

Karakteristik Biopellet Dari Limbah Kulit Kelapa Muda Dan Batok Kelapa Menggunakan Perakat Getah Pinus Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Characteristics of Biopellets from Young Coconut Shell and Coconut Shell Waste Using Pine Sap Adhesive as Alternative Fuel

Sekar Aulia¹, Zainuddin Ginting¹, Dede Ibrahim Muthawali², Ishak¹, Muhammad¹, dan Eddi Kurniawan¹, Budhi Santri Kusuma³

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

²Prodi Vokasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

³Prodi Teknik Industri, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

Email: zginting@unimal.ac.id

Diterima: 22-01-2024

Disetujui: 19-02-2024

Dipublikasikan: 30-04-2024

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Biopellet adalah sumber energi dari biomassa yang dapat menggantikan bahan bakar fosil. Penelitian ini menggunakan limbah kelapa muda berupa sabut dan tempurung, serta batok kelapa sebagai bahan baku utama. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik biopellet melalui uji proximate, nilai kalor, kerapatan, dan laju pembakaran. Proses pembuatan biopellet dilakukan dengan karbonisasi dan menggunakan perekat getah pinus dengan variasi komposisi bahan baku 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100, serta kadar perekat 10%, 20%, dan 30%. Penelitian sebelumnya telah mencampurkan batok kelapa dengan ampas kopi instan untuk biopellet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopellet terbaik dibuat dari campuran limbah kelapa muda dan batok kelapa dengan komposisi 25:75 dan kadar perekat 30%. Biopellet ini memiliki kadar air 7,0%, kadar abu 0,8%, zat terbang 14,76%, karbon terikat 76,96%, laju pembakaran 0,028 gr/menit, kerapatan 1,410%, dan nilai kalor 7468,51 kal/gr, yang memenuhi standar SNI 8021-2014.

Kata Kunci: Batok kelapa, Biopellet, Limbah kelapa Muda, Nilai Kalor dan Proximate.

Abstract

Biopellets are an energy source derived from biomass that can serve as a substitute for fossil fuels. This study uses young coconut waste consisting of husks and shells and coconut shells as the main raw materials. This research aims to analyze the characteristics of bio pellets through proximate analysis, calorific value, density, and combustion rate tests. The bio-pellets are produced through a carbonization process using pine resin adhesive with varying raw material compositions of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100, and adhesive concentrations of 10%, 20%, and 30%—previous research combined coconut shells with instant coffee grounds to create bio-pellets. The results of this study indicate that the best bio-pellets are made from a mixture of young coconut waste and coconut shells with a 25:75 ratio and 30% adhesive concentration. These bio-pellets have a moisture content of 7.0%, ash content of 0.8%, volatile matter of 14.76%, fixed carbon of 76.96%, combustion rate of 0.028 g/min, density of 1.410%, and a calorific value of 7468.51 cal/g, meeting the SNI 8021-2014 standards.

Keywords: Coconut shell, Bio-pellet, Young coconut waste, Calorific value, and Proximate.

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat, namun ketersediaan bahan baku semakin sedikit. Bahan energi yang banyak dikonsumsi untuk skala industri biasanya adalah batu bara, untuk skala rumah tangga biasanya adalah gas dan minyak tanah. Berdasarkan data total cadangan energi fosil, diperkirakan bahwa minyak bumi akan habis digunakan dalam waktu 43 tahun ke depan, sedangkan gas alam akan habis digunakan selama 61 tahun, dan batu bara 148 tahun ke depan. Jumlah cadangan bahan bakar fosil yang semakin menipis menimbulkan permasalahan yaitu terjadinya krisis bahan bakar minyak, yang mengakibatkan harganya semakin tinggi dan perekonomian masyarakat semakin merosot (Vivi Purwandani, 2022). Salah satu alternatif yaitu dengan penggunaan energi biomassa. Bahan pembuatan biomassa dapat diperoleh dari limbah pertanian, limbah industri dan limbah rumah tangga. Dalam rangka pemanfaatannya sebagai bahan bakar maka limbah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk biopelet. Bahan bakar biopelet memiliki kelebihan antara lain densitas tinggi, mudah dalam penyimpanan dan penanganan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari biopelet adalah bahan baku, kadar air, ukuran partikel, kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, dan perlakuan setelah proses produksi (Lehmann, dkk. 2012).

Peningkatan pemanfaatan limbah menjadi produk baru yang memiliki nilai ekonomis tinggi merupakan salah satu solusi untuk mengurangi jumlah residu akibat industri (Retno damayanti, 2017). Potensi pemanfaatan limbah kelapa muda ini cukup besar, mengingat Kota Lhokseumawe adalah kota yang berada di pinggiran pantai yang banyak sekali menjual es kelapa muda di pinggiran jalan maupun pinggiran pantai di sekitar Lhokseumawe dan hanya menjadi limbah. Limbah kelapa muda digunakan sebagai bahan dasar pembuatan arang, karena limbah kelapa muda memiliki sifat difusi termal yang baik yang diakibatkan oleh tingginya kandungan selulosa dan lignin yang terdapat di dalam limbah kelapa muda.

