawdust, and fly ash (40%: 50%: 10, 60%: 30%: 10, 80%: 10%: 10%). The quality analysis of bio briquettes to be carried out includes proximate analysis (water content, ash content, fixed carbon). The results of the analysis will be compared with SNI 4931:2010 on Coal Briquettes. The results of the study showed that the water content of the bio briquettes met the requirements, but the ash and fixed carbon content did not meet the requirements according to SNI 4931:2010

Email Korespondensi: ayunindyapuspa@ppns.ac.id

doi: 10.35991/jtm.v8i1.41

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

Keywords: Ash Content, Biobriquette, Fixed Carbon, Moisture Content Wastewater Sludge

Pendahuluan

Permintaan yang meningkat untuk jenis minuman tertentu telah menyebabkan peningkatan limbah secara signifikan. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang beroperasi terus-menerus akan mengakumulasi timbunan lumpur dari IPAL. Lumpur yang dihasilkan memiliki kandungan air sebesar 11,6%, kadar abu 12,9%, dan nilai kalori 3.538,84 kal/g (Putra dkk, 2022). Dengan potensi yang ada, lumpur dari IPAL dapat dimanfaatkan untuk dijadikan biobriket. Untuk meningkatkan kualitas biobriket, sangat penting untuk menambahkan bahan tambahan seperti abu sekam padi, fly ash, dan serbuk gergaji.

Sekam padi adalah lapisan luar yang melindungi biji padi. Saat proses penggilingan berlangsung, sekam akan terpisah dan menjadi limbah dari beras. Proses tersebut dapat menghasilkan antara 16,2 hingga 28% sekam. Sekam padi memiliki potensi untuk diolah menjadi bahan baku untuk industri, pakan untuk hewan, dan sebagai sumber energi. Nilai kalori dari sekam padi mencapai 3.300 kal/kg. Kandungan selulosa dalam sekam padi memberikan pembakaran yang stabil dan merata, sehingga bisa dijadikan sumber energi alternatif. Penggunaan fly ash dalam pembuatan biobriket dapat meningkatkan nilai tekan yang dihasilkan.

Serbuk kayu adalah hasil sampingan dari proses penggergajian kayu. Penambahan serbuk gergaji berpotensi besar untuk meningkatkan nilai kalori dari biobriket, dengan nilai kalori yang cukup tinggi, yakni 4.475,35 kal/g (Aladin dkk, 2023). Karbonisasi adalah proses konversi dari bahan organik menjadi karbon atau sisa kaya karbon. Tujuan dari proses karbonisasi adalah untuk mengurangi kadar air yang tidak diinginkan, sehingga hanya arang yang dihasilkan (Ridhuan dan Suranto, 2017).

Temperatur karbonisasi yang digunakan dalam pembuatan biobriket juga berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Suhu yang dipakai bervariasi antara 450°C hingga 700°C sesuai dengan SNI 4931:2010 tentang standar untuk briket batubara. Nurhayati (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi, maka kadar air dan abu akan semakin rendah, sedangkan nilai kalori dan karbon akan meningkat. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan dengan tujuan menganalisis kualitas biobriket yang berasal dari lumpur IPAL, abu sekam padi, fly ash, dan serbuk gergaji, menggunakan metode karbonisasi pada suhu 600 derajat Celsius.

2. Tinjauan Pustaka

1. Ciri-ciri Sludge IPAL

Instalasi Pengolahan Air Limbah, yang disingkat IPAL, berfungsi sebagai fasilitas untuk memproses air limbah dari sumber domestik dan industri hingga mencapai kualitas yang sesuai untuk dibuang tanpa merusak lingkungan. Salah satu produk sampingan yang dihasilkan oleh IPAL adalah sludge, yang terdiri dari air, sisa-sisa, bahan organik, dan logam organik. IPAL memiliki beberapa unit yang dapat digunakan untuk memproses sludge ini. Lumpur yang dihasilkan dari industri minuman didapatkan setelah melalui alat belt press (Raharja, 2015). Ketika sludge dikirim ke dalam belt press, tekanan diberikan untuk mengurangi kandungan air di dalamnya.

