

Karakteristik Pelet Kayu Laban (*Vitex Pubescens*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan

(*Characteristics of Laban Wood (*Vitex pubescens*) Pellet as Renewable Alternative Fuel*)

Alpian, Rivaldi, Nuwa, Wahyu Supriyati, Gimson Luhan, I Nyoman Surasana

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 73111, Kalimantan Tengah

Email: wahyu.supriyati@for.upr.ac.id ; wahyusupriyati70@gmail.com

ABSTRACT

*Fuel oil and gas in the coming years will still be the main energy source in supporting community activities. However, the increase in world oil prices led to an increase in fuel prices including gas and kerosene. One of the alternative energy sources that can be used is the use of wood waste as fuel for households or industries in the form of biomass pellets (pellets). The purpose of this study was to determine the quality of wood pellets from laban wood (*Vitex pubescens*) based on SNI 8021: 2014. This study used laban wood powder from the stems, branches and twigs, and tapioca flour as adhesives. The size of the powder used was 40 mesh stuck in 60 mesh. The pellet stamping used a pressure of 60 kg/cm³. The wood pellets tested included moisture content, density, volatile matter content, fixed carbon content, ash content, and calorific value. The test results showed that the stems of laban wood pellets produced better qualities than the branches and twigs parts although they were not significantly different. The range of laban wood pellets from the middle stems, branches and twigs were 11.27 – 11.62% (moisture content), density were 0.34 – 0.53 g/cm³, ash content were 0.83 – 1,05%, volatile matter content were 71.20-72.00%, carbon content were 14.93-16.38%, and calorific value were 4486.46 – 4514.46 cal/g. The test results were within the requirement of the Standards of Indonesia (SNI 8021-2014), the Korea Standard (KFS), and the Jerman Standard (DIN51371), except the density was not within the requirement of the SNI 8021-2014 Standard and the Jerman Standard (DIN51371). The density of the stem section was within the requirement of the Korean standard.*

Keywords: calor, fuel, laban wood, quality, wood pellets

ABSTRAK

Bahan bakar minyak dan gas pada tahun mendatang masih akan menjadi sumber energi utama dalam mendukung aktivitas masyarakat. Namun, meningkatnya harga minyak dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar termasuk gas dan minyak tanah. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah pemanfaatan limbah kayu sebagai bahan bakar rumah tangga atau industri dalam bentuk pelet biomassa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas pelet kayu laban (*Vitex pubescens*) berdasarkan SNI 8021: 2014. Penelitian ini menggunakan serbuk kayu laban dari bagian batang, cabang dan ranting, dengan tepung tapioka sebagai perekat. Ukuran serbuk yang digunakan adalah 40 mesh yang tertahan di 60 mesh. Pencetakan pelet menggunakan tekanan 60 kg/cm³. Pengujian pelet meliputi kadar air, berat jenis, kadar zat terbang, kadar karbon tetap, kadar abu, dan nilai kalor. Hasil pengujian ketiga jenis pelet tersebut menunjukkan bahwa pelet laban batang lebih baik dibandingkan dengan cabang dan ranting walaupun berbeda tidak signifikan. Pelet kayu dari batang bagian tengah, cabang dan ranting kayu laban memiliki kisaran kadar air sebesar 11,27 – 11,62%, kerapatan sebesar 0,34 – 0,53 g/cm³, kadar abu sebesar 0,83 – 1,05%, kadar zat mudah menguap sebesar 71,20 – 72,00%, kadar karbon terikat sebesar 14,93 – 16,38%, dan nilai kalor sebesar 4486,46 – 4514,46 kal/g. Hasil pengujian memenuhi Standar Indonesia (SNI 8021-2014), Standar Korea (KFS), dan Standar Jerman (DIN51371), kecuali kerapatan yang tidak memenuhi Standar SNI 8021-2014 dan Standar Jerman (DIN51371). Kerapatan dari bagian batang memenuhi standar Korea.