Selain limbah kelapa muda, batok kelapa juga memiliki karakteristik yang berpotensi untuk dijadikan material produk karena kekuatan keawetannya. Ada sebagian orang menganggap batok kelapa sebagai limbah karena masih belum memiliki peluang pemanfaatan yang signifikan sehingga pada pembuangannya terjadi penumpukan, Batok kelapa juga mengandung karbon sebesar 75-95%, H₂O sebesar 8,7%, Nitrogen sebesar 2,9%, Oksigen 7,0%, dan pH 6,4% (Bambang, 2021). Adapun penggunaan arang batok kelapa telah lama dilakukan dan telah menjadi bahan kajian lanjut untuk penelitian. Dari komposisi kimia batok kelapa itu sendiri yang menjadikannya berpeluang sebagai bahan bakar dan sumber karbon aktif. Kemudian, arang batok kelapa dapat dibentuk menjadi biopelet melalui proses pemadatan. Seperti pada penelitian Nadjib 2016, Pembuatan Biopelet dari Campuran Ampas Kopi Instan dan Tempurung Kelapa dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil perbandingan campuran terbaik hasil penelitian berdasarkan perbandingan sesuai dengan kriteria SNI SNI 8021-2014 tentang persyaratan mutu biopelet dengan parameter kadar air 4,95%, kadar zat terbang 50,63%, kadar abu 1,32%, kadar karbon terikat 48,05% Kerapatan biopelet 0,83 g/cm³, nilai kalor 6937,301 kkal/kg. dari penelitian diatas mempunyai nilai kalor yang tinggi namun masih mempunyai kadar abu yang tinggi.

2. Metode Penelitian

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu untuk bahan antara lain adalah limbah kelapa muda, batok kelapa tua dan getah pinus. Untuk alat yang digunakan adalah Bomb colorimeter, ayakan ukuran (mesh) 40, mesin pencetak pelet, ember, panci,

neraca analitik, desikator cawan porselin, furnance, oven, hotplate, mesin crusher, alat pengaduk, dan drum kiln.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan alat dan bahan, dimana tahap pertama yaitu pembuatan arang limbah padat kelapa muda dan batok kelapa tua menggunakan serangkaian alat pengarangan drum kiln kemudian dilakukan pengalusan terhadap arang limbah padat kelapa muda dan batok kelapa tua, lalu arang diayak menggunakan ayakan masing masing mesh 40.

Tahap kedua dilakukan pencampuran bahan baku sebanyak 500 gram antara arang limbah kelapa muda dan arang batok kelapa tua sesuai yang divariasikan yaitu 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100, lalu kemudian ditambah dengan perekat getah karet sesuai variasi yaitu 10%, 20% dan 30%. Tahap ketiga yaitu pencetakan biopellet dengan mesin pencetak pellet, kemudian dilakukan pengeringan biopellet menggunakan oven dengan suhu 105°C. Lalu dilakukan analisa biopellet dengan menguji proximate laju pembakaran, densitas curah dan nilai kalor.

2.1. Analisa kadar air (*inherent moisture*)

Untuk mengukur kadar air pada sampel, biopellet ditimbang terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama ± 2 jam, kemudian setelah proses oven selesai, biopellet dikeluarkan dan didiamkan selama 1 jam, kemudian ditimbang. Pengujian dan perhitungan kadar ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{b} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana, a adalah massa sampel mula-mula dan b massa sampel hasil penyusutan

2.2. Analisa kadar abu (*ash*)

Untuk mengukur kadar abu pada sampel, biopellet ditimbang lalu dilakukan proses pemanasan sampel dengan cara memasukkan sampel biopellet ke dalam tanur pada suhu 650 °C selama 2 jam, setelah proses pemanasan selesai, biopellet dikeluarkan dan didiamkan ± 2 jam, ditimbang. Proses selanjutnya yaitu melakukan perhitungan terhadap kadar abu dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana, a adalah massa sampel mula-mula sebelum pemanasan, dan b adalah massa sampel terakhir sesudah pemanasan.

