



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 6 Tahun 2024 Page 5629-5643

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Co-Firing Limbah Biomassa Dan Charcoal Cocopeat Dengan Batubara Pada Industri Fero Nikel

Hardiyanti Hendrik^{1✉}, Setyawati Yani², Syamsuddin Yani³

Fakultas Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Email: hardiyanti.hendrik@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Sumber energi alternatif yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini adalah bahan bakar biomassa dari limbah industri. Biomassa yang berasal dari limbah hasil industri dan kehutanan merupakan bahan yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif. Biomassa cocopeat yang merupakan limbah dari industri pembuatan coconet banyak ditemukan akibat pemanfaatan yang tidak maksimal. Sampel cocopeat ini memiliki nilai kalor 4704,6 kkal/kg dan sulfur 0,093% kemudian dilakukan pencampuran dengan batubara dengan nilai kalor 6909,8 kkal/kg yang digunakan pada industri feronikel, namun sebelumnya cocopeat ini dibagi menjadi dua sampel yaitu biomassa cocopeat dan charcoal cocopeat yang telah dipirolisis. Pada proses pirolisis digunakan gas nitrogen dengan laju alir 2L/menit dengan hasil charcoal yaitu dengan nilai kalor 7161,3 kkal/kg. Penelitian ini bertujuan menentukan rasio optimum campuran co-firing biomassa dengan batubara serta menganalisis karakteristik campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio optimum biomassa cocopeat adalah 10%, menghasilkan nilai kalor 6689,3 kkal/kg dan kadar sulfur 0,721%. Rasio optimum pada charcoal cocopeat juga diperoleh 10%, menghasilkan nilai kalor 6929,0 kkal/kg dan kadar sulfur 0,673%. Kedua rasio memenuhi spesifikasi Rotary Kiln pada industri feronikel dengan batas minimum nilai kalor 6686,25 kkal/kg dan sulfur <1%. Pemanfaatan cocopeat mampu menekan biaya bahan bakar dan emisi sulfur serta mendukung penerapan energi terbarukan..

Kata Kunci : *cocopeat, batubara, co-firing, pirolisis, feronikel.*

Abstract

The present study investigates the development of alternative energy sources, particularly the use of industrial waste biomass as a viable fuel option. This research focuses on cocopeat biomass, a byproduct of coconut production, which is often underutilized despite its potential as an energy source. The cocopeat sample, with a calorific value of 4704.6 kcal/kg and sulfur content of 0.093%, was blended with coal characterized by a calorific value of 6909.8 kcal/kg for use in the ferronickel industry. Prior to blending, the cocopeat was divided into two distinct samples: untreated cocopeat biomass and pyrolyzed charcoal cocopeat. Pyrolysis was conducted using nitrogen gas at a flow rate of 2 L/min, resulting in charcoal with an enhanced calorific value of 7161.3 kcal/kg. The primary objectives of this study are to determine the optimal co-firing ratio of biomass with coal and to characterize the resulting mixture. The findings reveal that the optimal co-firing ratio for untreated cocopeat biomass is 10%, yielding a calorific value of 6689.3 kcal/kg and sulfur content of 0.721%. Similarly, the optimal co-firing ratio for charcoal cocopeat is also 10%, achieving a calorific value of 6929.0 kcal/kg and sulfur content of 0.673%. Both ratios meet the operational specifications of the Rotary Kiln in the ferronickel industry, with a minimum calorific value requirement of 6686.25 kcal/kg and sulfur content <1%. The utilization of cocopeat biomass demonstrates significant potential to reduce fuel costs and sulfur emissions, thereby supporting the adoption of renewable energy in industrial applications.

Keywords: *Biomass, Coal, Cocopeat, Co-Firing, Pyrolysis.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi di Indonesia khususnya dalam industri, masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil seperti batubara. Batubara sering digunakan sebagai bahan bakar utama dalam proses produksi industri, termasuk dalam penggunaannya sebagai reduktor di Rotary Kiln khususnya di Pabrik Feronikel (Sulistyaningarti and Utami, 2017). Rotary Kiln adalah bagian penting dalam proses produksi feronikel (FeNi), di mana batubara berfungsi sebagai reduktor yang membantu dalam konversi bijih nikel menjadi produk yang lebih bernilai. Namun, ketergantungan yang tinggi terhadap batubara membawa berbagai tantangan, terutama terkait dengan isu lingkungan dan keberlanjutan (Febrianti, Filiana and Hasanah, 2020). Penggunaan batubara menimbulkan masalah lingkungan karena lebih "kotor" dibanding bahan bakar fosil lainnya, baik dalam pembakaran maupun transportasi. Meskipun biaya penggunaan batubara lebih murah, pembakaran batubara menghasilkan emisi gas rumah kaca (CO₂) dan abu terbang dalam jumlah besar yang berdampak buruk bagi lingkungan (Gunara,2017)