Kata kunci: bahan bakar, kalor, kayu Laban, mutu, pelet kayu



PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak dan gas pada tahun-tahun mendatang masih menjadi sumber energi utama dalam mendukung aktivitas masyarakat. Masyarakat di daerah perkotaan dan pedesaan pada umumnya masih menggunakan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan bahan bakar minyak tanah untuk keperluan rumah tangga. Meningkatnya harga minyak dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar termasuk gas dan minyak tanah sehingga diperlukan energi alternatif sebagai solusi. Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini adalah energi biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, dan diperbaharui. Indonesia memiliki potensi energi biomassa yang bersumber dari berbagai biomassa limbah pertanian, seperti produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, kayu lapis, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian lainnya (Prihandana dan Hendroko, 2007). Biomassa merupakan bahan bakar yang bersifat ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil dan mengurangi terjadinya pemanasan global serta memiliki biaya produksi yang rendah. Yokoyama et al. (2008) menyatakan bahwa biomassa merupakan sumber daya terbarukan dan energi yang diperoleh dari biomassa disebut energi terbarukan. Biomassa merupakan sumber energi ke empat terbesar di dunia setelah batubara, minyak bumi, dan gas alam dengan kontribusi 14% konsumsi energi dunia. Biomassa saat ini merupakan sumber energi yang penting di dunia. Biomassa dijadikan bahan bakar yang bersifat ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil dan mengurangi terjadinya pemanasan global dengan biaya produksi yang rendah. Penggunaan biomassa memiliki keuntungan, yaitu dapat diperbarui, ramah lingkungan dan rendah emisi (Amaya, et al., 2013). Biomassa berupa limbah dari kegiatan di sektor pertanian, kehutanan, peternakan dan sampah rumah tangga di perkotaan dapat dimanfaatkan menjadi sumber bahan baku energi (Dam et al., 2008; Maninder, et al., 2012). Biomassa berupa limbah kayu salah satunya sebagai bahan bakar rumah tangga atau industri berupa pelet kayu.

Karakteristik sifat kayu yang mempengaruhi pemanfaatan kayu sebagai sumber energi adalah kadar air, komposisi kimia kayu, berat jenis, unsur kimia penyusun kayu, dan nilai kalor (Munalula *et al*, 2012). Kayu laban banyak dijumpai di Kalimantan Tengah yang digunakan sebagai bahan pembuatan arang terutama bagian batangnya. Lemmens et al., (1995) menyatakan bahwa pohon laban di Indonesia ditemukan di Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi. Pohon laban dikenal dengan nama lokal lainnya seperti kalapapa (Kalimantan) dan gulimpapa (Sulawesi). Pohon laban yang ditebang maka bagian cabang dan ranting biasanya ditinggalkan dan hanya menjadi limbah. Van Noordwijk et al. (2018) menyatakan bahwa batang yang diameternya lebih kecil dari 2 cm disebut ranting, antara 2 – 10 cm disebut cabang. Cabang dan ranting kemungkinan bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pelet sebagai bahan bakar terbarukan sehingga menarik untuk diteliti. Biomassa memiliki nilai kalor yang rendah dan kadar air yang tinggi, sehingga, untuk mengatasi kelemahan biomassa tersebut dapat dibuat dalam bentuk pelet. Taylor et al. (2013) menyatakan bahwa pelet adalah salah satu teknologi secara mekanis untuk meningkatkan kepadatan biomassa agar bentuk dan kepadatan yang dihasilkan dapat optimal dan mudah untuk disimpan dalam kemasan. Fantozzi dan Buratti (2009) menyatakan 6 tahapan proses pembuatan pelet, yaitu: perlakuan pendahuluan bahan baku, pengeringan, pengecilan ukuran, pencetakan pelet, pendinginan, dan pengeringan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pelet dari batang, cabang dan ranting kayu laban seperti kerapatan, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, karbon terikat dan nilai kalor, dan membandingkan kualitas pelet yang dihasilkan terhadap SNI 8021 : 2014.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang kayu laban (*Vitex pubescens*) bagian tengah, bagian cabang dan ranting, serta

tepung tapioca dan air mineral. Peralatan yang digunakan berupa alat pencetak pelet kayu, alat pengempa (hidrolik), oven, *furnaces*, *Bomb calorimeter* (*Parr Instrument 6400 Auto*), cawan porselin, timbangan analitik, desikator, gelas ukur, pengaduk, kompor portabel, corong, saringan ukuran 40 mesh dan 60 mesh, botol, dan plastik klip.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 8021 : 2014) dimulai dari persiapan bahan baku, pengeringan, pembuatan serbuk kayu, pengayakan, pembuatan perekat, pencetakan pelet kayu, pengeringan, dan pengujian pelet kayu. Pencetakan pelet menggunakan tekanan 60 kg/cm³, diameter pelet 0,9 cm, panjang 4,5 cm, volume 2,86 cm³, kerapatan target 1 g/cm³, berat serbuk kayu 2,6 g, berat bahan perekat (tapioka) 0,26 g dengan perbandingan perekat dan air 1:10.

