

KUALITAS PELET TIGA JENIS KAYU: BANGKIRAI (*Shorea laevis* Rdl), SUNGKAI (*Peronema canescens* Jack) DAN MERANTI MERAH (*Shorea leprosula* Mig)

Quality of Three Types of Wood Pellets: Bangkirai (Shorea laevis Rdl), Sungkai (Peronema canescens Jack) and Red Meranti (Shorea leprosula Mig)

Lies Indrayanti¹, Alpian^{1,*}, Wahyu Supriyati¹, Renhart Jemi¹, Theresia Anggreini Sirait¹, Rosdiana¹

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Palangka Raya

*Corresponding Author, Email: alpian@for.upr.ac.id; Phone: +62 85228216554;

ABSTRACT

One of the ways to support zero waste policies in the timber industry was used the industry waste maximally. Sawdust is probable materials to produce wood pellet. This research aims to identify the quality of wood pellet of Bangkirai, Sungkai, and red Meranti. Tapioca flour will be used as an adhesive material. Secondly, to identify the feasibility of those three types of timber as wood pellet, that can be used either as domestic consumption or export. Research used complete-random design with timber as the factor. The result shows that wood pellet yielded from Sungkai has better quality than wood pellet produced from the other two timber types. The difference in type of wood is only the density value shows very significant effect. Overall, the research result has qualified for SNI standard (8201-2014) and France standard (ITEBE). However, only several parts of parameters from three types of timber that conform with Sweden standard (SS187120). Those three types of timber are feasibly usable and prospective to be developed as wood pellet material. But, intensive handling of the pellet's water content and testing of mechanical properties and durability were needed.

Keywords: wood pellet, sawdust, standard quality, prospective.

ABSTRAK

Salah satu cara dalam mendukung kebijakan zero waste industri perikanan adalah dengan memanfaatkan limbah industri secara maksimal. Limbah serbuk gergajian merupakan bahan yang sangat mungkin digunakan untuk bahan pelet kayu. Penelitian bertujuan pertama, mengetahui kualitas pelet dari kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah dengan menggunakan tepung tapioka sebagai perekat. Kedua untuk mengetahui prospek ketiga jenis kayu sebagai pelet baik untuk konsumsi dalam negeri maupun ekspor. Penelitian menggunakan Rancangan acak lengkap dan jenis kayu sebagai faktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelet kayu Bangkirai mempunyai kualitas lebih baik dibandingkan dengan kualitas pelet kayu Sungkai dan Meranti Merah. Perbedaan jenis kayu hanya nilai kerapatan menunjukkan sangat berpengaruh nyata. Secara keseluruhan hasil penelitian memenuhi standart SNI (8201-2014) dan standart Prancis (ITEBE). Namun menurut standart Swedia (SS187120) hanya sebagian parameter untuk ketiga jenis yang memenuhi standar. Ketiga jenis kayu prospektif dipakai dan dikembangkan sebagai bahan pelet kayu. Akan tetapi perlu penanganan secara intensif terhadap kadar air peletnya dan pengujian lanjutan terhadap sifat mekanika dan keawetannya.

Kata kunci: Pelet kayu, limbah serbuk, kualitas standart, prospektif.

PENDAHULUAN

Kebijakan industri per kayu yaitu *zero waste* meskipun telah dicanangkan sekian puluh tahun yang lalu namun masih relevan untuk terus dilaksanakan hingga saat ini. Kegiatan yang bisa dilakukan untuk mengadopsi kebijakan ini dalam industri per kayu adalah pemanfaatan limbah industri dengan melalui proses tertentu kemudian dijadikan bahan yang mempunyai nilai jual. Salah satunya adalah pemanfaatan serbuk gergajian, bahan ini dapat dijadikan sebagai sumber energi biomassa. Menurut El Bassam & Maegaard, (2004) mengatakan bahwa umumnya, biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang memiliki nilai ekonomis rendah.