2.3. Analisa kadar zat terbang (*volatile matter*)

Penentuan kadar zat terbang biopellet dilakukan dengan cara memanaskan sampel didalam furnace pada suhu 950 °C keatas udara pada waktu yang ditentukan yaitu selama ± 7 menit. Untuk mengukur kadar zat terbang, sampel ditimbang lalu dipanaskan ke dalam furnace dengan suhu 950 °C selama ± 7 menit. Sesudah proses furnace selesai, sampel biopellet dikeluarkan dan didiamkan selama 45 jam, kemudian sampel ditimbang lagi, dengan persamaan 3.

$$\text{Kadar Zat Terbang (\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100 \% \quad (3)$$

Dengan demikian a adalah massa mula-mula biopellet, b adalah massa biopellet sesudah suhu 107 °C, dan c adalah massa biopellet sesudah suhu 950 °C.

2.4. Analisa kadar karbon (*fixed karbon*)

Fixed Karbon adalah senyawa karbon pada biopelet, diluar dari zat terbang dan abu. Kadar karbon merupakan pemastian baik buruknya mutu arang [3]. Kadar karbon dalam sampel didapatkan dari 100% dikurangi jumlah % kadar zat terbang, % kadar abu, dan % kadar air. Dengan bentuk persamaan 4.

$$\text{Kadar Karbon (\%)} = 100\% - (\% \text{kadar zat terbang} + \% \text{kadar abu} + \% \text{kadar air}) \quad (4)$$

2.5. Analisa laju pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar biopelet untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa biopelet yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa biopelet ditimbang dengan timbangan digital (Almu dkk, 2014). Dengan bentuk persamaan 5.

$$\text{Laju pembakaran biopelet} = \frac{\text{Berat Briket (gr)}}{\text{Waktu sampai briket habis terbakar (menit)}} \quad (5)$$

2.6. Densitas curah (*bulk density*)

Densitas atau rapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume. Densitas berbanding lurus dengan laju pembakaran. Semakin tinggi nilai densitas biopelet maka akan semakin lama waktu pembakaran (Darun, N., 2013). Nilai densitas dapat diperoleh dengan persamaan 6.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (6)$$

Dengan ρ adalah densitas suatu bahan, m adalah massa kering bahan, dan v adalah Volume bahan.

2.7. Analisa nilai kalor

Untuk menentukan nilai kalor pada sampel biopelet yaitu berdasarkan ASTM D240 dengan menggunakan alat Automatic bomb calorimeter, merk IKA- C 2000. Automatic bomb calorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur bahan bakar atau daya kalori dari suatu material.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian pembuatan biopelet dari campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa tua menggunakan perekat gerah pinus. Adapun hasil yang didapat bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian *proximate*

Variabel Bebas		Variabel Terikat			
		Analisa <i>Proximate</i>			
Perekat Getah Pinus (%)	Komposisi Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Terikat (%)
10	100 : 0	7,0	0,8	15,07	77,13
	75 : 25	7,0	1,0	14,68	77,32
	50: 50	6,4	1,1	14,49	78,01
	25 :75	6,0	1,2	13,58	79,22
	0 :100	5,6	1,4	13,26	79,74

Tabel 1. Hasil penelitian *proximate* (lanjutan)

Variabel Bebas		Variabel Terikat			
		Analisa <i>Proximate</i>			
Perekat Getah Pinus (%)	Komposisi Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Terikat (%)
20	100 : 0	7,3	0,7	15,02	76,80
	75 : 25	7,1	0,8	14,88	77,22
	50: 50	6,8	1,1	14,72	77,38
	25 :75	6,4	1,1	14,21	78,29
	0 :100	6,2	1,3	13,98	78,82
30	100 : 0	7,9	0,5	15,32	76,28
	75 : 25	7,6	0,7	15,0	76,70
	50: 50	7,3	0,8	14,92	76,96
	25 :75	7,0	0,8	14,76	77,44
	0 :100	6,9	0,9	14,48	77,72

