

Kualitas Biopellet Campuran Limbah Pohon Sungai Ciliwung, Tempurung Kelapa, Dan Plastik

Aldira Kiko Haiqyastri^{1*}, Dianta Mustofa Kamal², dan Belyamin²

¹Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Biopellet merupakan bahan bakar padat yang berasal dari biomassa yang dapat diperbaharui. Nilai kalor biopellet limbah pohon sungai ciliwung sebesar 2250 cal/g dan kadar air sebesar 9,77-13,16% [1]. Biopellet tersebut belum memenuhi SNI 8021-2014 dengan nilai kalor ≥ 4000 cal/g dan kadar air $\leq 12\%$. Dari permasalahan tersebut, dilakukan pembuatan biopellet limbah pohon sungai ciliwung dengan tambahan tempurung kelapa dan plastik untuk meningkatkan kualitas biopellet diantaranya nilai kalor dan nilai proximate agar sesuai dengan standar biopellet SNI 8021-2014. Dalam penelitian ini biopellet dibuat 10 sampel yaitu sampel A-E merupakan biopellet limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan plastik. Sedangkan sampel A1-E1 merupakan biopellet limbah pohon sungai ciliwung dan tempurung kelapa (tanpa plastik). Nilai kalor pada sampel A-E berkisar antara 3904 – 5371 cal/gram, kadar air berkisar 6,1785 – 9,2326%, kadar zat terbang berkisar 31,6223 – 50,0292%, kadar karbon terikat berkisar 24,7017 – 33,1022%, dan kadar abu berkisar 16,0365 – 29,0970%. Sedangkan nilai kalor pada sampel A1-E1 berkisar antara 3598 – 5081 cal/gram, kadar air berkisar 6,2477 – 8,8365%, kadar zat terbang berkisar 30,8249 – 50,8961%, kadar karbon terikat berkisar 23,3649 – 31,5904%, dan kadar abu berkisar 16,9024 – 31,3370%. Komposisi biopellet yang terbaik yaitu pada sampel E dengan perbandingan massa limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa dan plastik sebesar 1:8:1.

Kata-kata kunci: Biopellet, nilai kalor, nilai proximate, tempurung kelapa, plastik

Abstract

Biopellet is a solid fuel derived from renewable biomass. The calorific value of the Ciliwung River tree waste biopellet is 2250 cal/g and moisture content is 9.77-13.16% [1]. The biopellet did not meet SNI 8021-2014 with a calorific value of 4000 cal/g and a moisture content of 12%. Based on these problems, biopellets were made from the Ciliwung river tree waste with the addition of coconut shells and plastic to improve the quality of the biopellets including the calorific value and proximate value to comply with the SNI 8021-2014. In this study, 10 samples were made of biopellets, samples A-E which were biopellets from Ciliwung river tree waste, coconut shells, and plastic. Meanwhile, samples A1-E1 are biopellets from Ciliwung river tree waste and coconut shells. The calorific value in samples A-E ranged from 3904 – 5371 cal/gram, water content ranged from 6.1785 – 9.2326%, volatile content ranged from 31.6223 – 50.0292%, bound carbon content ranged from 24.7017 – 33.1022 %, and the ash content ranged from 16.0365 to 29.0970%. While the calorific value in samples A1-E1 ranged from 3598 – 5081 cal/gram, water content ranged from 6.2477 – 8.8365%, volatile content ranged from 30.8249 – 50.8961%, bound carbon content ranged from 23.3649 – 31,5904%, and the ash content ranged from 16.9024 to 31.3370%. The best composition of biopellet is in sample E with a mass ratio of Ciliwung river tree waste, coconut shell and plastic of 1: 8:1.

Keywords: Biopellet, calorific value, proximate value, coconut shell, plastic.