Sludge IPAL merupakan limbah yang terbentuk dalam sistem pengolahan air limbah. Jenis sludge ini terbagi menjadi lumpur dari proses kimia-fisika dan lumpur dari proses biologi. Lumpur kimia-fisika berasal dari pemisahan produk yang dihasilkan lewat proses kimia dan fisika, sedangkan lumpur biologi (sering disebut biosludge) dihasilkan dari perlakuan biologi

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

(Arifin dan Hidawati, 2023). Salah satu pabrik minuman yang berada di Sidoarjo menghasilkan sekitar 1,375 ton sludge setiap harinya. Kandungan air pada sludge IPAL tersebut adalah 11,6%, kadar abu 12,9%, dan nilai kalor mencapai 3.538,84 kal/g.

2. Ciri-ciri Sekam Padi

Sekam padi berfungsi sebagai pelindung yang menutupi gabah. Selama proses penggilingan gabah, sekam akan terpisah dari beras dan menjadi limbah sisa dari kegiatan tersebut. Proses ini memproduksi sekam antara 16,2 hingga 28%. Sekam termasuk dalam kategori biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, termasuk bahan baku industri, pakan untuk hewan, dan sebagai sumber energi (Kadri dan Rugaya, 2013).

3. Ciri-ciri Fly Ash

Fly ash adalah produk yang dihasilkan sebagai hasil sampingan dari pembakaran batubara, yang terdiri dari partikel-partikel abu yang terangkat bersama gas yang dihasilkan. Fly ash muncul sebagai limbah dari pembakaran batubara dalam pembangkit listrik tenaga uap. Limbah ini memiliki tekstur halus, berbentuk bulat, dan bersifat pozolanik. Kandungan fly ash terdiri dari 74,2% silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan mineral besi (Fe_2O_3) sekitar 14,4%, CaO 2,4%, magnesium oksida (MgO) 2,03%, dan karbon (C) 16,17% (Haryanti dkk, 2020).

4. Ciri-Ciri Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah yang dihasilkan dari pemotongan bahan kayu. Data dari BPS pada tahun 2006 menunjukkan bahwa total produksi serbuk gergaji di Indonesia mencapai 407. 548,2 ton. Serbuk kayu mengandung jumlah air sebesar 3,49%, abu 2,05%, zat mudah menguap 75,86%, karbon yang terikat 18,6%, dan memberikan nilai kalori sebanyak 4. 418 kal/g (Hasan dkk. , 2020).

5. Ciri-Ciri Biobriket

Briket adalah sejenis arang yang dibentuk melalui proses tertentu menggunakan metode pengepresan dan bahan perekat khusus sebagai penguat. Biobriket adalah jenis briket yang terbuat dari arang biomassa yang diperoleh dari sektor pertanian (bagian tanaman), baik dari bagian yang diolah khusus untuk bahan baku briket ataupun dari limbah dari proses produksi dalam agroindustri. Uji kualitas briket meliputi analisis terhadap nilai kalori, kadar air, karbon tetap, zat mudah menguap, dan kandungan abu.

6. Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses yang mengubah bahan organik menjadi karbon atau residu yang mengandung karbon dalam pembuatan arang berkarbon. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghilangkan kadar air yang tidak dibutuhkan oleh arang, termasuk elemen hidrogen, oksigen, serta bahan yang mudah menguap. Karbonisasi menghasilkan satu jenis arang (Ridhuan dan Suranto, 2017).

3. Metode

Studi ini menggunakan bahan sludge dari instalasi pengolahan air limbah, sekam padi, abu terbang, dan serbuk kayu. Unsur-unsur untuk pembuatan biobriket ini diperiksa berdasarkan karakteristik awal, yang meliputi tingkat kelembapan, kadar abu, dan karbon yang tersisa. Setelah melakukan pemeriksaan karakteristik awal, variasi komposisi yang akan dianalisis ditentukan. Dalam penelitian ini, variasi ini meliputi perubahan komposisi material