Menurut Kementerian ESDM, Indonesia memiliki potensi cadangan biomassa yang tinggi. Biomassa mengandung sulfur jauh lebih sedikit dibandingkan batubara (Suwaedi, 2018). Salah satunya di Maluku Utara yang memiliki potensi biomassa yang melimpah yaitu cocopeat, limbah dari pengolahan kelapa. Cocopeat adalah serat kelapa yang tersisa setelah

ekstraksi serat kasar, yang biasanya digunakan dalam pertanian sebagai media tanam. Namun, potensi cocopeat sebagai bahan bakar alternatif belum sepenuhnya dimanfaatkan. Pemanfaatan cocopeat sebagai bahan bakar dapat menjadi solusi inovatif untuk mengurangi ketergantungan pada batubara dan mengurangi emisi karbon. Penelitian terkait tentang pemanfaatan biomassa dengan metode pirolisis telah banyak dilakukan, diantaranya pengaruh penambahan gas inert nitrogen dan argon terhadap kualitas charcoal yang diproduksi secara pirolisis dari bahan baku limbah biomassa serbuk gergaji batang pohon kelapa (Hamid., 2023), uji Co-firing bahan bakar semi renewable campuran batubara & limbah serbuk gergaji batang kelapa (Sadul., 2023) yang ternyata mampu menaikkan kalor biomassa dengan proses pirolisis dan masih banyak lagi.

Pemanfaatan biomassa dapat dilakukan melalui implementasi Co-firing. Co-firing dapat mengurangi konsumsi batubara hingga 20-30%, serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, Co-firing juga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi limbah abu yang dihasilkan (Ifa et al., 2020). Industri feronikel di Maluku Utara menggunakan batubara sebagai salah satu bahan bakar utama untuk menunjang operasional produksinya. Sementara itu Maluku Utara dengan kekayaan sumber biomassa cocopeat yang dimilikinya sangat memungkinkan untuk melakukan metode Co-firing untuk mengurangi emisi batubara. Berdasarkan uraian diatas penulis bertujuan untuk meneliti pemanfaatan ini dengan menyusun sebuah penelitian yang berjudul " Co-firing Limbah Biomassa dan Charcoal Cocopeat dengan Batubara Pada Industri Fero Nikel".

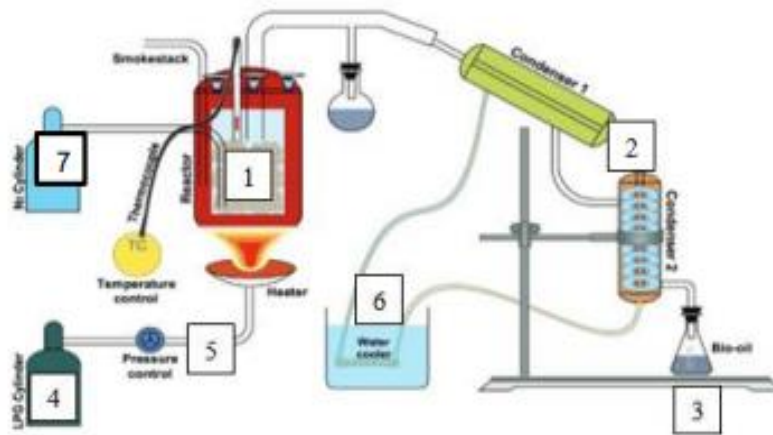
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen di dalam laboratorium dengan proses preparasi sampel menyesuaikan standar pada laboratorium serta pengujian sampel dengan pembakaran langsung berdasarkan karakteristik bahan biomassa dan batubara. Adapun tahapan sebelum penelitian yaitu studi literatur, pengumpulan bahan baku, preparasi bahan baku, persiapan alat, proses reaksi serta pengujian mutu analisis.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat utama yaitu alat preparasi sampel, alat penunjang berupa, ayakan, neraca analitik, oven, desikator, sendok, nampan, APD berupa sarung tangan pereda panas, kacamata safety, baju laboratorium serta alat instrumen berupa bomb calorimeter, dan alat uji proximate, alat uji sulfur batubara. Berikut merupakan gambar dari seperangkat alat pirolisis :



Gambar 3.1 Seperangkat alat pirolisis (Aladin, dkk. 2017)

Keterangan:

- | | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1. Reaktor pirolisis | 4. Tabung gas | 7. Tabung gas Inert |
| 2. Kondensor | 5. Pompa air | |
| 3. Penampung air | 6. Penampung kondensasi | |

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan unrenewable batubara dan bahan renewable cocopeat. Cocopeat diperoleh dari produk sampingan pemrosesan serat kelapa. Serbuk ini berasal dari bagian mesocarp buah kelapa yang dihaluskan setelah serat kasar diambil.

Variabel Penelitian

Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu suhu dan waktu pada proses pirolisis yaitu yaitu 400 °C dan waktu pirolisis yaitu 150 menit.

Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu komposisi bahan baku renewable cocopeat dan bahan unrenewable batubara variasi di angka 100:0 ; 90:10 ; 80:20 ; 70:30 ; 60:40 ; 50:50 dan 0:100.

Prosedur Kerja

Persiapan Bahan Baku

Sebelum dilakukan pencampuran sampel dengan batubara, terlebih dahulu mempersiapkan bahan baku berupa limbah cocopeat. Cocopeat dimasukan kedalam oven pada lab preparasi untuk dikeringkan. Proses pengeringan bahan baku ini beretujuan untuk

menghilangkan kadar air dalam cocopeat agar proses berjalan optimal.

