

**KUALITAS BIOPELET DARI CAMPURAN SERBUK
KAYU KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) DAN TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

*Quality of Biopellets from Powder Mixtures
Rubber Wood (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) and Empty
Oil Palm Bunch (*Elaeis guineensis* Jacq.)*

Muhammad Gerry Surya Perdana, Violet Burhanuddin, Siti Hamidah
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. The aim of this research is to determine the quality of biopellets made from unproductive rubber sawdust and empty oil palm bunch waste including water content, density, ash content, volatile matter, bound carbon, calorific value and to find out which biopellet quality composition is best suited. SNI 8021:2014. The test results showed that the water content of all treatments met the standards, while other parameters (density, ash content, volatile matter, bound carbon) did not meet the standards. Meanwhile, for the calorific value, only treatment A (100% rubber wood) can meet the standard, where based on statistical tests this treatment is very significantly different from other treatments. These results show that biopellets made from 100% rubber wood are biopellets with the best treatment. The research results showed that biopellets consisted of composition A (100% rubber wood); composition B (75% rubber wood + 25% empty oil palm bunch); composition C (50% rubber wood + 50% empty oil palm bunch); composition D (25% rubber wood + 75% empty oil palm bunch); composition E (100% empty oil palm bunch), respectively water content values (7.99%; 7.89%; 7.09%; 7.09% ; 7.44%), density (0.32 g /cm³; 0.35 g/cm³; 0.33 g/cm³; 0.34 g/cm³; 0.39 g/cm³), ash content (1.60%; 2.17%; 2.11%; 2.70%; 4.12%), volatile matter (90.09%; 89.55%; 89.72%; 89.96%; 89.19%), bound carbon (8.23%; 8, 20%; 8.09%; 7.86%; 6.62%) and calorific value (4004.43 cal/g; 3961.25 cal/g; 3947.12 cal/g; 3867.85 cal/g; 3844, 75 cal/g).

Keywords: Biopellets; Empty oil palm bunch (*Elaeis guineensis* Jacq.); Rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg); SNI 8021:2014

ABSTRAK. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kualitas biopellet yang terbuat dari serbuk kayu karet yang sudah tidak produktif dan limbah tandan kosong kelapa sawit meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, nilai kalor dan mengetahui komposisi kualitas biopellet mana yang terbaik sesuai SNI 8021:2014. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air dari semua perlakuan dapat memenuhi standar, sementara parameter yang lain (kerapatan, kadar abu, zat terbang, karbon terikat) tidak dapat memenuhi standar. Sementara itu untuk nilai kalor hanya perlakuan A (100% kayu karet) yang dapat memenuhi standar, dimana berdasarkan uji statistik perlakuan ini berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa biopellet yang terbuat dari kayu karet 100% merupakan biopellet dengan perlakuan terbaik. Hasil penelitian menunjukkan biopellet yang terdiri dari komposisi A (100% kayu karet); komposisi B (75% kayu karet + 25% tandan kosong kelapa sawit); komposisi C (50% kayu karet + 50% tandan kosong kelapa sawit); komposisi D (25% kayu karet + 75% tandan kosong kelapa sawit); komposisi E (100% tandan kosong kelapa sawit), berturut-turut nilai kadar air (7,99%; 7,89%; 7,09%; 7,09% ;7,44%), kerapatan (0,32 g/cm³; 0,35 g/cm³; 0,33 g/cm³; 0,34 g/cm³; 0,39 g/cm³), kadar abu (1,60%; 2,17%; 2,11%; 2,70%; 4,12%), zat terbang (90,09%; 89,55%; 89,72%; 89,96%; 89,19%), karbon terikat (8,23%; 8,20%; 8,09%; 7,86%; 6,62%) serta nilai kalor (4004,43 kal/g; 3961,25 kal/g; 3947,12 kal/g; 3867,85 kal/g; 3844,75 kal/g).

Kata Kunci: Biopellet; Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg); Tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.); SNI 8021:2014

Penulis untuk korespondensi, surel: mgerrysurya08@gmail.com

PENDAHULUAN

Biopelet adalah sejenis bahan bakar padat yang memiliki berbagai bentuk, ukuran, kepadatan, dan kandungan energi. (Winata, 2013). Bahan baku biopelet dan sumber energi alternatif tersedia secara luas. Kebijakan yang diterapkan oleh banyak negara di seluruh dunia untuk mengurangi dampak pemanasan global adalah alasan di balik meningkatnya permintaan biopelet. Husada (2018) mengatakan biopelet ini merupakan sebagai pengganti bahan bakar minyak yang sangat murah dan memungkinkan untuk dikembangkan pada waktu yang relatif sangat singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan sangat sederhana.

Menurut Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia (APHI), peluang ekspor *wood pellet* ke Jepang sangat besar. Menurut Direktur Eksekutif APHI, potensi tersebut didukung oleh perubahan paradigma yang mendorong penggunaan energi terbarukan di sektor Korea Selatan, Tiongkok, dan Jepang. Kebijakan pemerintah yang menawarkan manfaat pengurangan pajak jika industri mengadopsi sumber energi biomassa terbaru dari biopelet yang mendukung permintaan tersebut.