Pengujian Mutu Pelet Kayu

Pengujian karakteristik pelet kayu terdiri dari kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, dan nilai kalor

mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 8021 : 2014).

Analisis Data

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan persamaan (Gasperz, 1991) $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$ (Y_{ij} : variabel yang dianalisis; μ = efek rata-rata; α_i : efek pada perlakuan ke- i ; ϵ_{ij} : efek eksperimen ke- j dari perlakuan ke- i) dengan uji lanjutan beda nyata jujur (BNJ). Pembuatan pelet kayu dari batang bagian tengah, cabang dan ranting kayu laban. Pengujian karakteristik pelet kayu dengan 5 kali ulangan contoh uji pada setiap parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data Kualitas pelet kayu *diringkas dalam Tabel 1*. Selanjutnya, data hasil pengujian mutu pelet kayu menggunakan bahan baku dari bagian batang cabang dan ranting kayu laban berdasarkan nilai rata-rata dengan standar SNI 8021-2014, Korea dan Jerman disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 3 disajikan hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) kerapatan biopelet bagian batang, cabang dan ranting.

Tabel 1. Analisis sidik ragam kualitas pelet dari batang, cabang dan ranting kayu laban

Parameter Pengujian (Parameters Tested)	dbp dbg	JKp JKg	KTp KTg	F Hitung (<i>F</i> <i>Count</i>)	F Tabel (Table F)	
					5%	1%
Kadar air (Moisture content, %)	2	0,40	0,20	1,54ns	3,89	6,93
	12	1,54	0,13			
Kerapatan (density, g/cm ³)	2	0,09	0,047	47,00**	3,89	6,93
	12	0,01	0,001			
Kadar abu (Ash content, %)	2	0,15	0,07	3,50ns	3,89	6,93
	12	0,24	0,02			
Kadar zat mudah menguap (Volatile matter, %)	2	1,90	0,95	3,68ns	3,89	6,93
	12	3,10	0,26			
Kadar karbon terikat (Fixed carbon, %)	2	1,29	0,64	2,67ns	3,89	6,93
	12	2,94	0,24			
Nilai kalor (<i>Calorific value</i> , kal/g)	2	1961,55	980,77	1,38ns	3,89	6,93
	12	8548,93	712,41			

Keterangan (Remarks): ns = tidak signifikan (*not significant*); ** = sangat signifikan (*very significant*)

Tabel 2. Nilai rata-rata pengujian pelet kayu laban bagian batang, cabang dan ranting

Parameter Pengujian (Parameters Tested)	Wood Parts			SNI (8021:2014)	Korea (KFS)	Jerman (DIN51371)
	Batang (Stems)	Cabang (Branches)	Ranting (Twigs)			
Kadar air (Moisture content, %)	11,27 ^{abc}	11,61 ^{abc}	11,62 ^{abc}	≤ 12	≤15	≤ 12
Kerapatan (Density, g/cm ³)	0,53 ^b	0,42	0,34	≥0,8	>0,5	1,0 - 1,4
Kadar abu (Ash content, %)	1,05 ^{abc}	0,83 ^{abc}	0,83 ^{abc}	≤ 1,5	≤ 6,00	< 1,5
Kadar zat mudah menguap (Volatile matter, %)	71,20 ^{abc}	71,30 ^{abc}	72,00 ^{abc}	≤ 80	-	-
Kadar karbon terikat (Fixed carbon, %)	16,38 ^{abc}	15,76 ^{abc}	14,93 ^{abc}	≥14	-	-
Nilai kalor (Calorific value, cal/g)	4514,46 ^{abc}	4500,15 ^{abc}	4486,46 ^{abc}	≥4000	≥4040	4179-4657,6

Keterangan (Remarks): a=Memenuhi Standar SNI 8021-2014 (meet the requirement of the standard SNI 8021-2014); b = Memenuhi standar Korea grade 4 (meet the requirement of the standard Korea (KFS)); c = Memenuhi standar Jerman (DIN51371) (meet the requirement of the standard Jerman (DIN51371))