Pencampuran bahan baku

Cocopeat dikeringkan dalam oven dan dicampurkan dengan batubara dari Pabrik FeNi Plant PT Antam Tbk UBPN Malut dengan variasi komposisi yaitu; 100:0 ; 90:10 ; 80:20 ; 70:30 ; 60:40 ; 50:50 dan 0:100

Pengujian

Tahap selanjutnya yaitu pengujian proksimat, nilai kalori, dan kadar Sulfur. Selanjutnya yaitu tahap Analisa data. Metode Analisa data yang digunakan adalah Analisa kuantitatif .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Biomassa Cocopeat

Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai hasil karakteristik berupa data hasil analisis proximate serta pengukuran nilai kalor dan kadar sulfur pada limbah biomassa cocopeat, Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sampel Biomassa Cocopeat

Uji Parameter	Unit	Hasil (basis ADB*)
Analisis Proximate		
- Moisture (air)	% wt	4,30
- Ash Content	% wt	3,42
- Volatile Matter	% wt	65,47
- Fixed Carbon	% wt	8,55
Total Sulfur	% wt	0,09
Pengukuran kalor		
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	4704,6

*ADB (Air dried basis): data dinyatakan sebagai persentase terhadap bahan kecuali kandungan air permukaan.

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa limbah biomassa cocopeat berpotensi dijadikan sebagai reductant berdasarkan nilai fixed carbon 8,55% (ADB), dengan nilai kalor sekitar 4704,6 kkal/kg (ADB). Berdasarkan hasil Analisa dapat dilihat bahwa limbah biomassa cocopeat tersebut juga memiliki potensi untuk dilakukan pirolisis agar menjadi charcoal dan dapat dimanfaatkan sebagai bioarang dalam peruntukannya sebagai reductant. Bahan limbah biomassa cocopeat kemudian diproses dalam reaktor pirolisis.

Karakteristik Batubara

Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai hasil karakteristik berupa data hasil analisis proximate serta pengukuran nilai kalor dan kadar sulfur pada Batubara yang akan digunakan untuk proses pencampuran Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sampel Batubara

Uji Parameter	Unit	Hasil (basis ADB*)
Analisis Proximate		
- Moisture (air)	% wt	6,04
- Ash Content	% wt	8,91
- Volatile Matter	% wt	40,12
- Fixed Carbon	% wt	36,08
Total Sulfur	% wt	0,802
Pengukuran kalor		
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	6909,8

*ADB (Air dried basis): data dinyatakan sebagai persentase terhadap bahan kecuali kandungan air permukaan.

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kandungan Batubara yang digunakan sebagai reductant pada Industri Ferro Nikel memiliki nilai fixed carbon 36,08% (ADB), dengan nilai kalor sekitar 6909,8 kkal/kg (ADB). Berdasarkan hasil yang telah didapatkan terlihat bahwa Batubara yang dimanfaatkan sebagai reductant juga memiliki nilai sulfur yaitu sebesar 0,802% .

Produk Charcoal

Dari hasil penelitian ini didapatkan produk dari proses pirolisis dengan nitrogen nilai hasil karakteristik berupa data hasil analisis proximate serta pengukuran nilai kalor dan kadar sulfur pada cocopeat yang telah di pirolisis pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sampel Charcoal Cocopeat

Uji Parameter	Unit	Hasil (basis ADB*)
Analisis Proximate		
- Moisture In Analysis	% wt	4,03
- Ash Content	% wt	5,76
- Volatile Matter	% wt	22,45
- Fixed Carbon	% wt	64,89

Total Sulfur	% wt	0,062
Pengukuran kalor		
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	7161,3

*ADB (Air dried basis): data dinyatakan sebagai persentase terhadap bahan kecuali kandungan air permukaan.

Berdasarkan hasil Analisa proximate yang telah dilakukan terlihat jelas terjadi perubahan signifikan pada cocopeat yang telah di pirolisis seperti pada kandungan fixed carbon (FC) yaitu 8,55% (tabel 4.1) setelah dilakukan pirolisis dengan nitrogen sehingga nilai fixed carbon meningkat menjadi 64,89% (tabel 4.2). Peningkatan itu terjadi dikarenakan menurunnya nilai volatile matter (VM) pada saat proses pirolisis yaitu dari 65,47% (tabel 4.1) kemudian turun menjadi 22,45% seperti pada tabel 4.3.