Menurut Dinas PMPTSP Kalimantan Selatan, terdapat 269.981 Ha perkebunan karet di Kalimantan Selatan pada tahun 2018. Terdapat banyak sekali kayu karet yang tidak dibuat di pabrik penggergajian yang dapat diakses berdasarkan lokasinya. 10,6% serbuk gergaji, 25,9% potongan, dan 14,3% sampah akan dihasilkan oleh industri penggergajian kayu, yang merupakan 50,8% bahan mentah yang digunakan dalam produksi limbah (Setyawati, 2003 dalam Sutrisno, 2013). Berdasarkan data BPS Kalimantan Selatan tahun 2021, terdapat perkebunan kelapa sawit seluas 426.445 hektar, perkebunan rakyat 106.441 hektar, perusahaan besar negara 6.489 hektar, dan perusahaan swasta sebesar 313.545 hektar. Amirta (2010) berasumsi saat ini terdapat potensi sekitar 2,5 juta sampah tercipta yang siap diolah menjadi berbagai macam barang yang bernilai ekonomi tinggi, termasuk biopelet, dengan asumsi 20% sampah TKKS akan timbul dari pengolahan setiap ton buah sawit segar.

Penelitian tentang kualitas bioepelet yang terbuat dari kayu karet sudah dilakukan sebelumnya oleh Prayitno (2019), dimana hasil menunjukkan bahwa sebagian besar dapat memenuhi standar SNI. Demikian juga

penelitian tentang kualitas biopelet yang terbuat dari kelapa sawit, baik dari batang, pelepah, dan tandan kosongnya (Falah & Nelza, 2019). Selanjutnya percampuran kedua bahan tersebut (karet dan kelapa sawit, dalam hal ini bagian pelepah sawit) juga sudah diteliti (Syamsudin, 2021). Meskipun demikian hingga saat ini belum ada penelitian tentang biopelet yang terbuat dari campuran kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit pada berbagai komposisi bahan. Oleh karena itu perlulah dilakukan penelitian mengenai pengaruh komposisi bahan terhadap kualitas biopelet yang dihasilkan, sehingga nantinya dapat ditentukan komposisi bahan yang dapat menghasilkan biopelet yang dapat memenuhi standar SNI 8021:2014. Adapun manfaat penelitian adalah dapat sebagai solusi pemanfaatan limbah kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit menjadi biopelet.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat dan Balai Standarisasi Pelayanan Jasa Industri Banjarbaru. Waktu pelaksanaan penelitian kurang lebih selama 3 bulan. Penelitian ini dilakukan mulai dari pengumpulan bahan baku, pengolahan sampel uji, pengujian biopelet, analisis data serta penyusunan laporan penelitian.

Alat dan bahan yang akan digunakan yaitu : cetakan biopelet, *chop saw*, *blender*, bak pengering, bak pengaduk, pengayak saringan ukuran 40 & 60 mesh, timbangan analitik, cawan, aluminium foil, *muffle furnace*, oven, desikator, *peroxide bomb calorimeter*, *moisture meter*, gelas ukur, kamera, kompor dan panci, alat tulis menulis. Bahan penelitian ini yaitu : serbuk kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit.

Tahapan pembuatan biopelet yaitu: pembuatan serbuk kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit dengan penghalusan menggunakan alat *chop saw* dan *blender*, perendaman serbuk selama 2 jam menggunakan air panas dan dikeringkan hingga kadar air maksimal 10%, serbuk disaring menggunakan ayakan 40 mesh tertahan di 60 mesh, penimbangan, pencampuran dengan perekat tapioka, pencetakan/pengempaan biopelet menjadi padat, kemudian pendinginan menggunakan suhu ruangan. Biopelet yang sudah jadi

kemudian dilakukan pengujian berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 8021:2014).

Biopellet dibuat dengan 5 perlakuan yaitu : A (100% kayu karet), B (75% kayu karet + 25% tandan kosong kelapa sawit), C (50% kayu karet + 50% tandan kosong kelapa sawit), D (25% kayu karet + 75% tandan kosong kelapa sawit), E (100% tandan kosong kelapa sawit). Kualitas biopellet yang diukur yaitu kadar air, kerapatan, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, dan nilai kalor. Data analisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Data yang telah diperoleh sebelumnya

dilakukan uji sebaran data normalitas dan uji homogenitas ragam. Jika perlakuan berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka akan dilakukan uji beda lanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian biopellet dari berbagai campuran kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data rata-rata hasil pengujian bioepellet dari kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

No	Parameter	Nilai rata-rata perlakuan					Standar pengujian	Ket
		A	B	C	D	E	SNI 8021-2014	
1	Kadar air (%)	7,9921 ms	7,8946 ms	7,0850 ms	7,0904 ms	7,4436 ms	≤12	tn
2	Kerapatan (g/cm ³)	0,3205 tms	0,3450 tms	0,3342 tms	0,3390 tms	0,3873 tms	≥0,8	tn
3	Kadar abu (%)	1,5967 ^b tms	2,1733 ^b tms	2,1133 ^b tms	2,7033 ^b tms	4,1167 ^a tms	≤1,5	**
4	Zat terbang (%)	90,0933 tms	89,5467 tms	89,7233 tms	89,9567 tms	89,1867 tms	≤80	tn
5	Karbon terikat (%)	8,2288 tms	8,2011 tms	8,0925 tms	7,8591 tms	6,6222 tms	≥14	tn
6	Nilai kalor (Kal/g)	4004,43 ^a ms	3961,25 ^b tms	3947,12 ^b tms	3867,85 ^c tms	3844,75 ^c tms	≥4000	**