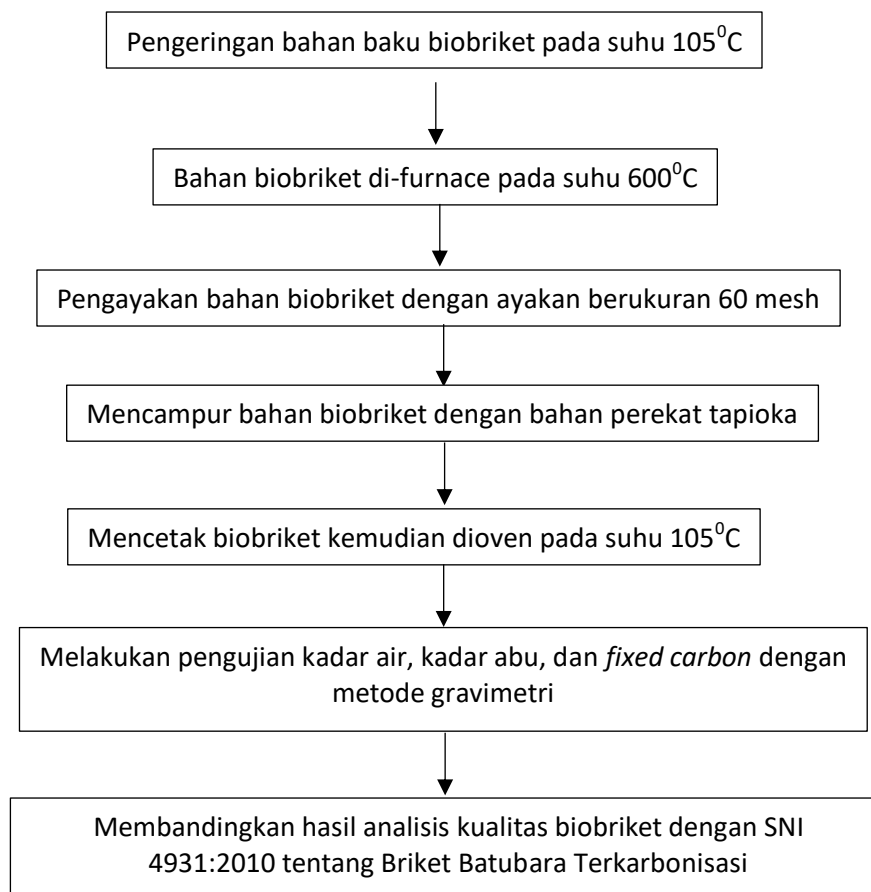
Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

biobriket dan variasi suhu pada saat proses karbonisasi. Variasi yang ditetapkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Penelitian Biobriket dari *Sludge* IPAL

No.	Komposisi Biobriket (%)			
	Sludge IPAL	Sekam Padi	Serbuk Kayu	<i>Fly Ash</i>
1	100	0	0	0
2	90	10	0	0
3	80	20	0	0
4	40	50	0	10
5	60	0	30	10
6	80	0	10	10

Sebelum dilakukan pencetakan ke dalam cetakan biobriket, seluruh bahan biobriket dikeringkan dalam oven pada suhu 105 derajat Celsius, kemudian diproses di dalam furnace pada suhu 600 derajat Celsius selama 120 menit. Setelah proses tersebut, bahan biobriket yang telah menjadi arang diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Bahan biobriket yang sudah lolos ayakan siap untuk dicetak ke dalam cetakan biobriket. Untuk membentuk biobriket, ditambahkan perekat dari tapioka. Setelah pencetakan, biobriket dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 derajat Celsius. Biobriket yang telah melalui proses pengovenan siap untuk dianalisis berdasarkan parameter ultimat dan proksimat. Hasil analisis untuk parameter proksimat dan ultimat akan dibandingkan dengan standar SNI 4931:2010 mengenai Briket Batubara. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Parameter uji dan metode uji untuk biobriket dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Uji Biobriket

No.	Parameter	Metode	Sumber
1	Kadar air	Gravimetri	SNI 13-3477-1994
2	Kadar abu		SNI 13-3999-1994
3	<i>Fixed carbon</i>		SNI 06-4159-1991

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Bahan Baku Biobriket

Karakteristik awal dari bahan mentah perlu diteliti guna menilai kualitasnya sebelum proses pembuatan biobriket dimulai. Pengujian dilakukan dengan mengevaluasi parameter proksimat dan ultimat. Dari analisis proksimat, ditemukan bahwa kandungan air tertinggi terdapat pada sludge dengan persentase mencapai 11,60%. Di sisi lain, kadar abu dan karbon paling tinggi dari bahan mentah ditemukan pada fly ash, dengan nilai masing-masing sebesar 43,5% dan 18,06%. Rincian mengenai sifat-sifat bahan baku biobriket dapat dilihat pada Tabel 3.