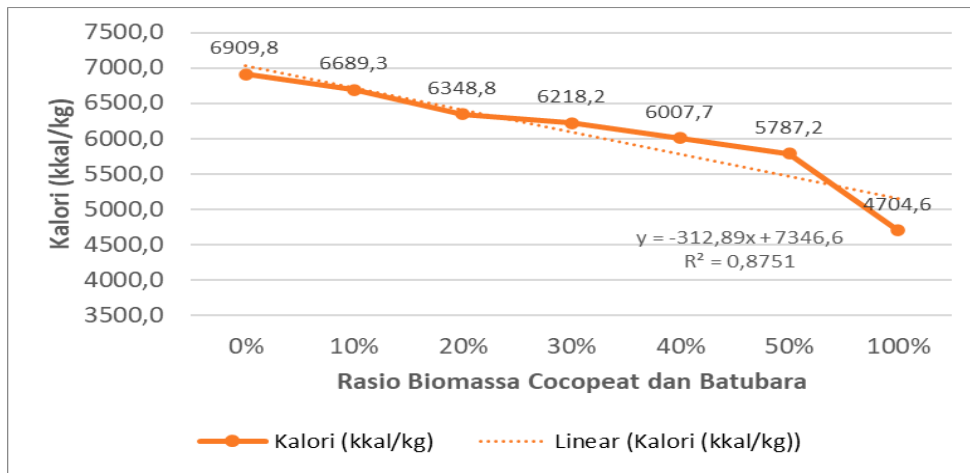
Co-firing Biomassa Cocopeat dan Batubara

Dari hasil pengamatan pada pencampuran sampel cocopeat dengan Batubara dengan beberapa rasio didapatkan data seperti pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Nilai Kalor dan Sulfur Campuran Co-firing Biomassa Cocopeat dan batubara

No	Rasio BB : CC		Rasio Sampel (gram)		% Rasio	Kalori (kkal/kg)	Sulfur (%)
			7	0			
1	100	0	7	0	0%	6909,8	0,802
2	90	10	6,3	0,7	10%	6689,3	0,681
3	80	20	5,6	1,4	20%	6348,8	0,660
4	70	30	4,9	2,1	30%	6218,2	0,603
5	60	40	4,2	2,8	40%	6007,7	0,488
6	50	50	3,5	3,5	50%	5787,2	0,448
7	0	100	0	7	100%	4704,6	0,093

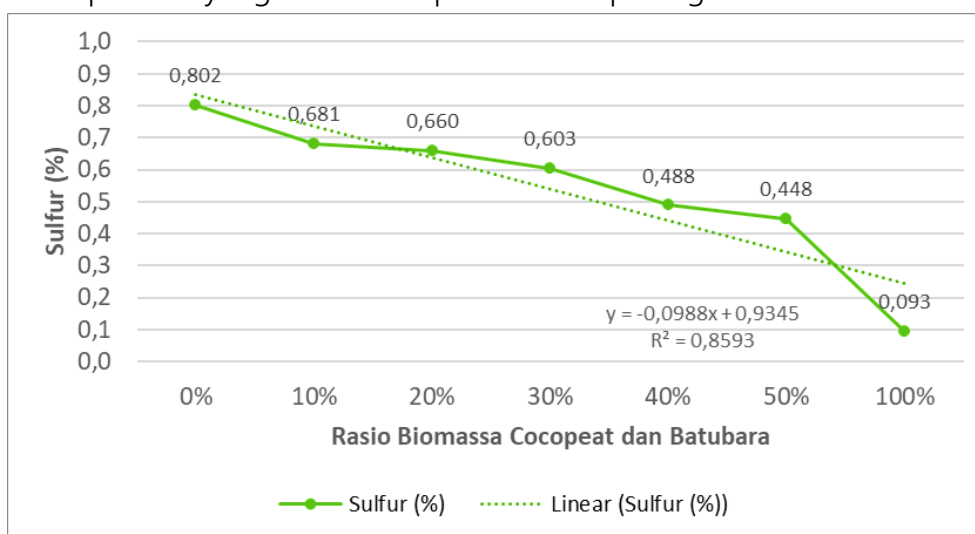
Pada tabel 4.4 dilakukan proses mixing antara sampel Batubara dan biomassa cocopeat, nilai kalor Batubara yang digunakan adalah 6909,8 kkal/kg sedangkan kalor biomassa cocopeat yang digunakan adalah 4704,6 kkal/kg. Terdapat beberapa variable komposisi perbandingan antara sampel batubara dan biomassa cocopeat dengan beberapa rasio yang berbeda seperti terlihat pada grafik 4.1.



Gambar 4. 1 Nilai Kalor (kcal/kg) pada sampel batubara dan biomassa cocopeat

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa nilai kalor yang dihasilkan oleh variasi rasio campuran memiliki grafik yang terlihat menurun karena biomassa cocopeat memiliki nilai kalor yang lebih rendah daripada batubara itu sendiri, tetapi pada Pabrik FeNi memiliki batasan minimum kalor sesuai pada spesifikasi unit Rotary Kiln yaitu 6686,25 kkal/kg. Berdasarkan hasil analisa Q mix pada rasio 10% didapatkan nilai 6689,3 (kcal/kg) yaitu sudah dapat menjadi rasio optimum untuk pencampuran biomassa pada Rotary Kiln.

Sampel kemudian dilakukan uji kadar sulfur, dimana pada hasil pengamatan campuran batubara dengan sampel biomassa cocopeat kemudian didapatkan nilai seperti pada tabel 4.4 (Nilai Kalor dan Sulfur Campuran Co-firing Cocopeat dan batubara), dimana sampel batubara yang digunakan memiliki nilai sulfur yang tinggi yaitu 0,802% dan sampel biomassa cocopeat memiliki sulfur yang sangat rendah yaitu sebesar 0,093%. Terdapat beberapa variable komposisi perbandingan antara sampel batubara dan biomassa cocopeat dengan beberapa rasio yang berbeda seperti terlihat pada grafik 4.2.