Tabel 3. Uji BNJ kerapatan biopelet bagian batang, cabang dan ranting

Perlakuan (Treatments)	Rataan (Average)	Beda Nilai Rata-Rata (Difference in average value)	
		Ranting (Twigs)	Cabang (Branches)
Ranting (Twigs)	0,34	-	
Cabang (Branches)	0,42	0,08**	-
Batang (Stems)	0,53	0,19**	0,11**

** = Berbeda sangat nyata 1% (Very significant different at 1%); BNJ: 5% = 0,032 dan 1% = 0,023

Kadar Air

Nilai rata-rata kadar air pelet kayu berkisar 11,27 –11,62% (Tabel 2). Kadar air merupakan salah satu parameter penentu mutu pelet kayu. Peningkatan kadar air akan menurunkan mutu pelet kayu. Kadar air pelet dari kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting memenuhi standar pelet Indonesia, Korea dan Jerman (Tabel 2). Hasil analisis sidik ragam nilai kadar air pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pelet dari bagian batang, cabang dan ranting yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air pelet kayu yang dihasilkan. Kadar air pada bagian batang memiliki nilai terendah dibandingkan dari cabang dan ranting disebabkan perbedaan kerapatan pelet bagian batang yang lebih besar dibandingkan kerapatan pelet dari bagian

pohon cabang dan ranting. Pencetakan pelet menggunakan tekanan 60 kg/cm menyebabkan pelet semakin padat dan kerapatan tinggi sehingga partikel biomassa dapat saling mengisi pori-pori yang kosong serta menurunkan molekul air yang dapat menempati pori-pori tersebut (Fatriani et al., 2018). Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis pelet kayu yang dihasilkan dan merupakan salah satu penentu kualitas pelet kayu.

Nilai kadar air pada pelet kayu diharapkan serendah mungkin sehingga meningkatkan mutu pelet kayu. Tingginya kadar air pelet kayu dapat menurunkan nilai kalor pembakaran, menyebabkan proses penyalaan menjadi lebih sulit dan menghasilkan banyak asap pada proses pembakaran (Rahman, 2011). Data pada Tabel 2

menunjukkan bahwa kadar air pelet memenuhi standar kualitas Indonesia, Korea dan Jerman karena kadar airnya di bawah 12%. Nilai kadar air hasil penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan pelet dari komposisi serbuk batang kelapa sawit dan arang kayu laban sebesar 6,91 – 9,98 % (Lamanda, dkk 2015), dan campuran sengon dan tempurung kelapa sebesar 7,65 – 10,48 % (Hasna et al., 2019).

Kerapatan

Nilai rata-rata kerapatan tertinggi terdapat pada pelet kayu bagian batang sebesar 0,53 g/cm³, selanjutnya pelet kayu dari bagian cabang sebesar 0,42 g/cm³, dan terendah dari bagian ranting 0,34 g/cm³. Kerapatan pelet dari kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting tidak memenuhi standar pelet Indonesia dan Jerman, tapi bagian batang memenuhi standar pelet Korea grade 4 (Tabel 2). Hasil analisis sidik ragam varian nilai kerapatan menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel 1% artinya pelet dari bagian batang, cabang, dan ranting berpengaruh terhadap kerapatan. Tabel 3 uji lanjutan BNJ menunjukan bahwa kerapatan pelet antara bagian batang, cabang dan ranting berbeda sangat nyata. Hal ini berarti perbedaan bahan baku pembuatan pelet berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kerapatan pelet kayu. Rendahnya nilai rata-rata kerapatan pelet kayu yang diperoleh disebabkan pada saat pengempaan pelet kayu tidak menggunakan suhu panas. Mahdie et al. (2016) menyatakan bahwa faktor suhu berpengaruh terhadap nilai kerapatan; semakin tinggi suhu yang diberikan pada pembuatan pelet kayu maka kerapatan yang dihasilkan semakin tinggi pula. Nilai kerapatan hasil penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan pelet komposisi campuran 75% arang rumput gajah dan 25% arang tempurung yaitu 0,68 g/cm³ (Wibowo et al., 2017) dan serbuk gergajian kayu jabon dan ketapang: 0,98 – 1,07 g/cm³ (Lestari et al., 2019).