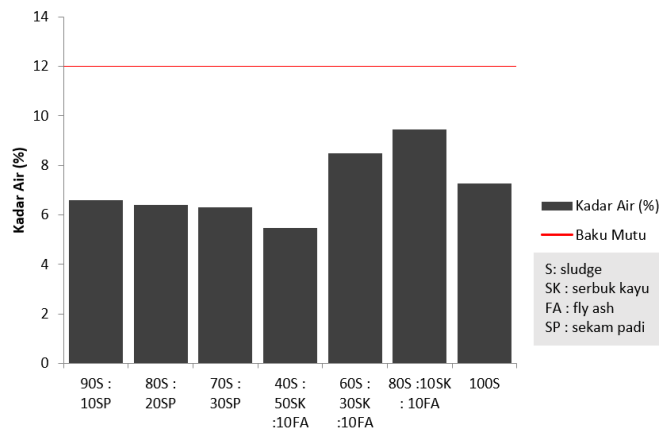
Tabel 3. Karakteristik Bahan Baku Biobriket

Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Fixed Carbon (%)
<i>Sludge</i> IPAL	11,6	12,9	3,3
<i>Fly Ash</i>	0,77	43,5	29
Serbuk Kayu	3,49	2,05	18,06
Sekam Padi	3,65	31,79	12,23

3.2 Analisis Kadar Air Biobriket

Analisis kandungan air bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang tersisa di dalam biobriket. Kadar air digunakan untuk menilai karakteristik higroskopis biobriket. Karakteristik higroskopis pada briket dapat dianalisa berdasarkan jumlah air yang terdapat di dalam briket itu sendiri. Sifat higroskopis ini menyebabkan biobriket mudah menyerap kelembaban saat dibiarkan di udara terbuka. Semakin banyak air yang ada dalam biobriket, semakin tinggi risiko biobriket menjadi rapuh. Hasil dari pengujian kadar air dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C



Gambar 2. Perbandingan Hasil Uji Kadar Air Biobriket

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, tingkat kelembapan tertinggi dalam biobriket ditemukan pada biobriket yang terbuat dari campuran sludge IPAL, serbuk kayu, serta fly ash dengan proporsi 80:10:10. Di sisi lain, tingkat kelembapan terendah terlihat pada biobriket yang memiliki komposisi serupa, tetapi dengan perbandingan 40:50:10. Kadar air tertinggi yang terdeteksi adalah 9,44%, sementara kadar terendah adalah 5,48%. Batas maksimum kadar air yang ditentukan dalam SNI 4931:2010 tentang Briket Batubara ditetapkan sebesar 12%. Dalam penelitian ini, semua jenis komposisi biobriket sudah memenuhi standar kadar air yang berlaku.

Tingkat kelembapan dalam biobriket dipengaruhi oleh proses pengeringan yang dilakukan terhadap bahan baku sebelum dikonversi menjadi biobriket. Proses pengeringan sludge IPAL dilakukan dengan oven pada suhu konstan 105 derajat Celsius selama satu jam untuk mengurangi kelembapan yang tinggi. Sebelum proses pembuatan biobriket, bahan baku harus dikeringkan terlebih dahulu dalam oven untuk menurunkan tingkat kelembapan serta meningkatkan nilai kalor. Penelitian yang dilakukan oleh Bimantara dan timnya (2019) menunjukkan bahwa kadar air pada sludge yang belum dikeringkan mencapai 19,88% dengan nilai kalor 2154,8 kal/g. Proses pengeringan menggunakan oven berhasil menurunkan kadar air hingga 1,02% dan meningkatkan nilai kalor menjadi 2681,5 kal/g.