Gambar 4. 2 Nilai sulfur (%) pada sampel batubara dan biomassa cocopeat

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa nilai sulfur yang dihasilkan oleh variasi rasio campuran memiliki grafik yang terlihat menurun signifikan karena biomassa cocopeat memiliki nilai sulfur sebesar 0,093% yang lebih rendah daripada batubara yang memiliki nilai sulfur 0,802% , sehingga biomassa mampu menurunkan kadar sulfur dari batubara yang digunakan. Terlihat dari rasio yang ada bahwa rasio 10% sudah optimum apabila digunakan sebagai persen pencampuran pada proses Co-firing, sehingga disimpulkan biomassa cocopeat sangat efektif apabila digunakan sebagai campuran batubara pada kegiatan Co-firing pada Rotary kiln yang menggunakan batubara sebagai reductant.

Charcoal Cocopeat dan Batubara

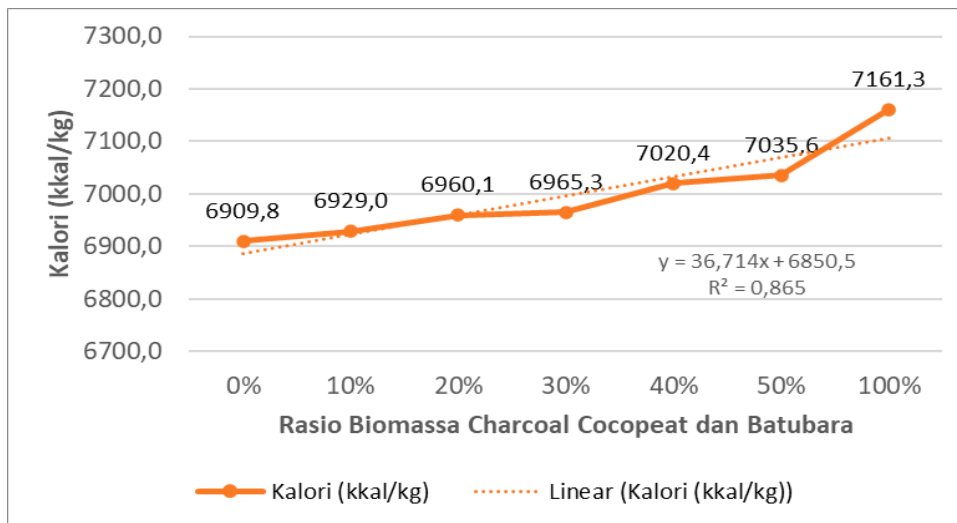
Dalam proses pirolisis ini digunakan laju alir 2 liter/menit dengan mengacu pada penelitian terdahulu dengan judul "Pengaruh Penambahan Gas Inert Nitrogen Dan Argon Terhadap Kualitas Charcoal Yang Diproduksi Secara Pirolisis Dari Bahan Baku Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Batang Pohon Kelapa" (Hamid, 2023) disimpulkan bahwa dengan menggunakan laju alir 2 liter/menit cukup untuk memberikan efek yang optimum dalam meningkatkan nilai kalor limbah biomassa.

Dari hasil pengamatan pada pencampuran sampel charcoal cocopeat hasil pirolisis dengan Batubara , dengan beberapa rasio didapatkan data seperti pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Nilai Kalor dan Sulfur Co-firing Charcoal Cocopeat dan Batubara

No	Rasio BB : CC		Rasio Sampel (gram)		% Rasio	Kalori (kkal/kg)	Sulfur (%)
			7	0			
1	100	0	7	0	0%	6909,8	0,802
2	90	10	6,3	0,7	10%	6929,0	0,718
3	80	20	5,6	1,4	20%	6960,1	0,684
4	70	30	4,9	2,1	30%	6965,3	0,556
5	60	40	4,2	2,8	40%	7020,4	0,506
6	50	50	3,5	3,5	50%	7035,6	0,432
7	0	100	0	7	100%	7161,3	0,062

Pada tabel 4.5 sampel cocopeat yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pirolisis sehingga kalornya menjadi lebih tinggi kemudian dilakukan proses mixing antara sampel Batubara dan charcoal cocopeat yang telah dipirolisis dengan tujuan menaikkan kadar kalornya. Nilai kalor Batubara yang digunakan adalah 6909,8 kkal/kg sedangkan kalor charcoal cocopeat yang digunakan adalah 7161,3 kkal/kg. Terdapat beberapa variable komposisi perbandingan antara sampel batubara dan charcoal cocopeat dengan beberapa rasio yang berbeda seperti terlihat pada gambar 4.3