* Corresponding author E-mail address: aldira.kikohaiqyastri.tm18@mhs.w.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

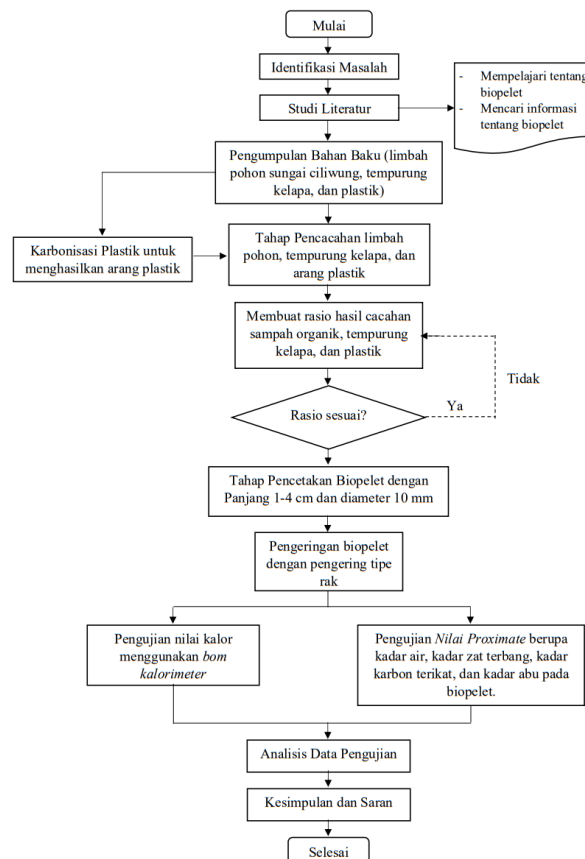
Biopellet merupakan bahan bakar alternatif berbasis biomassa yang digunakan untuk proses *Co-firing* batubara pada PLTU sebesar 1% hingga 5% biopellet [1]. Nilai kalor biopellet limbah pohon sungai ciliwung sebesar 2250 cal/g dan kadar air sebesar 10,53 -13,16% [2]. Biopellet tersebut dikeringkan menggunakan sinar matahari dan belum memenuhi standar kualitas berdasarkan SNI 8021-2014 dengan nilai kalor ≥ 4000 cal/g [3].

Selain itu sampah plastik dari sungai ciliwung yang berada di lembaga tersebut juga tidak termanfaatkan dan hanya dipisahkan dari sampah organik. Tidak termanfaatkannya plastik tersebut karena tidak dapat dicacah pada mesin pencacah, jadi solusi untuk penanggulangan sampah plastik ini masih belum ditemukan. Sedangkan penimbunan sampah atau *sanitary landfill* belum mampu menjawab tentang pengolahan sampah plastik [4]. Dari permasalahan tersebut timbulah ide untuk memanfaatkan sampah plastik guna meningkatkan kualitas biopellet, karena limbah plastik masih dapat ditingkatkan nilai gunanya dengan pengolahan yang benar, seperti dijadikan biopellet atau briket.

Wibawaputri et al., (2021) melakukan penelitian biopellet berbahan baku sampah organik sungai ciliwung dan perekat bubuk kertas menghasilkan nilai kalor sebesar 2201 – 2481 cal/g. Sedangkan kadar air berkisar 9,77% - 13,16% dengan cara pengeringan alami dibawah sinar matahari, dari penelitian tersebut nilai kalor yang dihasilkan masih dibawah Standar Nasional Indonesia Biopellet yaitu dibawah 4000 cal/gram dan kadar air yang dihasilkan masih terdapat beberapa komposisi yang tidak sesuai dengan SNI biopellet yaitu maksimal 12% [2]. Belum ada penelitian lebih lanjut yang menggunakan limbah pohon sungai ciliwung dengan bahan baku lain.

Dalam penelitian yang akan dilakukan yaitu membuat biopellet limbah pohon sungai ciliwung dengan tambahan tempurung kelapa murni dan plastik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas biopellet diantaranya nilai kalor dan nilai proximate sesuai dengan SNI 8021-2014. Biopellet dari limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan plastik dibuat dengan formulasi perbandingan massa.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Mesin pencacah (*hammer mill*), mesin pencetak (*pellet mill*), termogun (*infrared thermometer*), timbangan digital, kompor biomassa, ayakan mesh 20, reaktor pengarang plastik, alat pengering biopellet tipe rak, dan ember. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, plastik, dan air.