Keterangan :

A = Serbuk kayu karet 100%

B = Serbuk kayu karet 75% + serbuk tandan kosong kelapa sawit 25%

C = Serbuk kayu karet 50% + serbuk tandan kosong kelapa sawit 50%

D = Serbuk kayu karet 25% + serbuk tandan kosong kelapa sawit 75%

E = Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%

ms = Memenuhi standar * = Berbeda nyata

tms = Tidak memenuhi standar ** = Berbeda sangat nyata

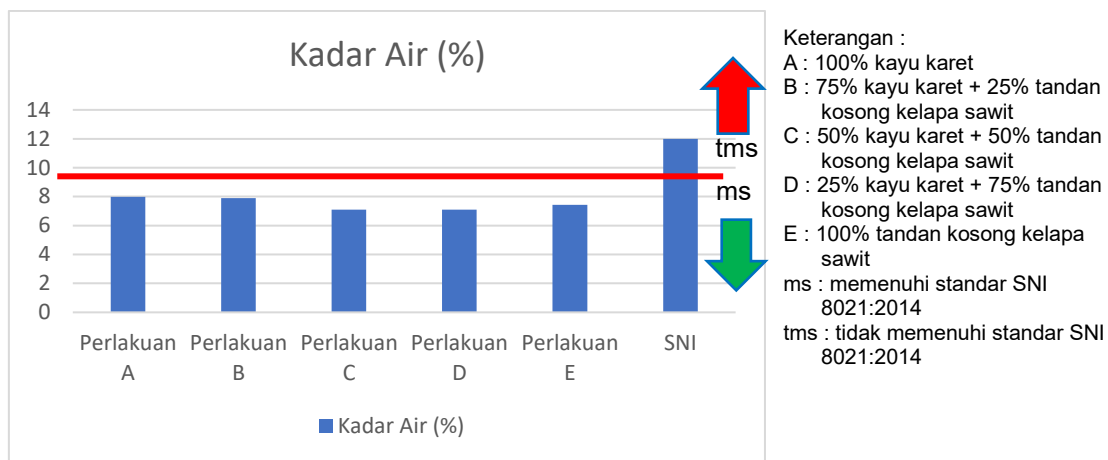
tn = Tidak berbeda nyata abc = Kelompok kategori data statistik

Kadar Air

Menurut Saptoadi (2008), kadar air merupakan perbandingan antara berat asli bahan dengan jumlah air yang hilang setelah pengeringan. Menurut Hendra (2012), tujuan kadar air adalah untuk mengetahui sifat higroskopis biopellet yang dihasilkan. Nilai kalor dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya nilai kadar air. Nilai kalor meningkat seiring dengan menurunnya kadar air. Rahman (2011) juga menambahkan asap yang dihasilkan pada saat pembakaran akan lebih sedikit dan penyalaan akan lebih mudah dengan nilai kadar air yang lebih rendah.

Hasil perhitungan nilai kadar air biopellet yaitu berkisar 6,15% - 8,73%, nilai rata-rata dari perlakuan kadar air biopellet disajikan pada tabel 5. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 7,9921% sedangkan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan C (Serbuk kayu karet 50% + serbuk tandan kosong kelapa sawit 50%) dengan nilai rata-rata 7,0850% (Gambar 1). Selanjutnya dilakukan uji anova terhadap kadar air biopellet. Hasil menunjukkan kadar air bioepellet kayu karet dan TKKS tidak berbeda nyata. Nilai F hitung perlakuan sebesar 1,1046 lebih kecil

daripada F tabel 5% (3,48%) dan F tabel 1% (5,99%) sehingga tidak dilakukan uji lanjutan.



Gambar 1. Kadar Air Biopelet (%) pada 5 perlakuan.

Komposisi campuran bahan biopelet terbaik dari semua perlakuan yang sesuai SNI 8021:2014, dari nilai kadar air yang memiliki nilai terbaik adalah kadar air yang paling rendah yaitu ada pada perlakuan C (Serbuk kayu karet 50% + serbuk tandan kosong kelapa sawit 50%) dengan nilai rata-rata 7,0850%. Meskipun demikian secara statistik kadar air tidak dipengaruhi oleh perlakuan (komposisi bahan). Semua nilai kadar air dari seluruh perlakuan juga dapat memenuhi standar (≤ 12). Hasil ini berbeda dengan Al Qadry *et al.*, (2018); Brayen *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa komposisi bahan akan berpengaruh terhadap kadar air biopelet. Hal ini disebabkan adanya perbedaan bahan yang digunakan dan perbandingan komposisi bahannya. Faktor lain yang dapat menyebabkan adalah perbedaan tekanan kempa. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Rahman (2011) yang menyatakan bahwa nilai kadar air akan dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada saat proses pencetakan biopelet. Selanjutnya Dayamanti *et al.* (2017) menyatakan bahwa jumlah persentase perekat yang digunakan juga akan berpengaruh pada kadar air biopelet, dimana semakin tinggi persentase perekat yang digunakan mampu mengurangi kadar air dari biopelet karena perekat tapioka mampu menyerap air yang terkandung dalam bahan.