Tabel 2. Hasil analisa laju pembakaran dan densitas curah

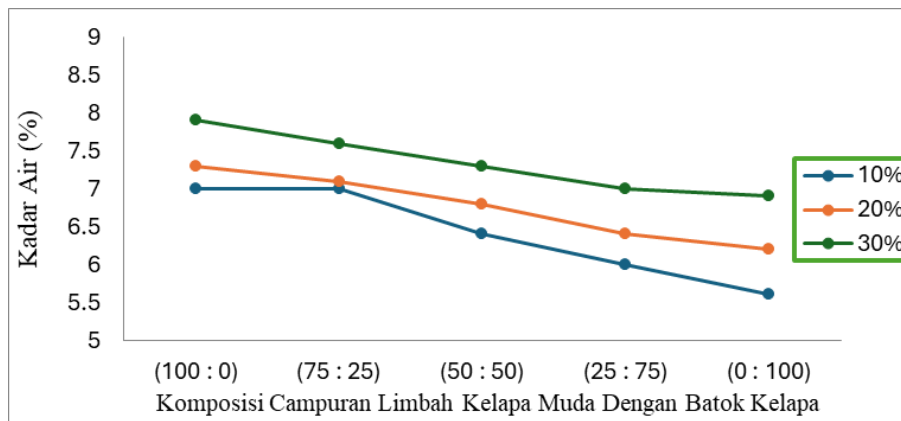
Variabel Bebas		Variabel Terikat	
Perekat Getah Pinus (%)	Komposisi Bahan Baku	Analisa Laju Pembakaran (gr/menit)	Densitas Curah (gr/cm ³)
10	100 : 0	0,030	1,486
	75 : 25	0,027	1,404
	50: 50	0,028	1,386
	25 :75	0,025	1,380
	0 :100	0,024	1,238
20	100 : 0	0,029	1,522
	75 : 25	0,029	1,433
	50: 50	0,029	1,421
	25 :75	0,027	1,398
	0 :100	0,026	1,256
30	100 : 0	0,031	1,693
	75 : 25	0,032	1,610
	50: 50	0,030	1,498
	25 :75	0,028	1,410
	0 :100	0,027	1,404

3.1. Analisa *proximate*

Analisa *proximate* merupakan analisis biopellet yang dilakukan untuk mengetahui nilai nilai kualitas biopellet seperti kandungan air (Inherent Moisture) yang terdapat pada biopellet dan juga mengkuantifikasi kandungan abu (*Ash*), Zat terbang (*Volatile Matter*) serta karbon terikat (*Fixed Carbon*) pada biopellet.

3.2. Kadar air (*inherent moisture*)

Moisture atau kadar air adalah kandungan yang terdapat pada biopellet. Kadar air dapat ditentukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong kemudian sampel biopellet dimasukan ke cawan. Sampel dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya 105°C selama 2 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang bobotnya.

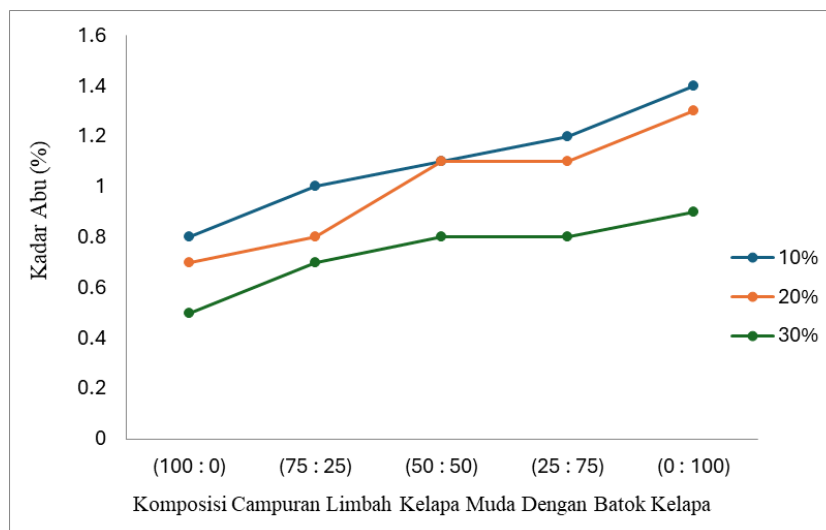


Gambar 1. Analisa kadar air

Kadar air Biopellet dipengaruhi oleh jenis bahan baku, jenis perekat dan metode pengujian yang digunakan. Pada umumnya kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor dan laju pembakaran karena panas yang diberikan digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat dalam Biopellet. Hal ini sejalan dengan pendapat (Ulfah 2021). Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar perekat maka kadar air yang diperoleh semakin tinggi. Dari gambar 1 juga menunjukkan semakin banyak komposisi dari limbah kelapa muda maka kadar air yang diperoleh semakin tinggi pula. Hal ini dikarenakan bahan baku limbah kelapa muda lebih banyak mengandung air dibandingkan batok kelapa. Berdasarkan hasil penelitian nilai kadar air terendah pada kadar persen perekat 10% dengan komposisi bahan baku (0:100) yaitu sebesar 5,6%, dan nilai kadar air tertinggi pada kadar persen perekat 30% dengan komposisi bahan baku (100:0) yaitu 7,9%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopellet dari limbah kelapa muda dan batok kelapa dengan perekat getah pinus memenuhi standar (SNI 8021-2014) yaitu maksimal kadar air 12%.

3.3. Kadar abu (ash)

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi setelah biopellet dibakar. Kadar abu sebanding dengan kandungan bahan anorganik yang terdapat di dalam biopellet. Pengukuran kadar abu merupakan residu anorganik yang terdapat dalam bahan. Faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai kadar abu dari biopellet salah satunya ditentukan dari sifat dan jenis bahan yang digunakan.