Dewasa ini telah semakin banyak dilakukan upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang lebih murah dan mudah tersedia. Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah energi biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh dan dapat diperbaharui. Di Kalimantan Tengah cukup banyak ditemukan limbah industri pengolahan kayu yang belum dimanfaatkan. Beberapa jenis yang menonjol antara lain Bangkirai, Ulin, Sungkai, Meranti Merah, Pulai, Alau, Ramin, Laban, Rengas dan Gerunggang. Pelet kayu adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket. Penggunaan pelet kayu telah berkembang pesat di negara-negara Amerika dan Eropa (Windarwati, 2011).

Beberapa penelitian pelet kayu yang telah dilakukan pada berbagai jenis kayu antara lain Sengon (Winata, 2013), Agathis (Bahri, 2014), Merawan (Banuaji, 2015), Laban (Lamanda *et al.*, 2015), Pulai (Utami, 2017). Akan tetapi penelitian yang menggunakan bahan baku kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah, di Kalimantan Tengah sepengetahuan penulis belum ada. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka dilakukan penelitian terhadap pelet kayu dari tiga jenis kayu yaitu Bangkirai (*Shorea laevis* Ridl.), Sungkai (*Peronema canescens* Jack) dan Meranti Merah (*Shorea leprosula* Miq.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pelet kayu Bangkirai Sungkai dan Meranti merah. Tujuan lainnya untuk mengetahui prospek ketiga jenis kayu sebagai pelet baik untuk konsumsi

dalam negeri maupun ekspor. Manfaat penelitian ini nantinya diharapkan dapat menambah jenis bahan baku yang dapat dijadikan pelet kayu.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya untuk pengujian kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon. Pengujian nilai kalor dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Banjar Baru Kalimantan Selatan. Waktu penelitian berlangsung selama ± 2 bulan.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah serbuk kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah. Sebagai perekat digunakan tepung tapioka dan air Mineral sebagai pelarut. Peralatan yang digunakan adalah Alat pencetak pelet kayu, alat pengempa, Oven, Oven tanur, *Bomb calorimeter* uji nilai kalor, Cawan porselin, timbangan analitik, Desikator Gelas ukur, Pengaduk, *Hot Plate* merk *Thermolyne*, Corong, Saringan ukuran 40 mesh dan 60 mesh, Botol Plastik klip, ATK, Kertas label, Alat dokumentasi.

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku

Serbuk kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah sebelum digunakan terlebih dahulu dikering udarkan. Bahan diletakkan pada ruang terbuka hingga mencapai kadar air 12% (SNI 8021 : 2014). Serbuk tersebut kemudian disangrai selama ≥ 1 jam dengan suhu mencapai $\pm 150^{\circ}\text{C}$. Setelah didinginkan kemudian dilakukan pengayakan menggunakan ukuran 40 mesh dan tertahan di 60 mesh.

Pencampuran serbuk kayu dan bahan perekat

Serbuk kayu masing-masing jenis sebesar 2,6 gram dicampur dengan bahan perekat sebesar 0,26 gram. Namun sebelumnya bahan perekat berupa tepung tapioka yang disaring menggunakan ayakan 40 mesh tertahan di 60 mesh kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama

6 jam, kemudian dimasukkan ke dalam botol yang kedap udara. Tepung tersebut kemudian di campur dengan air dengan perbandingan perekat:air adalah sebesar 1:10. Selanjutnya serbuk dan perekat dicampurkan dan diaduk sampai merata dan siap untuk dicetak.

Pencetakan Pelet Kayu

Serbuk kayu yang telah dicampur perekat kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencetak pelet kayu. Selanjutnya di letakkan pada alat pengempa. Penelitian ini menggunakan sistem pengempaan dingin dengan tekanan 30mpa/jam. Proses pengempaan sampai dihasilkan pelet kayu berlangsung selama ± 4 jam. Proses pencetakan pelet ketiga jenis kayu dan pelet kayu yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Keterangan : 1. Pencampuran serbuk kayu dengan adonan perekat; 2. Hasil campuran dimasukkan ke dalam alat pencetak pelet kayu; 3. Pengepresan pelet kayu dengan alat pengempa hidrolis; 4. Pelet kayu Bangkirai; 5. Pelet kayu Sungkai; 6. Pelet kayu Meranti Merah

Gambar 1. Proses Pencetakan Pelet dan Pelet yang dihasilkan

Pengeringan

Pengeringan pelet kayu dilakukan di dalam ruangan dengan suhu kamar. Selama pengeringan dilakukan penimbangan setiap 1 x 24 jam hingga didapat berat konstan, untuk selanjutnya dilakukan pengujian terhadap pelet kayu.