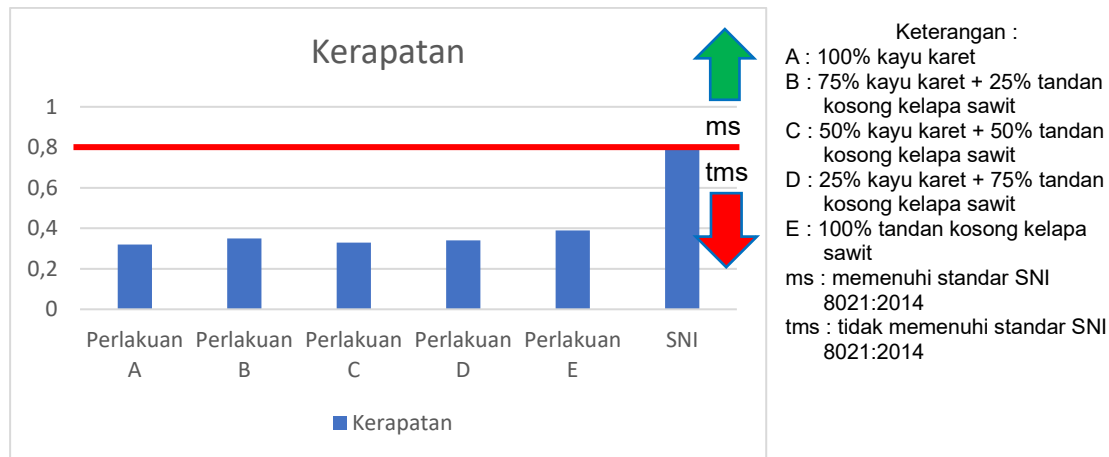
Kerapatan

Salah satu sifat mekanik biopelet adalah densitas yang didefinisikan sebagai

perbandingan massa terhadap volume (SNI 2014). Menurut Adapa *et al.*, (2009), salah satu faktor yang akan digunakan untuk menilai kaliber biopelet adalah nilai densitasnya. Kepadatan biopelet yang lebih tinggi akan memudahkan penanganan, penyimpanan, dan pengangkutan pelet, sehingga akan menghemat biaya.

Hasil perhitungan nilai kerapatan biopelet yaitu berkisar 0,28g/cm³ – 0,43g/cm³. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 0,3873g/cm³ sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 0,3205g/cm³. Hasil uji anova menunjukkan bahwa komposisi bahan tidak mempengaruhi kerapatan biopelet. Hal ini disebabkan kandungan selulosa dari kedua bahan tersebut tidak jauh berbeda. Musabbikhah *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan selulosa pada kayu karet sekitar 39%, sedangkan kandungan selulosa pada tandan kosong kelapa sawit menurut Dewanti (2018) sebesar 30 – 40%.

Perbedaan komposisi bahan juga tidak mempengaruhi kualitas biopelet dalam hal ini dari segi kerapatannya. Semua perlakuan yang diberikan menghasilkan kerapatan biopelet yang belum dapat memenuhi standar 8021:2014 (minimal $\geq 0,8$). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, dimana semua perlakuan menghasilkan kerapatan dibawah standar.

Gambar 2. Kerapatan Biopelet (g/cm³) Pada 5 Perlakuan.

Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dan juga semua tidak memenuhi standar SNI, namun komposisi campuran bahan biopelet terbaik adalah perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 0,3873g/cm³. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bahan akan mempengaruhi kerapatan. Winata (2013) menyatakan bahwa berat jenis pembuatan biopelet akan berpengaruh kepada kerapatan biopelet tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Falah & Nelza (2019) kerapatan tandan kosong kelapa sawit 1,5 g/cm³, sedangkan kerapatan kayu karet menurut Sipahutar *et al.* (2015) adalah sebesar 0,61-0,73 dan 0,57-0,71g/cm³. Hal inilah yang menyebabkan mengapa kerapatan biopelet dari perlakuan E (100% tandan kosong kelapa sawit) lebih tinggi dibanding biopelet dari perlakuan A (100% kayu karet) dan percampuran keduanya pada berbagai persentase (perlakuan B, C, D).

Kadar Abu

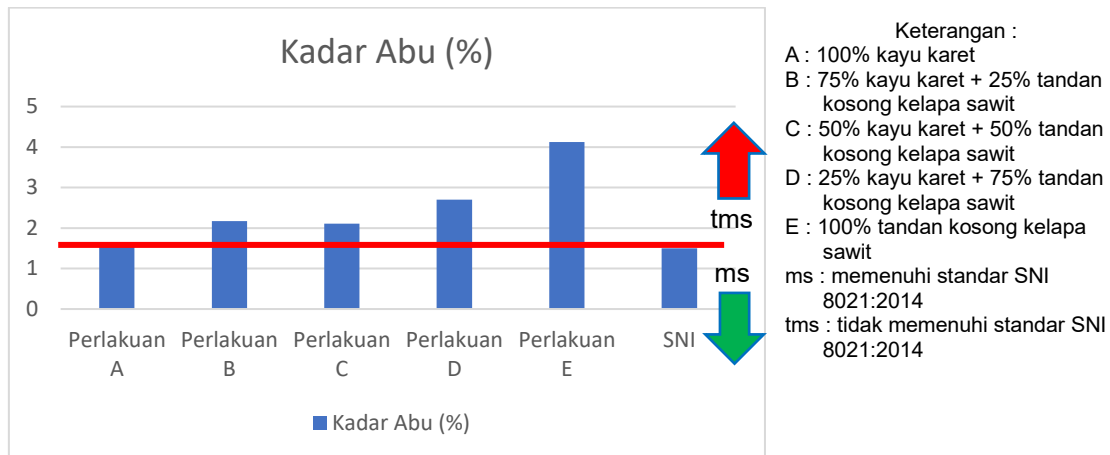
Abu menurut Hendra (2012) merupakan hasil samping pembakaran yang tersisa setelah karbon dihilangkan. Karena unsur silika tidak dapat terbakar pada saat pembakaran, maka akan berdampak buruk terhadap nilai kalor abu sehingga dapat menurunkan kualitas biopelet.