Kadar Abu

Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu berkisar antara 0,83 – 1,05%. Kadar abu pelet dari kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting

memenuhi standar pelet Indonesia, Korea dan Jerman (Tabel 2). Hasil analisis sidik ragam nilai kadar abu pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pelet dari bagian batang, cabang dan ranting yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu pelet kayu yang dihasilkan. Kadar abu pada bagian batang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dari cabang dan ranting. Hendra dan Winarni (2003) menyatakan bahwa bahan baku yang digunakan memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan kadar abu yang dihasilkan berbeda pula. Kadar abu merupakan salah satu parameter yang penting karena bahan bakar tanpa abu memiliki sifat pembakaran yang lebih baik. Kadar abu erat berkaitan dengan kandungan silika pelet, sehingga semakin tinggi kadar silika pada suatu pelet dapat mempengaruhi kualitas dan nilai kalor pada proses pembakaran. Zulfian et al. (2015) melaporkan kandungan silika kayu laban sebesar 0,08%, hal ini menyebabkan kandungan abu yang kecil pada pelet yang terbuat dari bagian batang, cabang dan ranting kayu laban. Nilai kadar abu penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan pelet kayu Gelam yaitu 1,84 – 2,39% (Alpian et al., 2011); kepayang 2,75% (Abrar et al., 2020); komposisi serbuk batang kelapa sawit dan arang kayu laban 1,02 – 1,69% (Lamanda et al., 2015) dan campuran sengon dengan tempurung kelapa 0,71 – 1,59% (Hasna et al., 2019).

Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu berkisar antara 71,20–72,00%. Kadar zat mudah menguap pelet kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting memenuhi standar pelet Indonesia (Tabel 2), sedangkan Korea dan Jerman tidak mensyaratkan. Hasil analisis sidik ragam nilai kadar zat mudah menguap pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pelet dari bagian batang, cabang dan ranting yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar zat mudah menguap pelet kayu yang dihasilkan. Kadar zat mudah menguap merupakan sebuah indikasi dari suatu pelet pada saat pembakaran apakah akan menghasilkan asap yang banyak atau tidak. Kadar zat menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon

monoksida (CO) dengan turunan alkohol yang ada pada arang (Hendra dan Pari, 2000). Nilai kadar zat mudah menguap hasil penelitian ini lebih baik jika dibandingkan dengan pelet dari biji kepayang yaitu 75,58% (Abrar, et al., 2020); kayu limbah serbuk pembuatan mebel 79,41 – 80,09% (Alpian et al. 2019); campuran cangkang dan daging biji karet 77,19% (Ahmadan et al. 2019); campuran sengon dengan tempurung 75,32 – 87,06% (Hasna et al., 2019), dan kayu serbuk gergajian kayu jabon dan ketapang 83,97 – 86,46% (Lestari et al., 2019).

Kadar Karbon Terikat

Nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu berkisar antara 14,93 – 16,38%. Kadar karbon terikat pelet kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting memenuhi standar pelet Indonesia (Tabel 2), sedangkan Korea dan Jerman tidak mensyaratkan. Hasil analisis sidik ragam nilai kadar karbon terikat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pelet dari bagian batang, cabang dan ranting yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar karbon terikat pelet kayu yang dihasilkan. Nilai kadar karbon terikat pada bagian batang lebih tinggi karena pelet dari bagian batang memiliki nilai kadar zat mudah menguap yang lebih rendah dibandingkan bagian cabang dan ranting. Zulfian et al. (2015) menjelaskan bahwa nilai kadar zat mudah menguap dan kadar abu mempengaruhi nilai kadar karbon terikat; semakin tinggi nilai kadar zat mudah menguap maka nilai kadar karbon terikat akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Nadjib (2016) menyatakan bahwa kandungan karbon terikat yang semakin tinggi akan menghasilkan nilai kalor semakin tinggi karena kadar karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor sehingga kualitas bahan bakar akan semakin baik. Nilai kadar karbon terikat penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan pelet campuran sengon dan tempurung kelapa sebesar 1,53 – 14,26% (Hasna et al., 2019). Nilai kadar karbon terikat penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian Alpian et al. (2019) yaitu pelet kayu dari limbah serbuk pembuatan mebel (19,46-20,10%).