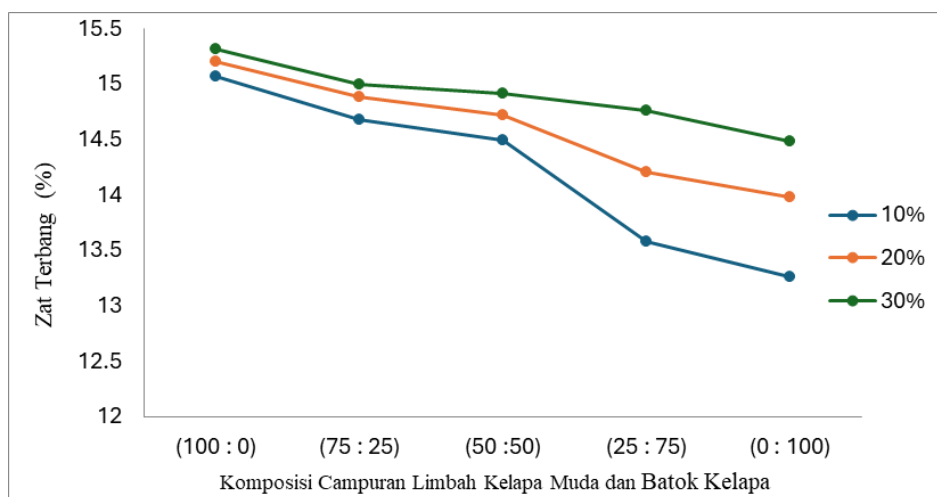
Gambar 2. Analisa kadar abu

Dari hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar perekat maka kadar abu yang diperoleh semakin rendah, hal ini sesuai dengan teori dimana semakin banyak konsentrasi perekat (Eka Putri, R., & Andasuryani, A. 2017), maka nilai kadar abu yang terkandung pada biopelet akan semakin menurun, dari gambar di atas juga menunjukkan semakin banyak komposisi dari limbah kelapa muda maka kadar abu yang di peroleh semakin rendah, hal ini berkaitan dengan komposisi bahan baku penyusun yang terdapat pada limbah kelapa muda dan limbah batok kelapa dimana komponen penyusun utama abu adalah silika yang terdapat banyak pada batok kelapa. Pada hasil analisa dan pengujian biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa muda yang telah dilakukan, kadar abu yang tertinggi diperoleh pada campuran 0 % limbah kelapa muda : 100 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 1,4 % sedangkan kadar abu yang terendah di peroleh pada campuran campuran 100 % limbah kelapa muda : 0 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 30 % yaitu dengan nilai 0,5 %. produk sisa dari pembakaran sempurna adalah abu. Oleh sebab itu, biopelet yang baik adalah biopelet yang memiliki kandungan silica rendah sehingga menghasilkan abu yang sedikit pula. Maka pada penelitian ini secara keseluruhan telah memenuhi standar mutu (SNI 8021-2014). yaitu maksimal kadar abu 1,5%.

3.4. Analisa zat terbang (*volatile matter*)

Kadar zat terbang adalah zat (*Volatile Matter*) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat didalam arang seperti air. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam biopelet arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat biopelet dinyalakan.

Kandungan asap yang lebih tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan Alkohol. (Kholiq, I. 2015.)



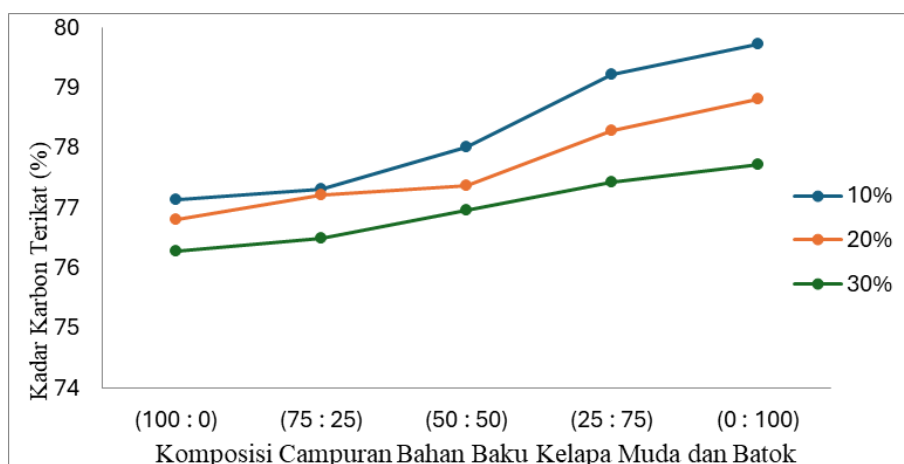
Gambar 3. Analisa kadar zat terbang

Pada hasil analisa dan pengujian menunjukkan bahwa besar kecilnya kadar zat terbang ditentukan jenis bahan yang di gunakan Semakin tinggi nilai kalor bahan baku yang digunakan maka semakin rendah pula nilai zat terbang. Pada hasil analisa dan pengujian biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa muda yang telah dilakukan, kadar zat terbang yang tertinggi diperoleh pada campuran 100 % limbah kelapa muda : 0 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 15,32 % sedangkan kadar zat terbang