Hasil perhitungan nilai kadar abu biopelet yaitu berkisar 1,30% - 4,85%. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 4,1167% sedangkan nilai kadar abu terendah terdapat pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 1,5967%. Hasil uji

anova menunjukkan bahwa komposisi bahan sangat berpengaruh terhadap kadar abu. Berdasarkan hasil uji beda, perlakuan E (100% tandan kosong kelapa sawit) memiliki kadar abu paling tinggi dan memiliki nilai yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian Falah & Nelza (2019) yang menyatakan bahwa kadar abu TKKS sebesar 8,73% lebih besar dari hasil penelitian Prayitno (2019) tentang biopelet dari kayu karet yang menyatakan kadar abu biopelet kayu karet sebesar 1,60%. Menurut Al Qadry *et al.* (2018) faktor yang menyebabkan tinggi kadar abu pada biopelet adalah tingginya kandungan silika dari bahan utamanya. Hal ini sejalan dengan penelitian Ranjbar *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa limbah tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan silika yang tinggi yaitu 64,169%. Kandungan silika TKKS ini jauh lebih tinggi dibanding kandungan silika kayu karet dimana berdasarkan Departemen Pertanian (1976) menyatakan bahwa kadar kayu karet berkisar 0,57-0,60. Prasetyo (2004) menyatakan kadar silika yang tinggi akan berpengaruh terhadap kualitas biopelet dikarenakan selama proses pembakaran, unsur silikanya tidak ikut terbakar. Apabila kadar abu pada proses pembakaran tinggi, maka ada kemungkinan terbentuk endapan mineral atau kerak. Hal ini dapat menyebabkan permukaan tungku kotor, korosi, penurunan konduktivitas termal lebih lanjut, dan kualitas pembakaran yang buruk. Kualitas biopelet akan meningkat seiring dengan menurunnya kadar abu.

Semua perlakuan yang diberikan menghasilkan kadar abu biopelet yang belum dapat memenuhi standar SNI 8021:2014 (maksimal ≤1,5). Hal ini dapat dilihat pada

Gambar 3, dimana semua perlakuan menghasilkan kadar abu melebihi standar yang ditetapkan.



Gambar 3. Kadar Abu Biopelet (%) Pada 5 Perlakuan.

Secara statistik nilai kadar abu berbeda sangat nyata dan semua perlakuan tidak memenuhi SNI, namun komposisi campuran bahan biopelet terbaik adalah biopelet yang menghasilkan kadar abu terendah, dalam hal ini ada pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 1,5967%. Meskipun demikian dari hasil uji beda perlakuan A tidak berbeda dengan perlakuan B, C, dan D. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tandan kosong kelapa sawit hingga 75% tidak mempengaruhi nilai kadar abu baik secara statistik maupun secara persyaratan SNI.

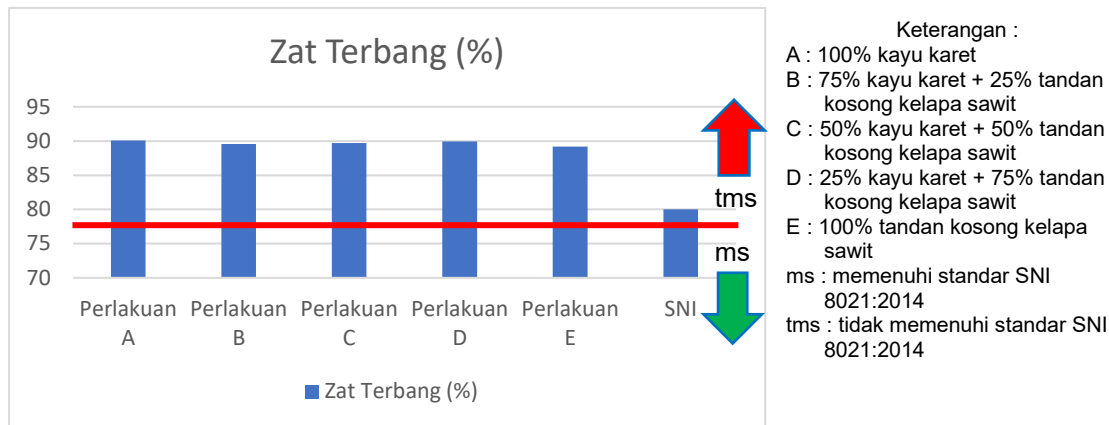
Zat Terbang

Menurut Hendra (2012), suatu zat yang dapat menguap akibat penguraian bahan kimia yang terkandung dalam zat selain air yang disebut dengan zat mudah menguap. Nurwigha (2012) menambahkan bahwa efisiensi pembakaran suatu bahan bakar akan menurun dan produksi asapnya akan meningkat seiring dengan nilai zat mudah menguap yang dimilikinya.