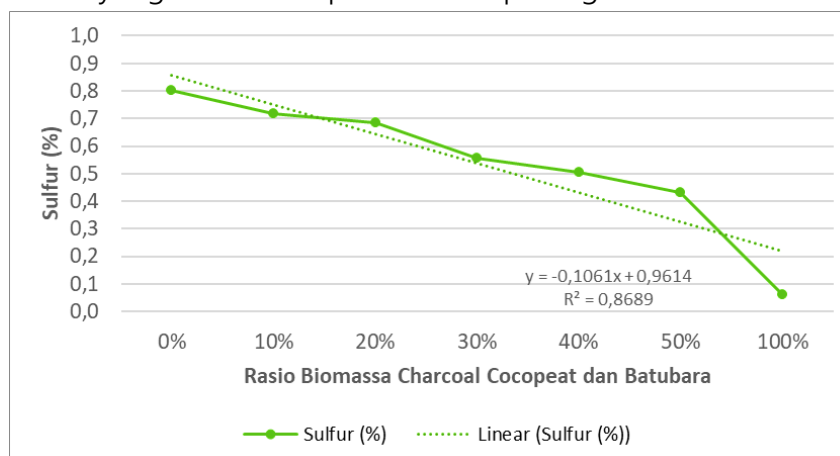


Gambar 4.3 Nilai kalor (kcal/kg) Charcoal cocopeat dan batubara

Nilai kalor cocopeat yang telah dipirolisis yaitu dari 4704,6 kkal/kg menjadi 7161,3 kkal/kg seperti tertera pada tabel 4.6. Berdasarkan hasil pengamatan jika penggunaan charcoal cocopeat membuat grafik terlihat naik hingga maksimal puncak tertinggi pada rasio 100% sampel pirolisis, akan tetapi tidak semua bisa kapasitas rotary kiln dapat menggunakan bahan bakar dengan komposisi 7000 kkal/kg, sehingga dari grafik terlihat komposisi dari 10% dengan Q(mix) 6929,0 kkal/kg sudah menjadi rasio optimum untuk memberikan nilai kalor yang efisien pada sampel batubara yang digunakan.

Sampel kemudian dilakukan uji kadar sulfur, dimana pada hasil pengamatan campuran batubara dengan sampel charcoal cocopeat didapatkan nilai seperti pada tabel 4.6 Nilai Kalor dan Sulfur Co-firing Charcoal Cocopeat dan Batubara

Berdasarkan hasil Analisa sulfur pada sampel batubara dan charcoal cocopeat, dimana sampel batubara yang digunakan memiliki nilai sulfur yang tinggi yaitu 0,802% dan sampel charcoal cocopeat memiliki sulfur yang cukup rendah yaitu sebesar 0,062%. Terdapat beberapa variable komposisi perbandingan antara sampel batubara dan charcoal cocopeat dengan beberapa rasio yang berbeda seperti terlihat pada grafik 4.4



Gambar 4. 4 Nilai sulfur (%) charcoal cocopeat dan batubara

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa nilai sulfur yang dihasilkan oleh variasi rasio campuran memiliki grafik yang terlihat menurun karena charcoal cocopeat memiliki nilai sulfur sebesar 0,062% yang jauh lebih rendah daripada batubara yang memiliki nilai sulfur 0,802% , sehingga charcoal cocopeat mampu menurunkan kadar sulfur dari batubara yang digunakan. Variasi 10% sudah optimum apabila digunakan sebagai persen pencampuran pada proses Co-firing dikarenakan Batasan kadar sulfur kalor sesuai pada spesifikasi unit Rotary Kiln yaitu 1,01%, sehingga charcoal cocopeat sangat efektif apabila digunakan sebagai campuran batubara pada kegiatan Co-firing pada Rotary Kiln yang menggunakan batubara sebagai bahan reductantnya.

Analisa Tinjauan Ekonomi Penelitian

Sampel Biomassa Cocopeat

Jika di asumsikan dengan kesimpulan yang ada, untuk aktifitas industri dengan kapasitas penggunaan sampel biomassa cocopeat 1 ton /1000kg perhari, maka dibutuhkan bahan baku sebesar 30 Ton perbulan, jika demikian dapat di asumsikan dengan perhitungan sederhana sebagai berikut:

Total biomassa 1000kg x 1000 = Rp. 1.000.000 perhari

Total biomassa 30.000kg x 1000 = Rp. 30.000.000 perbulan

Sedangkan di asumsikan dengan kesimpulan yang ada, untuk aktifitas industri penggunaan batubara murni dengan kapasitas penggunaan batubara 10 ton/10.000 kg/ perhari, maka dibutuhkan bahan baku sebesar 300 ton/300.000kg perbulan, jika demikian dapat dihitung dengan asumsi

Total batubara 10.000kg x 1500 = Rp. 15.000.0000 perhari

Total batubara 300.000kg x 1500 = Rp. 450.000.000.000 perbulan

Sehingga dengan asumsi penambahan biomassa cocopeat pada Co-firing sebanyak 10 ton/10.000kg perhari rasio 10% biomassa yaitu 1000 kg biomassa dengan 9000 kg batubara yaitu

Total biomassa 1000kg x 1000 = Rp. 1.000.000.

Total batubara 9.000 kg x 1500 = Rp. 13.500.000 perhari

Dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan biomassa cocopeat akan menghemat sebesar Rp.1.500.000/ hari. Sehingga ini dapat menjadi pertimbangan untuk melakukan Co-firing dengan biomassa cocopeat.