yang terendah diperoleh pada campuran 0 % limbah kelapa muda : 100 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 13,26 %. Hasil analisa kadar zat terbang pada biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa muda yang telah diberikan variasi komposisi dan juga jumlah perekat berkisar antara 13,25 % - 15,32 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopelet memenuhi standart (SNI 8021-2014) yaitu maksimal kadar zat terbang 80%.

3.5. Analisa kadar karbon (fixed carbon)

Karbon terikat yaitu fraksi karbon (C) yang terikat didalam arang selain fraksi air, zat menguap dan abu. Keberadaan karbon terikat didalam biopelet arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan zat menguap. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan kadar zat menguap biopelet arang tersebut rendah. Biopelet arang yang baik diharapkan memiliki kadar karbon terikat yang tinggi.



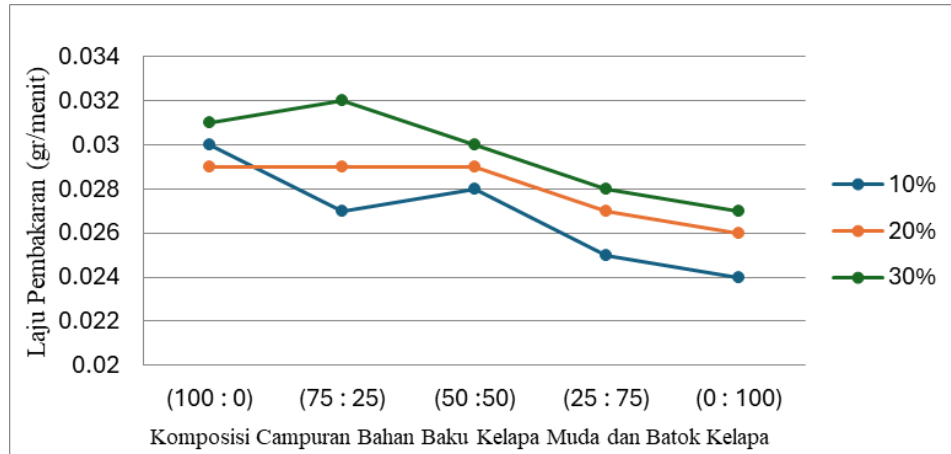
Gambar 4. Analisa kadar karbon

Pada hasil analisa dan pengujian biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa yang telah dilakukan, kadar zat terbang yang terendah diperoleh pada campuran 100 % kelapa muda : 0 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 30 % yaitu dengan nilai 76,28 % sedangkan kadar karbon tetap yang tertinggi di peroleh pada campuran 0 % limbah kelapa muda : 100 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 79,74 %. Hasil analisa kadar karbon tetap pada biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa berkisar antara 76,28% - 79,74%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopelet memenuhi standart (SNI 8021-2014) yaitu minimal karbon terikat 14 %.

3.6. Analisa laju pembakaran

Laju pembakaran merupakan proses pengujian bahan bakar padat seperti kayu, biopelet dan biopelet untuk mengetahui lama nyala bahan bakar padat, kemudian mengamati penurunan massa terhadap waktu. Adapun pengujian laju pembakaran dengan melalui proses pengujian dengan cara membakar biopelet untuk mengetahui lama menyala bahan bakar, kemudian menimbang massa biopelet yang terbakar (Didi 2017).

Adapun salah satu faktor yang mempengaruhi laju pembakaran suatu biopelet adalah kadar karbon terikat yang terkandung pada biopelet tersebut, dimana jika semakin tinggi kadar karbon terikat maka pembakaran biopelet akan semakin baik. (Maharsa, L., 2012).