Hasil perhitungan nilai zat terbang biopelet yaitu berkisar 88,24% - 91,54%. Berdasarkan

hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 90,0933% sedangkan nilai zat terbang terendah terdapat pada perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 89,1867%. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu (Prayitno, 2019); (Falah & Nelza, 2019) maka zat terbang yang diperoleh pada penelitian ini jauh lebih tinggi. Perbedaan ini disebabkan oleh kualitas bahan baku yang berbeda. Yuliza *et al.* (2013) mengemukakan bahwa jenis bahan baku merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya zat terbang.

Berdasarkan uji anova, perlakuan (komposisi bahan) tidak mempengaruhi nilai zat terbang biopelet yang dihasilkannya. Selanjutnya jika dibandingkan dengan SNI tidak ada satupun perlakuan yang dapat memenuhi SNI 8021:2014. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa bahwa zat terbang dari semua perlakuan melebihi dari nilai maksimal yang ditetapkan oleh SNI 8021:2014 (maksimal 80%).



Gambar 4. Zat Terbang Biopelet (%) Pada 5 perlakuan

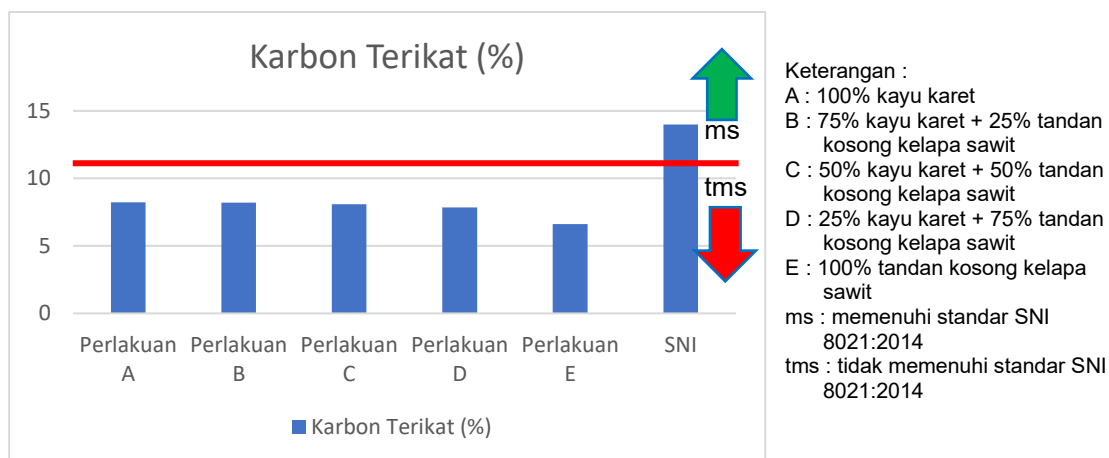
Karbon Terikat

Menurut Pari (2004), fraksi karbon dalam biomassa yang tidak terdiri dari abu, air, atau bahan mudah menguap disebut kandungan karbon terikat. Konsentrasi bahan kimia yang mudah menguap dapat berdampak pada ukuran dan nilai karbon yang terikat. Bahan mudah menguap mempunyai hubungan terbalik dengan kandungan karbon terikat.

Hasil perhitungan nilai karbon terikat biopelet yaitu berkisar 5,58% - 10,12%. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 8,2288% sedangkan nilai karbon terikat terendah terdapat pada perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 6,6222%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu (Prayitno, 2019); (Falah & Nelza, 2019) nilai karbon terikat pada penelitian ini jauh lebih kecil. Nilai karbon terikat pada kayu karet menurut

Prayitno (2019) sebesar 19,53% dan nilai karbon terikat menurut Falah & Nelza (2019) sebesar 20,6%. Menurut Pari dan Sailah (2001) rendahnya nilai pada kadar karbon terikat dipengaruhi oleh tingginya nilai kadar zat terbang dan kadar abu yang dihasilkan dari biopelet tersebut. Selain itu, Hendra dan Darmawan (2002) melaporkan bahwa kandungan karbon terikat menurun seiring dengan meningkatnya kadar zat mudah menguap. Onu *et al.*, (2010) menyatakan bahwa nilai kalor meningkat seiring dengan nilai kandungan karbon terikat.

Berdasarkan uji anova, perlakuan (komposisi bahan) tidak mempengaruhi nilai karbon terikat biopelet yang dihasilkannya. Selanjutnya jika dibandingkan dengan SNI tidak ada satupun perlakuan yang dapat memenuhi SNI 8021:2014. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa bahwa nilai karbon terikat dari semua perlakuan kurang dari nilai minimal yang ditetapkan oleh SNI 8021:2014 (minimal 14%).