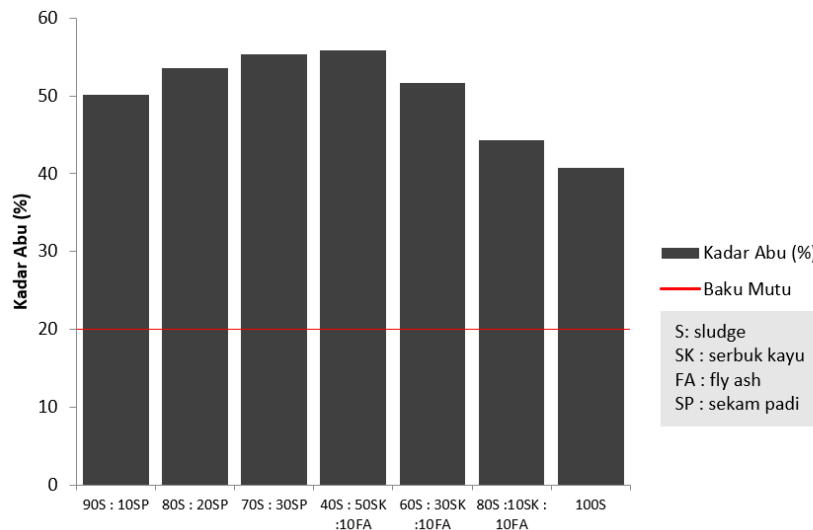
3 Analisis Kadar Abu Biobriket

Analisis kandungan abu pada briket bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah sisa yang tertinggal setelah biobriket dibakar. Abu adalah residu yang sulit terbakar dan mengandung senyawa seperti silika oksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), karbonat, serta berbagai mineral lainnya (Zahar, 2021). Kadar abu yang terlalu tinggi dapat berdampak negatif pada kualitas biobriket. Keberadaan silika dalam abu dapat merugikan nilai kalor briket, yang pada akhirnya menurunkan kualitas biobriket.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar abu tertinggi pada biobriket ditemukan dalam campuran sludge IPAL, serbuk kayu, dan fly ash dengan proporsi 40:50:10. Sementara itu, kadar abu terendah ditemukan dalam biobriket yang terdiri sepenuhnya dari sludge IPAL. Kadar abu tertinggi yang terdeteksi mencapai 55,81%, sedangkan kadar terendah tercatat sebesar 40,7%. Batas maksimum kadar abu yang telah ditetapkan dalam SNI 4931:2010

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

terkait Briket Batubara adalah 3%. Dalam kajian ini, semua komposisi biobriket memenuhi ketentuan kadar abu yang telah ditentukan. Perbandingan kadar abu untuk setiap jenis biobriket dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Perbandingan Nilai Kadar Abu pada Masing-masing Komposisi Biobriket

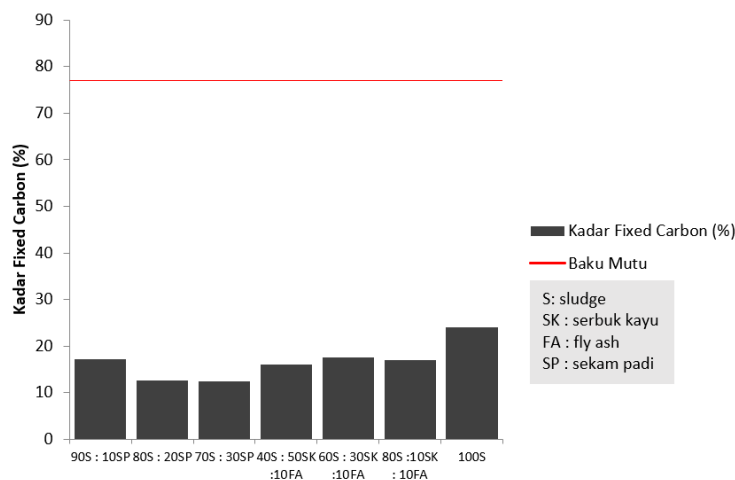
Nilai abu dalam biobriket dapat dipengaruhi oleh jumlah abu yang terdapat dalam bahan baku serta suhu yang digunakan selama karbonisasi. Jika proporsi bahan baku untuk pembuatan briket berkurang, maka jumlah abu yang dihasilkan biasanya juga akan lebih rendah. Tingginya kadar abu dalam biobriket juga ditentukan oleh jumlah abu dalam bahan pembentuknya dan suhu karbonisasi yang digunakan. Fly ash, sebagai material pozzolanic, mengandung senyawa seperti silika, alumina, kalsium, serta elemen lain. Penggunaan fly ash dalam setiap contoh adalah 10% lebih sedikit dibandingkan bahan lainnya, namun memberikan dampak besar terhadap kadarnya abu biobriket. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pada pemeriksaan awal, fly ash memiliki kadar abu tertinggi yang mencapai 43,50%. Semakin banyak sludge yang digunakan dalam briket, semakin rendah kandungan abu yang dihasilkan. Kadar abu yang tinggi dapat ditentukan oleh komposisi abu dalam penyusun biobriket. Sludge dari IPAL menunjukkan kadar abu sebesar 12,90%, sementara sekam padi memiliki kadar abu 31,79%. Oleh karena itu, kandungan abu biobriket akan meningkat jika ditambahkan sekam padi dibandingkan dengan biobriket yang tidak mengandung sekam, yang memiliki kadar abu yang lebih rendah. Namun, nilai tersebut belum memenuhi standar yang telah ditetapkan dalam SNI 9831-2010.