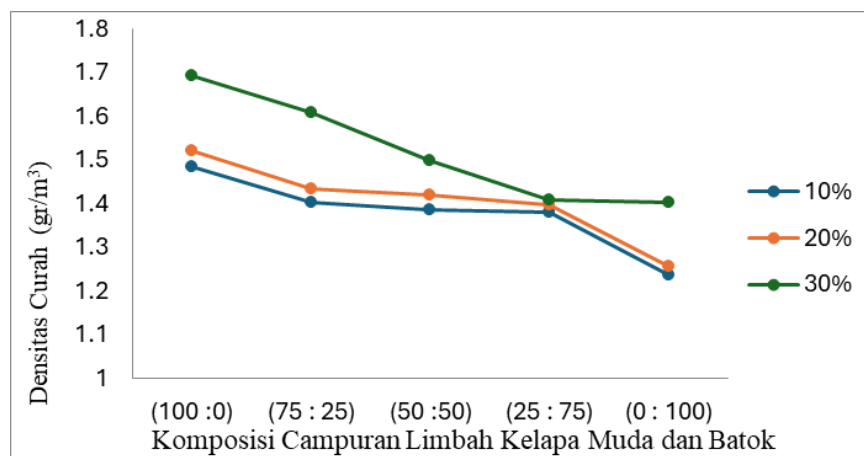


Gambar 5. Analisa Laju Pembakaran

Pada hasil analisa dan pengujian biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa yang telah dilakukan, laju pembakaran yang terendah diperoleh pada campuran 0 % limbah kelapa muda : 100 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 0,024 gr/menit sedangkan kadar karbon tetap yang tertinggi di peroleh pada campuran campuran 75 % limbah kelapa muda : 25 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 30 % yaitu dengan nilai 0,32 gr/menit. Berdasarkan hasil analisa laju pembakaran pada biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa berkisar antara 0,024 – 0,032 gr/menit. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Fiba 2021), yang menyatakan laju pembakaran sejalan dengan kadar zat terbang pada biopelet semakin rendah kadar zat terbang maka semakin rendah pula laju pembakaran atau bisa disimpulkan bahwa semakin lama bahan bakar biopelet terbakar.

3.7. Densitas curah (*bulk density*)

Uji kerapatan biopelet merupakan sifat fisik biopelet yang berhubungan dengan kekuatan biopelet untuk menahan perubahan bentuk. Kerapatan berpengaruh terhadap tingkat energi yang terkandung dalam biopelet. Semakin tinggi kerapatan semakin tinggi pula energi yang terkandung dalam biopelet. Semakin besar kerapatan bahan bakar maka laju pembakaran akan semakin lama.

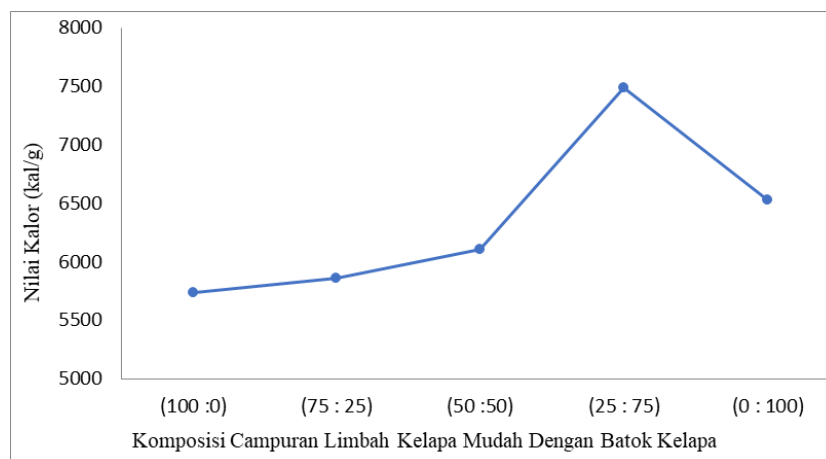


Gambar 6. Densitas curah (*bulk density*)

Pada hasil analisa dan pengujian biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa yang telah dilakukan, kadar densitas curah yang tinggi diperoleh pada campuran 100 % limbah kelapa muda : 0 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 30 % yaitu dengan nilai 1,693 gr/cm³ sedangkan kadar densitas curah yang rendah di peroleh pada campuran campuran 0 % limbah kelapa muda : 100 % batok kelapa dengan persen perekat sebanyak 10 % yaitu dengan nilai 1,238 gr/cm³. Berdasarkan hasil penelitian, hasil analisa kadar densitas curah pada biopelet campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa berkisar antara 1,238 gr/cm³- 1,693 gr/cm³ Setiap perlakuan sudah memenuhi standar mutu (SNI 8021-2014) yaitu minimal densitas curah 0,8 %.

3.8. Analisa nilai kalor

Nilai kalor adalah jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran cukup dari satu bahan yang mudah cukup terbakar [7]. Parameter utama dalam menentukan kualitas bahan bakar biopelet adalah nilai kalor.