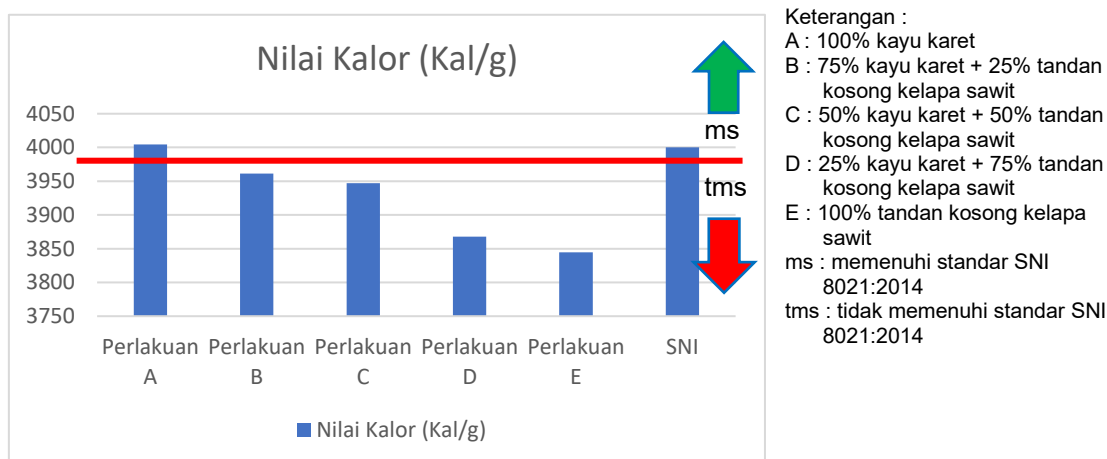
Gambar 5. Karbon Terikat Biopelet (%) Pada 5 Perlakuan.

Nilai Kalor

Sesuai dengan temuan Ali dan Restuhadi (2010), nilai kalor merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas bahan bakar biopelet dan sangat penting dalam memastikan efisiensi bahan bakar. Basu (2010) menyatakan bahwa jumlah air, zat mudah menguap, abu, dan karbon terikat semuanya berdampak pada nilai kalor.

Hasil perhitungan nilai kalor biopelet yaitu berkisar 3821,38kal/g - 4005,72kal/g. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan A (Serbuk kayu karet 100%) dengan nilai rata-rata 4004,43kal/g sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada perlakuan E (Serbuk tandan kosong kelapa sawit 100%) dengan nilai rata-rata 3844,75kal/g (Gambar 6). Selanjutnya dilakukan uji anova terhadap nilai kalor

biopelet. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan sangat berpengaruh nyata terhadap nilai kalor biopelet yang dihasilkan. Selanjutnya berdasarkan hasil uji beda, diperoleh bahwa perlakuan A (100% kayu karet) menghasilkan nilai kalor paling tinggi dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan-perlakuan yang lain. Nilai kalor pada perlakuan A (100% kayu karet) juga merupakan satu-satunya perlakuan yang dapat menghasilkan nilai kalor sesuai standar SNI. Tingginya nilai kalor pada perlakuan ini ada hubungan dengan karbon terikatnya, dimana hasil menunjukkan bahwa perlakuan A (100% kayu karet) memiliki nilai kalor yang tinggi dan memiliki karbon terikat yang tertinggi juga. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarja (2009) yang menyatakan bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh nilai karbon terikat, semakin besar nilai karbon terikat maka nilai kalornya juga semakin tinggi.



Gambar 6. Nilai Kalor Biopelet (kal/g) Pada 5 Perlakuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Karakteristik biopelet dari campuran kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit menghasilkan nilai kadar air berkisar 6,15% - 8,73%, kerapatan 0,28g/cm³-0,43g/cm³, kadar abu 1,30% - 4,85%, zat terbang 88,24% - 91,54%, karbon terikat 5,58% - 10,12%, serta nilai kalor berkisar 3821,38kal/g-4005,72kal/g.

Komposisi bahan pada campuran kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu

dan nilai kalor dari biopelet yang dihasilkannya, dimana menunjukkan bahwa biopelet yang terbuat dari serbuk kayu karet 100% (Perlakuan A) memiliki nilai kalor yang paling tinggi dan kadar abu yang paling rendah. Perlakuan ini juga merupakan perlakuan terbaik karna merupakan satu-satunya perlakuan yang nilai kalornya dapat memenuhi standar.

Komposisi bahan dengan campuran tandan kosong kelapa sawit yang terbaik adalah maksimal 50%, karna jika lebih dari 50% maka nilai kalornya akan berkurang dan berbeda.