Proses pembuatan arang plastik

Pembuatan arang plastik dilakukan dengan cara karbonisasi, plastik yang digunakan yaitu plastik jenis LDPE (Low Density Polyethylene) dengan berat 300 gram. Plastik tersebut di potong kecil-kecil kemudian dimasukkan kedalam reaktor penampung plastik setiap 100 gram. Pembakaran reaktor penampung plastik dilakukan dengan suhu 300°C setiap 100 gram. Dari proses pembakaran tersebut plastik akan menjadi arang plastik dan akan dijadikan bahan baku pembuatan biopellet.

Proses pembuatan biopellet

Pembuatan biopellet dilakukan di Pusat Gerakan Ciliwung Bersih dengan memanfaatkan limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan plastik. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan biopellet:

1. Mengumpulkan bahan baku limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan arang plastik.
2. Mencacah limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan arang plastik menggunakan mesin pencacah (*hammer mill*) secara bergantian.
3. Menyaring hasil cacahan tersebut menggunakan ayakan dengan mesh 20.
4. Mencampurkan serbuk cacahan limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan arang plastik sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan menggunakan sedikit air agar tercampur dengan merata.
5. Kemudian mencetak serbuk yang telah tercampur tersebut menggunakan mesin pencetak (*pellet mill*) sehingga menjadi biopellet dengan panjang 1-4 cm dan berdiameter 10 mm.
6. Biopellet dikeringkan menggunakan alat pengering tipe rak dengan suhu 100°C selama 1-2 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan yaitu nilai kalor, nilai proximate yang meliputi kadar air, kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan kadar abu. Berikut merupakan sampel yang akan dibuat yaitu:

Tabel 1. Komposisi bahan baku biopellet tanpa plastik

No	Kode	Limbah Pohon (gram)	Tempurung Kelapa (gram)	Perbandingan massa limbah pohon & tempurung kelapa
1	Sampel A1	400	100	4 : 1
2	Sampel B1	300	200	3 : 2
3	Sampel C1	250	250	1 : 1
4	Sampel D1	200	300	2 : 3
5	Sampel E1	100	400	1 : 4



Gambar 2. Biopellet tanpa plastik

Tabel 2. Komposisi bahan baku biopelet dengan plastik

No	Kode	Limbah Pohon (gram)	Tempurung Kelapa (gram)	Plastik (gram)	Perbandingan massa limbah pohon, tempurung kelapa, dan plastik
1	Sampel A	350	100	50	7 : 2 : 1
2	Sampel B	250	200	50	5 : 4 : 1
3	Sampel C	200	250	50	4 : 5 : 1
4	Sampel D	150	300	50	3 : 6 : 1
5	Sampel E	50	400	50	1 : 8 : 1



Gambar 3. Biopelet dengan plastik

Hasil Pengujian Biopelet

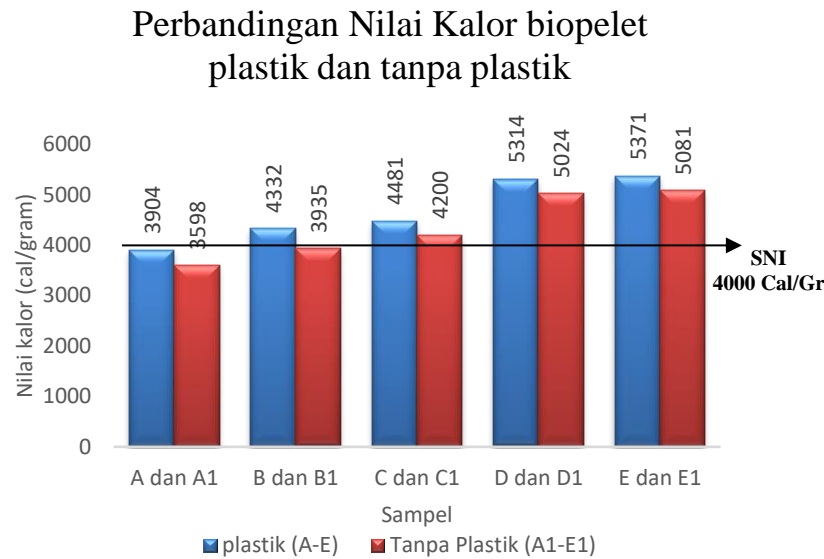
Tabel 3. Data Pengujian Biopelet Tanpa Plastik