3 Analisis Karbon Terikat (*Fixed Carbon*) Biobriket

Kadar karbon tetap mengukur jumlah karbon murni yang ada dalam biobriket atau biomassa, tanpa mempertimbangkan bagian air, abu, atau zat volatil. Uji kandungan karbon terikat pada briket bertujuan untuk mengevaluasi sisa karbon setelah proses karbonisasi (Novia Yanti dkk, 2024). Karbon dalam briket sangat berpengaruh terhadap nilai kalor briket tersebut. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Nilai karbon terikat memiliki hubungan erat dengan nilai kalor dari zat yang mudah menguap, kadar air, dan abu dalam biobriket.

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600°C

Menurut penelitian yang telah dilakukan, biobriket yang terbuat sepenuhnya dari 100% sludge IPAL menunjukkan kadar karbon tetap tertinggi. Sementara itu, kadar karbon tetap terendah ditemukan pada biobriket yang terbuat dari campuran 80:20 antara limbah IPAL dan sekam padi. Kadar karbon tetap maksimum tercatat sebesar 24%, sedangkan nilai terendahnya 12,7%. Kadar minimum karbon tetap yang ditetapkan dalam SNI 4931:2010 untuk Briket Batubara adalah 77%. Dalam penelitian ini, semua komposisi biobriket yang diuji tidak mencapai standar kadar karbon tetap yang berlaku.



Gambar 4. Perbandingan Nilai *Fixed Carbon* pada Masing-masing Komposisi Biobriket

Nilai karbon terikat mengalami peningkatan seiring bertambahnya volume limbah padat dan kenaikan suhu dalam proses karbonisasi. Pemilihan jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan briket memiliki dampak signifikan pada jumlah karbon terikat dalam briket tersebut. Hasil pengujian karbon terikat menunjukkan bahwa lebih banyak sludge yang terkandung dalam biobriket, maka hasil karbon terikat yang dihasilkan akan semakin tinggi. Pernyataan ini tidak sejalan dengan kadar karbon terikat dari komponen penyusun biobriket, di mana serbuk kayu memiliki karbon terikat yang jauh lebih tinggi dibanding sludge. Sari dan Aminah (2020) menyatakan bahwa serbuk kayu kaya akan selulosa, yang berkontribusi terhadap tingginya kadar karbon terikat dalam briket. Di samping itu, temperatur tinggi selama proses karbonisasi dapat menambah jumlah karbon terikat dalam briket. Ini disebabkan oleh penguapan sejumlah besar komponen briket, seperti kandungan air dan zat terbang, selama proses karbonisasi, sehingga karbon yang tersisa dalam briket menjadi lebih banyak. Hal ini terlihat pada suhu 6000C, di mana konsentrasi karbon terikat pada berbagai variasi menunjukkan peningkatan. Fenomena ini mirip dengan temuan dari penelitian yang dilakukan oleh Junary dan koleganya, yang (2015) menemukan penurunan kadar karbon terikat pada suhu 4500C dan 5000C. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses karbonisasi yang berlangsung pada suhu tinggi dan durasi yang lama, yang dapat merusak struktur dinding pori karbon yang terbentuk.