Saran

Penelitian biopellet dari campuran serbuk kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dengan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) disarankan untuk melanjutkan penelitian dengan perlakuan komposisi perekat yang berbeda-beda dan menggunakan alat tekan pres dengan kekuatan yang sama untuk mencetak biopellet agar dapat memenuhi SNI 8021:2014. Sementara jika ingin mencampurkan bahan TKKS dalam kayu karet disarankan tidak melebihi 50% agar hasil lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adapa, P., Tabil, L., Schoenau, G. 2009. Compression Characteristics of Selected Ground Agricultural Biomass. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal* 9: 1347.
- Ali, A., & Restuhadi, F. (2010). Optimasi pembuatan biopellet dari bungkil Picung (*pangium edule* Reinw) dengan penambahan solar dan perekat tapioka. *Sagu*, 9(1), 1-7.
- Al Qadry, M. G., Saputro, D. D., Widodo, R. D. 2018. Karakteristik Dan Uji Pembakaran Biopellet Campuran Cangkang Kelapa Sawit Dan Serbuk Kayu Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Vol 16, No 2.
- Amirta, R. 2010. Potential Utilization of Tropical Lignocellulosic Biomass for Biofuels/bioenergy Production in East Kalimantan. *Proceeding of JSPS Exchange Program for East Asian Young Researchers: "Fostering Program of Leading Young Scientists toward the Establishment of Humanosphere Science in East Asia"*, Shigaraki, Kyoto, Japan.
- APHI. (2019). Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia tahun 2022.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik Karet Indonesia 2021. Jakarta, Indonesia: BPS.
- Basu, P. (2010). Biomass gasification and pyrolysis, practical design and theory. (US): Academic Press.
- Brayen, R.D., Windiarti, R.Y.P., Erlinawati, Zikri, A. 2022. Pengaruh Variabel Proses Dan Penambahan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Biopellet Serbuk Gergaji. Vol. 7 No. 1, Hal. 41-51
- Dayamanti, R., Lusiana, N., Prasetyo, J., 2017. Studi Pengaruh Ukuran Partikel Dan Penambahan Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik. Universitas Brawijaya.
- Departemen Pertanian. 1976. Statistik kehutanan Indonesia. Jakarta. Direktorat Jenderal Kehutanan Departemen Pertanian.
- Dewanti, D. P., 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 19, No 1.
- Dinas PMPTSP (2022). Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2022.
- Falah, M. dan Nelza, N., 2019. Pembuatan Biopellet Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Bakar Terbarukan. *Politeknik Teknologi Kimia Industri (PTKI). Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit. Program Studi Teknik Kimia*. Medan.
- Hendra D. 2012. Rekayasa pembuatan mesin pellet kayu dan pengujian hasilnya. *J Penelitian Hasil Hutan*. 30(2):144-154.
- Hendra, D., & Darmawan, S. (2002). Pembuatan briket arang dari serbuk gergajian dengan penambahan tempurung kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 18, 1-9.
- Husada, T., I., 2008, Arang Biopellet Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif, Laporan Hasil Penelitian Program Inovasi Mahasiswa Provinsi Jawa Tengah, Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nurwigha, R. (2012). Pembuatan biopellet dari cangkang kelapa sawit dengan penambahan arang cangkang sawit dan serabut sawit sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. (Skripsi). Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Musabbikhah, M., Saptoadi, H., Subarmono, S., and Wibisono, M. A. 2015. "Optimasi proses pembuatan briket biomassa menggunakan metode taguchi guna memenuhi kebutuhan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 22, no. 1, p. 121.

- Onu, F., Rahman, M.B.N., & Sudarja. (2010). Pengukuran nilai kalor bahan bakar briket arang kombinasi cangkang pala (*myristica fragan* Houtt) dan limbah sawit (*elaeis guinensis*). Seminar Nasional Teknik Mesin. UMY; Yogyakarta, Indonesia.
- Pari, G. (2004). Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben emisi formaldehida kayu lapis [Disertasi Doktor]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pari dan Sailah. 2001. Pembuatan Arang Aktif Dari Sabut Kelapa Sawit Dengan Bahan Pengaktif NH_4HCO_3 dan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ Dosis Rendah. Penelitian Hasil Hutan Bogor. Vol. 19 No 4 : 231-244.
- Prasetyo, B. 2004. Pengaruh Jumlah Bahan Perkat dan Variasi Besar Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang dari Sabutan Kayu Jati, Sonokeling, dan Kelapa. Yogyakarta (ID): Universitas Gajah Mada.
- Prayitno, J. 2019. "Karakteristik Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Tidak Produktif dari Desa Danau Salak Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Skripsi. Fakultas Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Rahman. 2011. Uji keragaan biopellet dari biomassa limbah sekam padi (*Oryza sativa* sp.) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ranjbar, N. M. Mehrali., A. Behnia., U. J. Alengaram dan M. Z. Jumaat. 2014. "Compressive Strength and Microstructural Analysis of Fly Ash/Palm Oil Fuel Ash Based Geopolymer Mortar". *Material and Design*. Hal1-26.
- Saptoadi, H. 2008. The best briquette dimension and its particle size. *Asian J. Energy Environ*. 9:161-175.
- Setyawati, E SB. 2013. Proses Produksi Wood Pellets Dari Biomassa Kayu. BiomassaToEnergyentrepreneur.www.slideshare.net/ekosetyawan/proses-produksi-pabrik-wood-pellet [Akses: 11 Agustus 2017].
- Sipahutar, R. H., Sucipto, T., Iswanto, A. H. 2015. Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* MUELL Arg) Bekas Sadapan dan Kayu Karet tanpa Sadapan (*The Physical and Mechanical Properties of Tapping and Untapping Rubber Wood (Hevea brasiliensis* MUELL Arg)).
- Sudarja. 2009. Analisis Rekayasa dan Karakterisasi Briket Bahan Bakar dari Limbah Serat Kenaf. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 12(1): 92-98.
- Winata, A. 2013. Karakteristik Biopellet dari Campuran Serbuk Kayu Sengon dengan Arang Sekam Padi sebagai Energi Alternatif Terbarukan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuliza, N., Nazir, N., Djalal, M. 2013. Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar Terhadap Mutu Briket Arang. *Jurnal Litbang Industri*, 3(1), 21–30..