Parameter	Satuan	Nilai Sampel				
		A1	B1	C1	D1	E1
Nilai Kalor	Cal/gr	3598	3935	4200	5024	5081
Nilai Proximate						
Kadar Air	%	8.8365	8.5274	7.7848	6.5215	6.2477
Kadar Zat Terbang	%	50.8961	45.5343	42.7139	38.9728	30.8249
Kadar Abu	%	16.9024	18.4795	22.3097	23.8254	31.3370
Kadar Karbon Terikat	%	23.3649	27.4588	27.1916	30.6803	31.5904

Tabel 4. Data Pengujian Biopelet Plastik

Parameter	Satuan	Nilai Sampel				
		A	B	C	D	E
Nilai Kalor	Cal/gr	3904	4332	4481	5314	5371
Nilai Proximate						
Kadar Air	%	9.2326	8.2146	7.1918	6.8611	6.1785
Kadar Zat Terbang	%	50.0292	47.3040	40.5303	36.6463	31.6223
Kadar Abu	%	16.0365	17.4897	20.5428	24.4395	29.0970
Kadar Karbon Terikat	%	24.7017	26.9917	31.7352	32.0531	33.1022

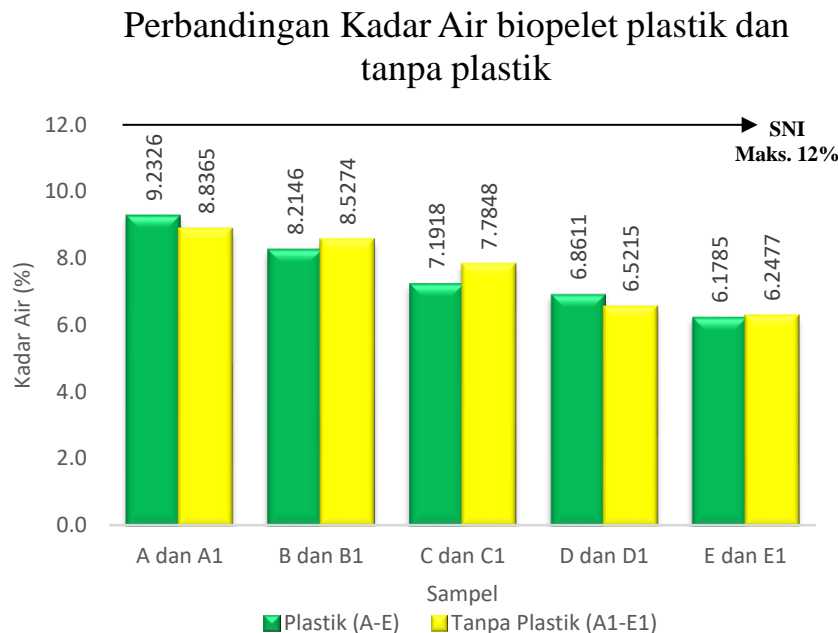
Hasil Nilai Kalor



Gambar 4. Nilai Kalor Biopelet (ASTM D5865-13)

Berdasarkan Gambar 4 nilai kalor biopelet plastik berkisar antara 3904 – 5371 cal/gram. Sedangkan nilai kalor biopelet tanpa plastik berkisar antara 3598 – 5081 cal/gram. Menurut (Al Ghifari & Harsono, 2021) nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikat. Semakin rendah kadar air maka nilai kalor biopelet semakin tinggi, semakin rendah kadar zat terbang maka nilai kalor biopelet semakin tinggi, dan semakin tinggi karbon terikat maka nilai kalor biopelet semakin tinggi [5]. Dari kesepuluh sampel dengan variasi komposisi berbeda, nilai kalor yang belum memenuhi SNI 8021-2014 yaitu sampel A1, sampel B1, dan sampel A karena masih dibawah 4000 cal/gram.