Nilai Kalor

Nilai rata-rata nilai kalor pelet kayu berkisar antara 4500,15 – 4515,46 kal/g. Nilai kalor pelet dari kayu laban bagian batang, cabang, dan ranting memenuhi standar pelet Indonesia, Korea, dan Jerman (Tabel 2). Hasil analisis sidik ragam nilai kalor menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa pelet dari bagian batang, cabang dan ranting yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kalor pelet kayu yang dihasilkan. Nilai kalor merupakan parameter utama mutu biopelet, dan sangat penting dalam menentukan efisiensi suatu bahan bakar. Nilai kalor pelet kayu laban dari bagian batang lebih tinggi dibandingkan bagian cabang dan ranting. Triono (2006) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu pelet kayu, demikian halnya Basu (2010) dan Parsamehr (2013) yang menguatkan bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, dan kadar karbon terikat. Nilai kalor berbanding terbalik dengan nilai kadar air; semakin tinggi kandungan kadar air suatu bahan bakar maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah. Nilai kalor hasil penelitian ini lebih baik jika dibandingkan dengan biopelet dari kulit eucalyptus, kulit pepaya, dan *Persea kurzii* Kosterm masing-masing sebesar 3394,86±38,16 kal/g, 3817,85±34,69 kal/g dan 3422,57±29,66 kal/g (Jamradloedluk dan Lertsatitthanakorn, 2017), serta campuran 85% cangkang buah karet dan 15% bambu ater yaitu 4472,41 kal/g (Prabawa dan Miyono 2017). Nilai kalor penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan pelet dari limbah serbuk pembuatan mebel yaitu 4576 kal/g (Alpian et al, 2019); campuran rumput gajah dan tempurung biji nyamplung yaitu 5805 – 6128 kal/g (Wibowo (2017), dan bahan baku sebelum ekstrusi (kayu keras atau lunak) sebesar 4870 kal/g (Tumuluru, et al., 2011).

KESIMPULAN

Pelet kayu laban dari bagian batang, cabang dan ranting memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Pelet yang terbuat dari bagian batang, cabang dan ranting secara umum memenuhi standar Indonesia (SNI 8021-2014), Korea

(KFS), dan Jerman (DIN51371), kecuali nilai kerapatan. Hanya pelet dari bagian batang yang memenuhi standar kerapatan Korea (KSF). Pelet terbaik diperoleh dari bagian batang dengan nilai kadar air 11,27%, kerapatan 0,53 g/cm³, kadar abu 1,05%, kadar zat mudah menguap 71,20%, kadar karbon terikat 16,38%, dan nilai kalor (4514,46 kal/g).