Gambar 7. Analisa nilai kalor

Hasil Analisa nilai kalor pada grafik diatas menunjukkan bahwa pada komposisi bahan baku (100:0) dengan persen perekat 20% memiliki nilai kalor sebesar 5734,9 kal/g, komposisi bahan baku (75:25) dengan persen perekat 20% memiliki nilai kalor sebesar 5858,9 kal/g, komposisi bahan baku (50:50) dengan persen perekat 20% memiliki nilai kalor sebesar 6102,5 kal/g, komposisi bahan baku (75:25) dengan persen perekat 20% memiliki nilai kalor sebesar 6525,4 kal/g, dan komposisi bahan baku (0:100) dengan persen perekat 20% memiliki nilai kalor sebesar 7486,5133 kal/g. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (S Mustamu, 2018) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kalor bahan baku akan berakibat semakin tinggi nilai kalor biopelet yang dihasilkan. Pada hasil pengujian nilai kalor pada biopelet yang terbuat dari campuran limbah kelapa muda dengan batok kelapa memiliki nilai kalor yang memenuhi standar mutu kualitas biopelet (SNI 8021-2014) untuk nilai kalor yaitu minimal sebesar 4800 kal/gram.

4. Kesimpulan

Penelitian pembuatan biopelet dari campuran limbah kelapa muda dan batok kelapa tua menggunakan perekat getah pinus yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain: hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik yaitu pada biopelet dengan komposisi bahan baku (25:75) dengan kadar perekat 30% dimana kadar air

sebesar 7,0%, kadar abu sebesar 0,8%, zat terbang sebesar 14,76%, karbon terikat 76,96%, laju pembakaran sebesar 0,028 gr/menit, kerapatan sebesar 1,410%, dan nilai kalor didapat sebesar 7468,51 kal/gr maka biopellet yang dihasilkan memenuhi standar SNI 8021-2014 dimana untuk kadar air $\leq 12\%$, kadar abu $\leq 1,5\%$, zat terbang $\leq 80\%$, karbon terikat $\geq 14\%$, kerapatan $\geq 0,8 \text{ g/cm}^3$, dan nilai kalor yang minimal $\geq 4000 \text{ kal/g}$.

Pada penelitian pembuatan biopellet selanjutnya untuk mendapatkan kualitas biopellet yang lebih baik, perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai variasi komposisi campuran biopellet dengan bahan-bahan lain. Dan untuk mendapatkan kualitas yang lebih tinggi perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai bahan perekat yang lain. Dan juga perlu dilakukan lebih lanjut mengenai variasi persentase perekat yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Bambang. 2021. "Pembuatan Biopellet dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Menggunakan Perekat Tepung Tapioka." Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i2.3770>.
- Didi. 2017. "Pembuatan Biopellet Arang dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon." *Teknik* 38 (2): 76-80. <https://doi.org/10.14710/teknik.v38i2.13985>.
- Fiba. 2021. "Analisis Pemberian Variasi Konsentrasi Molase terhadap Kualitas Biopellet Arang Tempurung Kelapa." *Agrotechnology Innovation (Agrinova)* 4 (1): 22-29. <https://doi.org/10.22146/a.74268>.
- Kholiq, I. 2015. "Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM." *Jurnal IPTEK* 19: 75-91. [https://doi.org/10.1016/S1877-3435\(12\)00021-8](https://doi.org/10.1016/S1877-3435(12)00021-8).
- Lehmann, B., H.W. Schroeder, R. Wollenberg, dan J. Reipke. 2012. "Pengaruh Penambahan *Miscanthus* dan Proses Penggilingan yang Berbeda terhadap Kualitas Wood Pellet." *Biomass Energy* 44: 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.05.009>.
- Maharsa, L., dan M. Muhammad. 2012. "Effect of Mixture Composition Variations in Cashew Skin and Rice Husk Biobriquettes on Burning Rate." *ROTASI* 14 (4): 15–22. <https://doi.org/10.14710/rotasi.14.4.15-22>.
- Retno Damayanti. 2017. "Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Biopellet dari Kulit Coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan." *Jurnal Teknotan* 11 (1): April 2017. <https://doi.org/10.24198/jt.vol11n1.6>.
- S. Mustamul. 2018. "Karakteristik Biopellet dari Limbah Padat Kayu Putih dan Gondorukem." *Penelitian Hasil Hutan* 36 (3): November 2018: 191-204. <https://doi.org/10.20886/jphh.2018.36.3.191-204>.
- Vivi Purwandari. 2022. "Processing Cocoa Shell and Candlenut Shell Waste in Making Biopellets as an Alternative Fuel." *Jurnal Kimia Saintetek dan Pendidikan* 6 (2): 2022. <https://doi.org/10.51544/kimia.v6i2.3492>.
- Ulfa, D., L. Lusyani, dan A.R. Thamrin, G. 2021. "Kualitas Biopellet Limbah Sekam Padi (*Oryza sativa*) sebagai Salah Satu Solusi dalam Menghadapi Krisis Energi." *Jurnal Hutan Tropis* 9 (2). <http://dx.doi.org/10.20527/jht.v9i2.11293>.