Hasil Kadar Air

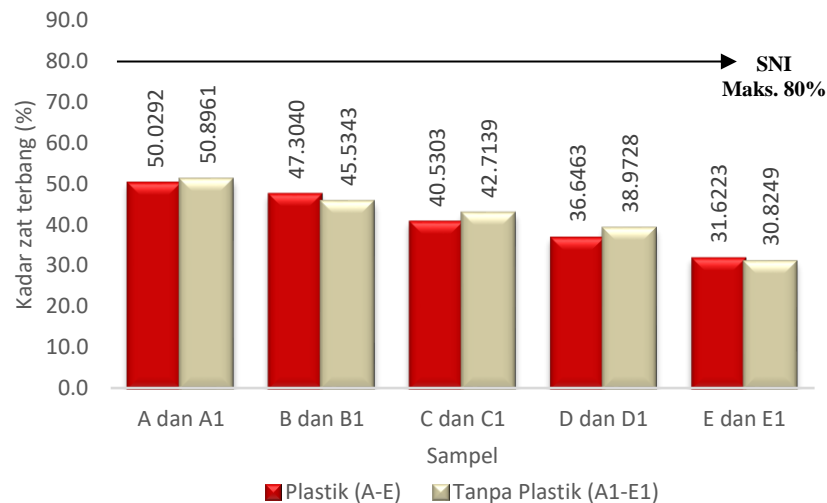


Gambar 5. Kadar Air Biopelet (ASTM E871-82 2019)

Berdasarkan Gambar 5 nilai kadar air pada biopelet plastik berkisar antara 6,1785 – 9,2326%. Sedangkan kadar air biopelet tanpa plastik berkisar antara 6,2477 – 8,8365%. Besar kadar air yang terkandung pada biopelet sudah memenuhi standar SNI 8021-2014 dengan nilai maksimum 12%. Semakin besar penggunaan limbah pohon sungai ciliwung maka kadar air yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan bahan baku limbah pohon dan plastik berasal dari sungai ciliwung, sedangkan tempurung kelapa yang digunakan merupakan tempurung kelapa kering yang telah dijemur.

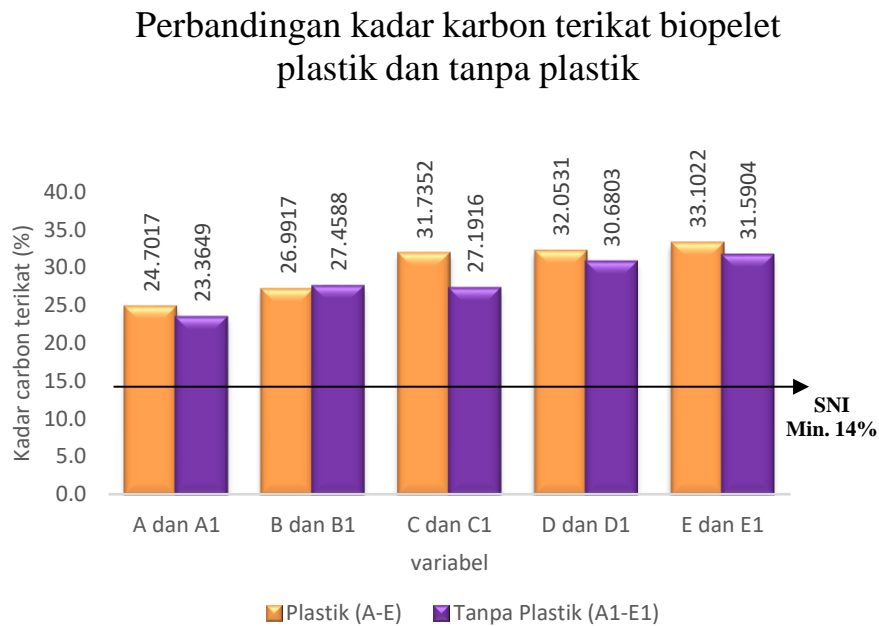
Hasil Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Perbandingan Kadar Zat Terbang biopelet plastik dan tanpa plastik