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, D., Reftalani, M. H., Hanifah, T., & Rusnadi, I. 2020. Pemanfaatan biji kepayang (*Pangium edule* Reinw) menjadi biodiesel dan biopelet dengan menggunakan alat *screw oil press machine*. Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia (Vol. 1, No. 1).
- Ahmadan, F., Trisnaliani, L., Tahdid, T., Agustin, D., & Putri, A. D. 2019. Pembuatan biopelet dari campuran cangkang dan daging biji karet menggunakan *screw oilpress machine*. *Fluida*, 12(1): 35-42.
- Alpian, A., Prayitno, T. A., Sutapa, J. G., & Budiadi, B. 2010. Kualitas arang aktif kayu gelam dan aplikasinya untuk meningkatkan kualitas air. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 8(2): 155-168.
- Alpian, Y., & Supriyati, W. 2019. Pembuatan pelet dari serbuk limbah kayu menggunakan alat pengempa dan cetak sederhana. *Agrienvi: Jurnal Ilmu Pertanian*, 13(2): 22-31.
- Al Qadry, M. G., Saputro, D. D., & Widodo, R. D. 2018. Karakteristik dan uji pembakaran biopelet campuran cangkang kelapa sawit dan serbuk kayu sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Saintekol: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2): 177-188.
- Amaya, A., Corengia, M., Cuña, A., Vivo, J. D., Sarachik, A., & Tancredi, N. 2015. Preparation of charcoal pellets from Eucalyptus wood with different binders. *Journal of Energy and Natural Resources*, 4(2): 34-39.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. Pelet Kayu. SNI 8021: 2014. Jakarta.
- Basu, P. 2010. *Biomass gasification and pyrolysis, practical design and theory*. US: Academic Press.
- Dam, J.V., Junginger, M., Faaij, A., Jurgens, I., Best, G., and Fritsche, U. 2008. Overview of recent developments in sustainable biomass certification. *Journal Biomass and Bioenergy*, 32(8): 749-780.
- DIN 51371. 1996. *Test of Solid Fuel: Compressed wood and compressed bark in natural state pellets or briquettes-requirements and test specification*. Germany: Germany Standardization Institute.
- Fantozzi, F. and C. Buratti. 2010. Life cycle assessment of biomass chains: wood pellet from short rotation coppice using data measured on a real plant. *Biomass and Bioenergy*, 34 (12): 1796-1804.
- Fatriani, Sunardi dan Arfianti. 2018. Kadar air, kerapatan, dan kadar abu wood pellet serbuk gergaji kayu galem (*Melaleuca cajuputi* Roxb) dan kayu akasia (*Acacia mangium* Wild). *EnviroScientiae* 14 (1): 77-81.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode perancangan perancangan percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik, Biologi*. CV. Armico. Bandung.
- Hasna, A. H., Sutapa, J. G., & Irawati, D. 2019. Pengaruh ukuran serbuk dan penambahan tempurung kelapa terhadap kualitas pelet kayu sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2): 170-180.
- Hendra, D. dan I. Winarni. 2003. Sifat fisis dan kimia briket arang campuran limbah kayu gergajian dan sebetan kayu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor. *Buletin Hasil Hutan* 21 (3): 211 – 226.
- Jamradloedluk, J., & Lertsatitthanakorn, C. 2017. Influences of mixing ratios and binder types on properties of biomass pellets. *Energy Procedia*, 138: 1147-1152.
- Joni, P. 2022. *Pengaruh komposisi bahan dalam pembuatan biopelet berbahan baku tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi terhadap laju pembakaran*. Disertasi. Politeknik LPP Yogyakarta.
- Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Hess, J. R., & Kenney, K. L. 2011. A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 5(6): 683-707.
- Lamanda, D. D., Setyawati, D., Diba, F., & Roslinda, E. 2015. Karakteristik biopelet berdasarkan komposisi serbuk batang kelapa sawit dan arang kayu laban dengan jenis perekat sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(2).
- Lemmens, R. H. M., Soerianegara, I., Wong, W. C. 1995. *Sumber Daya Tanaman di Asia Tenggara-Pohon Kayu: Minor Komersial Timbers* (Vol. 5). Leiden: Prosea Foundation, Backhuys.

- Lestari, R. Y., Prabawa, I. D. G. P., & Cahyana, B. T. 2019. Pengaruh kadar air terhadap kualitas pelet kayu dari serbuk gergajian kayu jabon dan ketapang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(1): 1-12.
- Munalula, F and M. Meincken. 2009. An evaluation of South African fuelwood with regards to calorific value and environmental impact. *Biomass and Bioenergy* 33 (3): 415-420.
- Maninder, Kathuria, R.S., & Gover, S. 2012. Using agricultural residues as a biomass briquetting: An alternative Source of Energy. *Journal IOSR* 1(5): 11-15.
- Nadjib, S. 2016. *Optimasi proses pembuatan biopellet dari ampas kopi instan dan arang tempurung kelapa dengan response surface method*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Parsamehr, M. 2013. Heat generation by cow dung incineration in the north of Iran. Environmental Engineering Department Mid Sweden University.
- Prabawa, I. D. G. P., & Miyono, M. 2017. Mutu biopellet dari campuran cangkang buah karet dan bambu ater (*Gigantochloa atter*). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(2): 99-110.
- Rahman. 2011. Uji keragaan biopellet dari biomassa limbah sekam padi (*Oryza sativa* sp.) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yokoyama, S., & Matsumura, Y. 2008. The Asian biomass handbook: a guide for biomass production and utilization. The Japan Institute of Energy, 1: 61-62.
- van Noordwijk, M., Mulia, R., & Hairiah, K. 2010. Estimasi biomassa tajuk dan akar pohon dalam system agroforestri: analisis cabang fungsional (functional branch analysis, FBA) untuk membuat persamaan alometrik pohon. <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/NL02288.PDF>
- Wibowo, S., Laia, D. P., Khotib, M., & Pari, G. 2017. Karakterisasi karbon pelet campuran rumput gajah (*Pennisetum Purpureum* Scumach) dan tempurung nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1): 73-82.