Pengujian Pelet Kayu

Pengujian pelet kayu meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 8021:2014) tentang pelet kayu.

Kadar Air

Prosedur perhitungan kadar air menggunakan standar SNI 01-1506:1989. Sampel yang sudah dikering udarakan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 102 ± 3°C selama 3 jam dan ditimbang sampai bobot tetap. Kadar air dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{kehilangan bobot}}{\text{bobot contoh}} \times 100 \%$$

Kerapatan

Kerapatan dinyatakan sebagai hasil perbandingan berat contoh uji terhadap volume. Setiap contoh uji diukur bobotnya menggunakan timbangan analitik pada kondisi kering udara. Selanjutnya diukur dimensi tinggi dan diameter untuk mengetahui volumenya. Nilai bobot dan volume kering udara contoh uji tersebut digunakan untuk menetapkan besarnya kerapatan setiap contoh uji pelet kayu menggunakan standar SNI 8021:2014 dengan rumus:

$$K = \frac{B}{V}$$

Keterangan : K = Kerapatan (g/cm³); B = Berat setiap buah contoh uji (g); V=Volume setiap buah contoh uji (cm³)

Kadar Abu

Prosedur perhitungan kadar abu dilakukan dengan menimbang 2g contoh uji ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan kemudian dipindahkan ke dalam oven tanur pada

suhu 800°C-900°C selama 2 jam. Setelah asap berhenti yang berarti karbon hilang, tutup tanur dibuka selama 1 menit untuk menyempurnakan proses pengabuan. Bila seluruh contoh uji telah menjadi abu, kemudian cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang sebagai berat cawan + berat abu (W_1). Perhitungan kadar abu pelet kayu menggunakan standar SNI 06-3730:1995 dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

Keterangan : W_1 = Berat cawan + berat abu)- berat cawan (g/cm^3); W_2 = Berat contoh uji (g)

Kadar Zat Mudah Menguap

Prosedur perhitungan kadar zat mudah menguap dilakukan dengan menimbang 2g contoh uji ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya kemudian ditutup menggunakan tutup cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan yang berisi contoh uji tersebut dipindahkan ke dalam oven tanur dan dipanaskan sampai suhu 950°C. Setelah suhu tercapai, cawan dan contoh uji dibiarkan dingin terlebih dahulu dalam tanur, kemudian contoh uji dimasukkan dalam desikator dan ditimbang. Perhitungan kadar zat mudah menguap pelet kayu menggunakan standar SNI 06-3730:1995 dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bagian yang hilang pada pemanasan } 950^\circ\text{C, \%} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

Keterangan: W_1 =Bobot contoh semula (g); W_2 =Bobot contoh setelah pemanasan (g)

Kadar Karbon Terikat

Prosedur perhitungan kadar karbon terikat menggunakan standar SNI 06-3730:1995. Kadar karbon terikat dihitung dari contoh uji dengan mengurangi abu dan kadar zat mudah menguap. Kadar karbon terikat dihitung dengan rumus:

$$\text{Karbon Terikat (\%)} = 100 - (A + B)$$

Keterangan : A = Kadar zat mudah menguap; B = Kadar ab

Nilai Kalor

Prosedur pengujian nilai kalor pelet kayu menggunakan standar SNI 01-6235: 2000. Nilai kalor merupakan hasil pembakaran contoh uji dengan bantuan oksigen dalam *bomb calorimeter* pada kondisi tertentu. Penetapan nilai kalori dengan contoh uji sebanyak 1g yang ditempatkan pada sampel holder. Benang sepanjang 10cm dipasang pada kawat *ignition* kemudian *bomb head* dimasukkan ke dalam *bomb vessel* pada *Oxygen Bomb Calorimeter* dan ditutup rapat. Pembakaran dimulai saat suhu air sudah tetap. Pengukuran dilakukan sampai suhu optimum. Kemudian diukur panas menggunakan thermometer dan panjang benang yang terbakar akibat panas yang ditimbulkan, selanjutnya dilakukan titrasi terhadap contoh uji. Besarnya nilai kalor dihitung dengan rumus :

$$\text{Hg (ca/g)} = \frac{tw - I_1 - I_2 - I_3}{M}$$

Keterangan : Hg = kalori per gram contoh; t = Kenaikan temperatur pada termometer; w = 2426 kalori / °C ; I_1 = ml Natrium karbonat yang terpakai untuk titrasi; I_2 = $13,7 \times 1,02 \times$ berat contoh; I_3 = $2,3 \times$ panjang *fuse wire* yang terbakar; M = berat contoh (g)

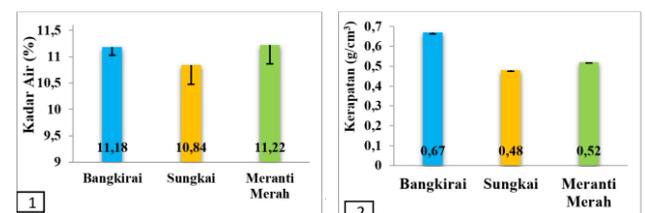
Rancangan Penelitian

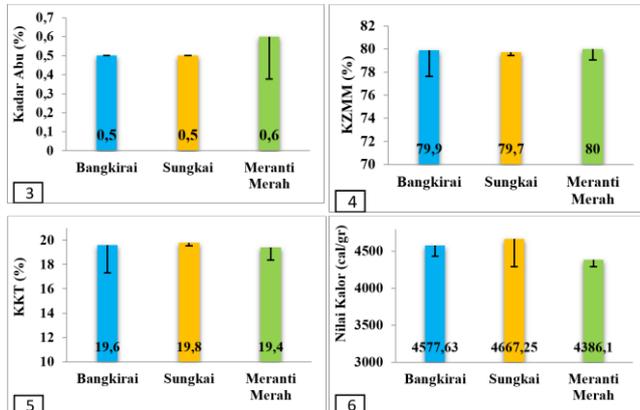
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan satu faktor (Gasperz,1991). Perlakuan yang digunakan ada tiga yaitu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah dengan 5 kali ulangan pada setiap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pengujian pelet kayu meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor, nilai rata-ratanya dapat dilihat pada **Gambar 2**. Uji analisis sidik ragam ragam dapat dilihat pada **Tabel 1**.





Keterangan: 1.Kadar air; 2. Kerapatan; 3.Kadar Abu; 4. Kadar Zat Mudah Menguap; 5. Kadar Karbon Terikat; 6. Nilai kalor

Gambar 2. Nilai rata-rata kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor kayu bangkirai, sungkai dan meranti merah

Tabel 1. Analisis Sidik Ragam Kadar Air, Kerapatan, Kadar Abu, Kadar Zat Mudah Menguap, Kadar Karbon Terikat dan Nilai Kalor Terhadap Pelet Kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah

Pengujian	SK			F. Hitung	F. Tabel	
	DB	JK	KT		5 %	1 %
Kadar air (%)		1,13	0,09	2,33 ^{tn}		
Kerapatan (g/cm ³)		0,002	0,0002	289,72 ^{**}		
Kadar abu (%)		0,20	0,02	1 ^{tn}		
Kadar zat mudah menguap (%)	12	24,50	2,04	0,06 ^{tn}	3,885	6,927
Kadar karbon terikat (%)		25,20	2,10	0,1 ^{tn}		
Nilai kalor (kal/g)		674633,04	56219,42	1,83 ^{tn}		