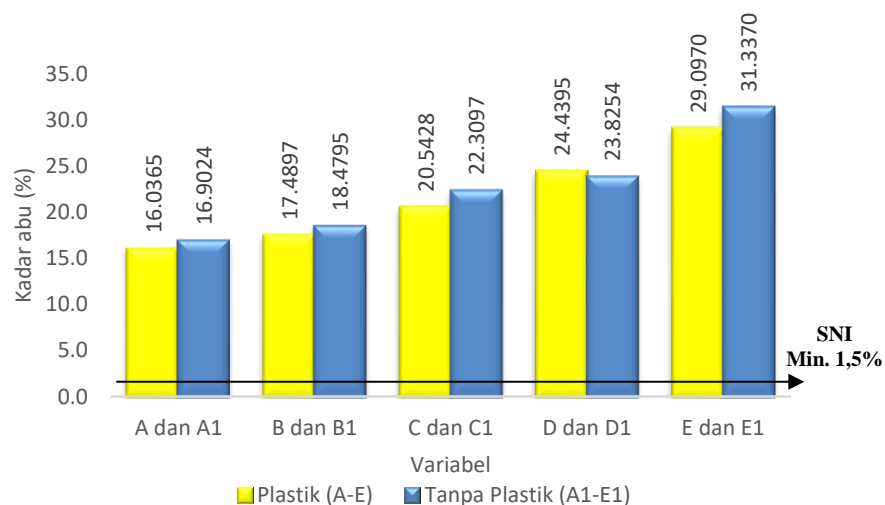
Gambar 6. Kadar Zat Terbang Biopelet (ASTM E872-82 2019)

Berdasarkan Gambar 6 tercatat semua sampel penelitian biopelet telah memenuhi SNI 8021-2014 dengan nilai maksimal 80% hasil kadar zat terbang pada biopelet dengan plastik berkisar antara 31,6223 – 50,0292%, sedangkan pada biopelet tanpa plastik berkisar antara 30,8249 – 50,8961%. Kandungan tertinggi pada biopelet yaitu pada sampel A dan A1 masing-masing sebesar 50,0292 % dan 50,8961%, nilai zat terbang terendah terdapat pada sampel E dan E1 masing-masing sebesar 30,8249% dan 31,622 %. Menurut (Ristianingsih et al., 2015) , Tingginya kadar zat terbang pada biopelet dipengaruhi oleh kadar air. Semakin tinggi kadar air maka kadar zat terbang akan semakin tinggi pula [6].

Hasil Kadar Karbon Terikat (Fixed Carbon)

Gambar 7. Kadar Karbon Terikat (ASTM D3175 2013)

Berdasarkan Gambar 7 kadar karbon terikat yang dihasilkan pada biopelet plastik berkisar antara 24,7017 – 33,1022%. Sedangkan kadar karbon terikat pada biopelet tanpa plastik berkisar antara 23,3649 – 31,5904%. Perbedaan nilai karbon terikat dari biopelet plastik dan tanpa plastik tidak terlalu signifikan, tetapi karbon pada biopelet plastik cenderung lebih tinggi daripada biopelet tanpa plastik. kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar zat terbang, semakin rendah kadar zat terbang maka kadar karbon semakin tinggi [7]. Berdasarkan standar SNI 8021-2014 biopelet untuk parameter kadar karbon terikat yaitu minimal 14%, semua sampel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 8021-2014.

Hasil Kadar Abu**Perbandingan Kadar abu biopelet plastik dan tanpa plastik**

Gambar 8. Kadar Zat Terbang Biopelet (ASTM E872-82 2019)