4. Kesimpulan

Melalui analisis kadar abu dan karbon tetap, semua komposisi biobriket yang diteliti belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 4931:2010 mengenai Biobriket Batubara.

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600⁰C

Namun, hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa seluruh komposisi biobriket yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi kriteria sesuai SNI 4931: 2010.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya tahun Anggaran 2024

Daftar Pustaka

- Aladin, A., Syarif, T., Suryanto, A., Magefira, A., & Ardan. 2023. Penentuan Suhu Optimum Pirolisis Serbuk Gergaji Batang Kelapa. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 9(2), 132–139. <https://doi.org/10.22487/Kovalen.2023.V9.I2.16482>
- Arifin, D.N. and Hidawati, H. 2023 ‘Utilization of BCFS (Biomass Coal FuelSludge) As Substitution of Energy Sources in Industrial Boilers’, *Procedia of Engineering and Life Science*, 4, pp. 2–11
- Bimantara, S. E., Euis, D., & Hidayah, N. (2019). Pemanfaatan Limbah Lumpur IPAL Kawasan Industri Dan Serbuk Gergaji Kayu Menjadi Briket. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 21–27.
- Haryanti, N. H., Suryajaya, S., Husain, S., Wardhana, H., Anggraini, Y., & Andini, N. S. (2020). Potensi Limbah Arang Kayu Alaban (*Vitex Pubescens* Bahl), Abu Dasar Dan Abu Terbang Batubara Sebagai Bahan Briket. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika Fmipa Universitas Lambung Mangkurat*, 17(1), 59.
- Hasan, S., Aladin, A., Syarif, T., & Arman, M. 2020. Pengaruh Penambahan Gas Nitrogen Terhadap Kualitas Charcoal Yang Diproduksi Secara Pirolisis Dari Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Euxideroxylon Zwageri*). *Journal Of Chemical Process Engineering*, 5
- Kadri and Rugaya. 2013. Pemanfaatan Briket Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 19, 71, pp. 107–111
- Mulyati, S., & Sihite, F. 2021. Analisis Risiko Kesehatan Dalam Pemanfaatan Kembali Limbah Sludge Industri Makanan Pt. X. *Jurnal Kesehatan*, 20. <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/visikes/index>
- Novia Yanti, R., Pari, G., Dinata, M., & Rawa Al Amady, M. (2024). Sifat Arang Empat Jenis Kayu Cepat Tumbuh Di Provinsi Riau Sebagai Bahan Baku Bioenergi (Biobriket) (The Properties Of Charcoal From Four Types Of Fast Growing Wood In Riau Province As A Bioenergy Raw Material (Bio- Briquette). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 42(1). <https://doi.org/10.55981/jphh.2024.2052>
- Nurhayati, C. 2018. Pengaruh Temperatur Karbonisasi, Komposisi Campuran Arang Kayu Karet Dan Lumpur Batubara Terhadap Kualitas Biobriket. *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa Industri*
- Putra, A. D., Nurfalalah, W., Muhari, E. H., & Gozali, M. 2022. Pemanfaatan Limbah Lumpur Ipal Proses Biologi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Bentuk Briket. *Fluida*, 15(2), 136–142. <https://doi.org/10.35313/fluida.v15i2.4522>
- Raharja, S., Utari, M., & Hartanto, S. (2015). Pengaruh Tekanan Pompa Sludge Dan Laju Alir Flokulan Terhadap Kadar Air Akhir Sludge Di Dalam Mesin Beltpress (Effect Of Sludge Pressure Pump And Flocculants Flow Rate To Final Water Content Against Cake In Beltpress Machine). *Iptek*, 1, 13–17.

Analisis Kadar Air, Abu, dan *Fixed Carbon* pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 600⁰C

- Ridhuan, K. and Suranto, J. 2017. Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori, Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 5(1), pp. 50–56
- Soelaiman, J.R. 2013. Perbandingan Karakteristik Antara Briket- Briket Berbahan Dasar Sekam Padi Sebagai Energi Terbarukan. Universitas Jember. pp. 1–98.
- Zahar, W. 2021. Parameter Correlation Of Proximate Analysis And Ultimate Analysis Of The Calorific Value Of Coal. Jurnal Pertambangan Dan Lingkungan, 2(1), 21. <https://doi.org/10.31764/Jpl.V2i1.4715>