Ket: tn : tidak berpengaruh nyata pada taraf 5% (Jika F hitung < F tabel)
 ** : berpengaruh sangat nyata pada taraf 1% (Jika F hitung > F tabel)

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penentu mutu pelet kayu. Kadar air yang tinggi akan menurunkan mutu pelet kayu. Grafik nilai rata-rata kadar air pelet kayu dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Nilai rata-rata kadar air dari Meranti merah, Bangkirai dan Sungkai berturut-turut menurun. Namun nilai semua kadar air pelet kayu pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Utami (2017) yaitu 4,37%-5,76%. Nilai Kadar air pelet kayu Sungkai lebih rendah dibandingkan pelet kayu Meranti Merah. Hal ini sama dengan hasil penelitian Hartoyo & Nurhayati

(1976) dalam Triono (2006) bahwa kadar air pelet kayu tidak dipengaruhi oleh berat jenis kayu. Namun rendahnya nilai kadar air pada pelet kayu Sungkai disebabkan karena kayu Sungkai memiliki sifat yang lebih cepat kering dibandingkan kayu Bangkirai dan Meranti Merah. Muslich *et al.* (2013) mengatakan bahwa kayu Sungkai secara umum dapat mengering cepat tanpa catat misalnya pada papan setebal 2,5cm dengan pengeringan alami sampai kering udara memerlukan waktu 60 hari sedangkan untuk kayu Meranti Merah memerlukan waktu 90 hari dan untuk kayu Bangkirai termasuk sulit. Selain itu kadar air juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

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 untuk 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). Selain itu, nilai kadar air yang tinggi juga dapat meningkatkan polusi udara karena banyak menimbulkan asap pada saat pembakaran (Nurwigha, 2012). Hasil analisis sidik ragam nilai kadar air tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini berarti ketiga jenis kayu mempunyai kadar air yang cenderung seragam

Kerapatan

Kerapatan merupakan hasil perbandingan antara berat dan volume pelet kayu. Adapa *et al.* (2009) dalam Winata (2013) mengatakan bahwa tinggi rendahnya kerapatan pelet kayu sangat berpengaruh terhadap kualitas pelet kayu dan semakin tinggi nilai kerapatan pelet kayu dapat memudahkan dalam hal penanganan, penyimpanan dan transportasi pelet kayu, sehingga dapat menurunkan biaya yang dibutuhkan. Grafik nilai rata-rata kerapatan pelet kayu pada penelitian ini disajikan pada **Gambar 2.2**. Nilai rata-rata kerapatan berturut turut menurun dari kayu Bangkirai, Meranti dan Sungkai.

Nilai rata-rata kerapatan pelet kayu pada penelitian ini hampir sama dengan penelitian Mahdie *et al.* (2016) sebesar 0,489g/cm³-0,533gr/cm³ dan

penelitian Andrian *et al.* (2015) sebesar $0,408\text{g/cm}^3$ - $0,628\text{g/cm}^3$. Rendahnya nilai rata-rata kerapatan pelet kayu yang diperoleh karena pada saat pengempaan pelet kayu tidak menggunakan suhu. Hal ini sesuai dengan pendapat Mahdie *et al.* (2016) yang mengatakan bahwa faktor suhu juga berpengaruh terhadap nilai kerapatan, semakin tinggi suhu yang diberikan pada pembuatan pelet kayu maka kerapatan yang dihasilkan semakin tinggi pula. Hasil analisis sidik ragam nilai kerapatan menunjukkan terdapat perbedaan nyata. Artinya jenis kayu sangat berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan pelet kayu.

Tabel 2. Uji BNJ Kerapatan Pelet Kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah

Jenis kayu	Beda Nilai Rata-rata		
	Bangkirai	Sungkai	Meranti Merah
Nilai Tengah Umum	0,67 a	0,52 b	0,48 c

Nilai pembandingan: 5 % = 0,022 dan 1 % = 0,029

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa kerapatan ketiga jenis pelet kayu tersebut berbeda satu sama lain. Bangkirai berbeda sangat nyata dengan Sungkai dan Meranti Merah, sementara Sungkai juga berbeda sangat nyata dengan Meranti merah. Ditunjukkan pada huruf yang berbeda pada masing masing nilai tengah.