Berdasarkan Gambar 8 kadar abu yang dihasilkan dari biopellet plastik berkisar antara 16,0365 – 29,0970%. Sedangkan biopellet tanpa plastik berkisar antara 16,9024 – 31,3370%. Dalam penelitian ini kadar abu cenderung meningkat ketika penggunaan bahan baku tempurung kelapa semakin banyak. Berdasarkan standar SNI 8021-2014 biopellet yang menjelaskan bahwa nilai kadar abu tidak lebih dari 1,5%, pada penelitian ini seluruh sampel tidak ada yang memenuhi standar SNI biopellet.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kalor biopellet limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa, dan plastik pada sampel A-E berkisar antara 3904 – 5371 cal/gram, kadar air berkisar 6,1785 – 9,2326%, kadar zat terbang berkisar 31,6223 – 50,0292%, kadar karbon terikat (*fixed carbon*) berkisar 24,7017 – 33,1022%, dan kadar abu berkisar 16,0365 – 29,0970%. Sedangkan nilai kalor biopellet limbah pohon sungai ciliwung pada sampel A1-E1 berkisar antara 3598 – 5081 cal/gram, kadar air berkisar 6,2477 – 8,8365%, kadar zat terbang berkisar 30,8249 – 50,8961%, kadar karbon terikat (*fixed carbon*) berkisar 23,3649 – 31,5904%, dan kadar abu berkisar 16,9024 – 31,3370%. Dari kesepuluh sampel biopellet yang belum memenuhi nilai kalor sesuai dengan SNI 8021-2014 dengan nilai kalor minimal 4000 cal/gram yaitu sampel A, sampel A1, dan sampel B1. Dalam penelitian ini penggunaan plastik untuk biopellet sangat berpengaruh untuk meningkatkan kualitas biopellet salah satunya adalah nilai kalor.
2. Komposisi biopellet yang terbaik yaitu terdapat pada sampel E yaitu dengan perbandingan massa limbah pohon sungai ciliwung, tempurung kelapa dan plastik sebesar 1:8:1. Nilai kalor yang dihasilkan yaitu sebesar 5371 cal/gram dan kadar air sebesar 6,1785%. Nilai kalor dan kadar air sudah memenuhi standar Nasional Indonesia biopellet 8021-2014 dengan nilai kalor ≥ 4000 cal/gram dan kadar air $\leq 12\%$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Gerakan Ciliwung Bersih (GCB) atas fasilitas yang diberikan untuk menunjang kebutuhan penulis dalam pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] Z. Maskur and A. Nugroho, "Analisa Karakteristik Biomasa untuk Cofiring pada Pembangkit Batubara di Indonesia," *Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan I*, pp. 394–402, 2021.
- [2] R. A. Wibawaputri, Jusafwar, and A. Ekayuliana, "ANALISIS KARAKTERISTIK KANDUNGAN ORGANIK DAN ANORGANIK BIOPELLET SAMPAH SUNGAI CILIWUNG SEBAGAI BAHAN BAKAR," *SemNasTeknik Mesin*, pp. 1540–1545, 2021.
- [3] D. Lamanda, D. Setyawati, Nurhaida, F. Diba, and E. Roslinda, "KARAKTERISTIK BIOPELET BERDASARKAN KOMPOSISI SERBUK BATANG KELAPA SAWIT DAN ARANG KAYU LABAN DENGAN JENIS PEREKAT SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN," *J. Hutan Lestari*, vol. Vol. 3 (2), pp. 313–321, 2015.
- [4] H. Sawir, "PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BRIKET SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DALAM KILN DI PABRIK PT SEMEN PADANG," *J. Sains dan Teknol.*, vol. Vol. 16 No, pp. 1–8, 2016.
- [5] F. G. Al Ghifari and S. S. Harsono, "ANALISIS PEMBERIAN VARIASI KONSENTRASI MOLASES TERHADAP KUALITAS BIOPELLET ARANG TEMPURUNG KELAPA," *J. ugm*, vol. Volume 4 (, pp. 22–29, 2021.
- [6] Y. Ristianingsih, A. Ulfa, and R. Syafitri, "PENGARUH SUHU DAN KONSENTRASI PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET BIOARANG BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PROSES PIROLISIS," *Konversi*, vol. Volume 4 n, pp. 16–22, 2015.
- [7] M. Suyoko, K. Ridhuan, and U. S. Dharma, "Karakteristik biopellet tempurung kelapa dan serbuk kayu sebagai bahan bakar alternatif," *Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 1(1), pp. 8–16, 2020.