Pirolisis Biomassa Cocopeat (Charcoal Cocopeat)

Tabel 4.6. Tabel analisa ekonomi

Bahan baku	(Kuantitas)	Harga	Keterangan
Biomassa cocopeat	10 kg	Rp.10.000	Limbah industri hasil pembuatan cocomesh.
Gas Nitrogen curah	6 m ³	Rp 94.500	Total pemakaian 3150 liter.
Gas LPG	3 kg	Rp 21.000	Bahan baku pembakaran
Sarung tangan	2 pasang	Rp. 10.000	APD
Kacamata	1 pcs	Rp. 20.000	APD
Total cost proses	Rp. 155.000,		

Dari penelitian di atas total cost proses sebesar Rp. 155.000,00 untuk total pirolisis sampel sebanyak 10kg.

Jika di asumsikan dengan kesimpulan yang ada, untuk penggunaan pabrik skala industri dengan kapasitas 1 Ton perhari , maka dibutuhkan bahan baku sebesar 30 Ton, jika demikian dapat di asumsikan dengan perhitungan sederhana sebagai berikut:

Total sampel 1000kg x 1000 = Rp. 1.000.000 perhari

Untuk gas inert nitrogen yang digunakan 1000 kg di pirolisis dengan alat berkapasitas 50 kg sekali pembakaran sehingga estimasi pembakaran diasumsikan,

$1000\text{kg} / 50\text{ kg} = 20$ kali, dengan asumsi gas nitrogen adalah sebagai berikut,

$20\text{ kali} \times (2\text{ liter/menit} \times 150\text{ menit}) = 6000\text{ liter}$.

Dengan estimasi harga perliter 32.5 rupiah (Rp. 195.000 / 6 m³ "1 m³ = 6.000 liter"), sehingga cost bahan baku nitrogen sebesar Rp 195.000 perhari dan Rp. 5.850.000 perbulan

Untuk estimasi pemakaian gas LPG diasumsikan (jika skala laboratorium digunakan 3,5 kg untuk pembakaran sebanyak 20 kg) sebagai berikut:

$(1000\text{ kg} / 20\text{ kg}) \times 3,5\text{ kg gas LPG} = 175\text{ kg}$. perhari kapasitas 1000kg biomassa. Sehingga untuk membakar bahan baku sebanyak 1000 kg biomassa dibutuhkan gas LPG, dan untuk cost yang dibutuhkan sebesar Rp. 2.148.000.

Tabel 4.7. Tabel Estimasi Perhitungan Analisa Ekonomi

No	Nama bahan	Jumlah	Harga total	Harga/liter	Ket
1	Biomassa cocopeat	1 Ton	Rp.1.000.000	Rp.1000/kg	Sumber: PT Fagalgali Jaya
2	Gas nitrogen	6000liter	Rp.195.000	Rp. 32.5/liter	Sumber: PT. Samator Gas
3	Gas lpg	175 kg	Rp.2.148.000	Rp. 13.818/kg	Sumber: kemenperin des 2023
Total cost					3.343.000

Untuk 1 Ton sampel kita membutuhkan cost sebesar Rp. 3.343.000. dan menghasilkan arang seberat 329 gr/1000gr sampel berarti total arang yaitu 329.000 kg (konversi 34% yield) dengan nilai kalori sebesar 7161,3 kkal/kg ini sangat positif, mengingat limbah yang hanya memiliki potensi kalor 4.704,6 kkal/kg mampu dikonversi dengan efisien dan ekonomis.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian uji Co-firing limbah biomassa dan charcoal cocopeat dengan batubara pada pengaruh persen perbandingan biomassa terhadap batubara dapat disimpulkan bahwa rasio 10% antara batubara dan biomassa cocopeat cukup mampu memberikan efek yang signifikan dengan nilai kalor sebesar 6689,3 kkal/kg untuk biomassa cocopeat tanpa pirolisis dan 6929,0 kkal/kg untuk charcoal cocopeat yaitu biomassa cocopeat yang telah di pirolisis. Selain itu mengenai karakteristik limbah biomassa cocopeat yang memberikan nilai kalor 4704,6 kkal/kg dengan nilai fix carbon 8,55% serta nilai sulfur yang rendah sebesar 0,093% dan juga apabila biomassa cocopeat itu dipirolisis terlebih dahulu maka akan menaikkan kadar kalor cukup signifikan sebesar 7161,3 kkal/kg dengan kadar fixed carbon sebesar 64,89% cukup besar sehingga disimpulkan bahwa biomassa cocopeat dapat dijadikan campuran batubara pada Rotary kiln yang menggunakan batubara sebagai reductant. Serta jika ditinjau dari maksimum kalor yang dihasilkan biomassa cocopeat itu sebesar 4704,6 kkal/kg dengan perbandingan 5 variasi persen berat antara batubara dan sampel biomassa cocopeat dimana kadar kalor dihasilkan apabila kita menggunakan sampel batubara dengan kalor sebesar 6909,8 kkal/kg dan juga dengan Co-firing batubara dengan charcoal cocopeat yaitu biomassa cocopeat yang telah dipirolisis, kalor yang dihasilkan akan lebih besar, tetapi di spesifikasi nilai kalor yang digunakan pada Rotary Kiln yaitu minimum 6686,25 kkal/kg sehingga apabila dicampurkan dengan biomassa dengan kalor yang cukup bagus akan menambah nilai kalor yang terkandung sebelumnya,

dapat disimpulkan dengan perbandingan yang sebesar 10% sudah mampu menekan kadar sulfur yang terkandung pada batubara itu sendiri dan menekan nilai sulfur yang dapat menjadi limbah pada udara. dan menggunakan biomassa cocopeat akan lebih efisien minim dari segi ekonomisnya, yaitu harganya jauh lebih murah dari harga proses firing dengan full batubara. Oleh karena itu penelitian ini akan menjadi bermanfaat dalam mengelola limbah biomassa cocopeat yang terkadang tidak fungsional sebagai bentuk energi baru terbarukan demi mewujudkan industri Fero Nikel yang green energy dan minim pencemaran lingkungan akibat efek penggunaan energi fosil batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Akolgo, G. A., Awafo, E. A., Essandoh, E. O., Owusu, P. A., Uba, F., & Adu-Poku, K. A. (2021). Assessment of the potential of charred briquettes of sawdust, rice and coconut husks: Using water boiling and user acceptability tests. *Scientific African*, 12, e00789.
- Aladin, A., Yani, S., Syarif, T., Modding, B., & Wiyani, L. (2021). The Application of Liquid Pyrolysis of Coconut Shells on the Preservation of Mackerel Fish. *World Chemical Engineering Journal*.
- Aladin, I. A., Basri Modding SE, M., Syarif, I. T., Ir Lastrri Wiyani, M. P., & Azis, H. A. (2023). Pirolisis Simultan. *Nas Media Pustaka*.
- Ayuningtyas, E., & Aridito, M. N. (2019). Studi Karakteristik proses Pirolisis Dan Arang Dari Briket Serbuk Kayu Dengan Variasi Laju Pemanasan Menggunakan Metode Pirolisis Single Rocket Stove. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(1).
- Cabrales, H., Arzola, N., & Araque, O. (2020). The effects of moisture content, fiber length and compaction time on African oil palm empty fruit bunches briquette quality parameters. *Heliyon*, 6(12).
- Fadillah, M., Syahputra, M., Hasballah, T., & Sitanggang, H. (2022). Rancang Bangun Mesin Pencetak Arang Briket Dengan Kapasitas 15 Kg/Jam. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 3(2), 71-81.
- Febrianti, N., Filiana, F., & Hasanah, P. (2020). Potential of Renewable Energy Resources from Biomass Derived by Natural Resources In Balikpapan. *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung*, 17(3), 316-323.
- 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(1), 61-68.
- Ifa, L., Yani, S., Nurjannah, N., Darnengsih, D., Rusnaenah, A., Mel, M., ... & Kusuma, H. S. (2020). Techno-economic analysis of bio-briquette from cashew nut shell waste.

Heliyon, 6(9).

- Khaidir, K., Handayani, R. S., Dewi, E. S., Usnawiyah, U., Nurdin, M. Y., & Alfitra, A. Y. (2024). Potensi Bahan Bakar Nabati Dari Tanaman Kelapa Di Kecamatan Dewantara, Aceh Utara. *Journal Of Biodiesel Research And Innovation (Journal Of BRAIN)*, 2(1), 1-10.
- Kuntardina, A., Septiana, W., & Putri, Q. W. (2022). Pembuatan Cocopeat Sebagai Media Tanam Dalam Upaya Peningkatan Nilai Sabut Kelapa. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 6(1), 145-154.
- Nadhif, I. F., & Waluyo, B. (2024). Produksi Bahan Bakar Padat Terbarukan Berdasarkan Kajian Torefaksi Limbah Kulit Ketela Berbasis Gelombang Mikro. *Borobudur Engineering Review*, 4(02), 1-25.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *JET (Journal Of Electrical Technology)*, 5(2), 88-92.
- Raju, C. A., Prem, K., Sunil, K., Bhimareddy, K. S., & Ramya, C. (2021). Studies On Densification And Conversion Of Wastes As Fuel Briquettes For Power Generation. *Materials Today: Proceedings*, 44, 1090-1107.
- Ramijan, R., Nurjani, N., & Basuni, B. PENGARUH KOMPOSISI MEDIA SUBSTRAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KAILAN SISTEM BUDIDAYA AKUAPONIK. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 353-362.
- Rizqi, H. D., Guntur, H. L., Putra, A. B. K., Kusumadewi, T. V., Nasution, A. H., Sinansari, P., & Kurniawan, F. (2023). Kajian Potensi Bambu untuk Mendukung Penerapan Co-firing pada Pembangkit Listrik Jawa Bali. *Sewagati*, 7(1), 85-90.
- Wasis, B., & Prihanto, D. (2023). Pertumbuhan Semai Salam (*Syzygium Polyanthum*) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dan Arang Sekam Pada Tanah Tercemar Oli Bekas. *Journal Of Tropical Silviculture*, 14(01), 47-55.
- Wulandari, C. A., & Widiurjani, W. (2023). Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Pupuk Cair Dan Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat Cherry (*Solanum Lycopersicum*) Pada Sistem Hidroponik NFT. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 26(2).