Perbedaan kerapatan pelet kayu pada setiap jenis kayu dipengaruhi oleh berat jenis bahan baku yang digunakan. Winata (2013) menyatakan bahwa tinggi rendahnya kerapatan dipengaruhi oleh berat jenis kayu. Berat jenis kayu sungkai sebesar 0.63, lebih tinggi dibandingkan berat jenis kayu meranti merah yaitu 0,52. Namun pada penelitian ini, pelet kayu Sungkai memiliki nilai kerapatan yang lebih rendah sebesar $0,48\text{g/cm}^3$ dibandingkan pelet kayu Meranti Merah dengan nilai kerapatan $0,52\text{g/cm}^3$. Hal ini terjadi diduga karena sifat kayu Sungkai yang lebih cepat kering dibandingkan kayu Meranti Merah (Muslich *et al.*, 2013) sehingga volume serbuk kayu Sungkai yang digunakan lebih banyak dibandingkan kayu Meranti Merah walaupun berat serbuk yang digunakan sama dan pada saat pencetakan pelet kayu Sungkai lebih sulit karena serbuk kayu Sungkai sukar menyatu dengan adonan

pekat yang dibuat. Penyebab lainnya adalah keterbatasan alat cetakan yang digunakan dan beban pengempaan yang diberikan pada saat pencetakan tidak sama. Sesuai dengan pernyataan Hartoyo (1983) dalam Triono (2006) yang mengatakan bahwa tinggi rendahnya kerapatan dipengaruhi besarnya tekanan pengempaan.

Kadar Abu

Abu merupakan garam yang diendapkan dalam dinding sel dan lumen. Endapan yang khas adalah berbagai garam-garam logam, seperti karbonat, silikat, oksalat dan fosfat (Sjostrom, 1998). Bahan sisa pembakaran yang sudah tidak memiliki nilai kalor dan unsur karbon disebut dengan kadar abu. Bahan ini merupakan salah satu parameter yang penting karena bahan bakar tanpa abu (seperti minyak dan gas) memiliki sifat pembakaran yang lebih baik. Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2.3**. Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu berturut-turut tertinggi pada pelet kayu Meranti Merah, diikuti pelet kayu Bangkirai dan pelet kayu Sungkai. Nilai rata-rata kadar abu pelet kayu pada penelitian lebih rendah atau dibandingkan penelitian Mahdie *et al.* (2016) dengan nilai kadar abu sebesar 2,617%-4,947% dan Utami (2017) sebesar 0,70%-1,06%. Artinya kualitas pelet kayu Bangkirai, Meranti Merah dan Sungkai lebih baik. Kandungan kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor pelet kayu sehingga akan menurunkan kualitas pelet kayu. Sesuai dengan pendapat Triono (2006) yang mengatakan bahwa kadar abu akan berpengaruh terhadap kadar karbon terikat. Kadar abu yang tinggi akan menyebabkan kadar karbon terikat rendah dan sebaliknya. Apabila kadar karbon terikat tinggi maka nilai kalor juga akan tinggi. Hal ini berarti apabila nilai kadar abu rendah maka nilai kalor akan tinggi dan sebaliknya. Hasil analisis sidik ragam nilai kadar abu tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini berarti bahwa nilai kadar abu pelet kayu ketiga jenis kayu cenderung seragam. Pelet kayu Bangkirai dan Sungkai memiliki nilai kadar abu yang sama dikarenakan kayu Bangkirai dan Sungkai memiliki kadar silika yang sama yaitu sebesar 0,4%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahman (2011) yang menyatakan bahwa jumlah abu yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan biomassa yang digunakan. Salah satu penyusun abu adalah silika,

unsur silika tidak ikut terbakar pada proses pembakaran sehingga dapat menurunkan energi dan mutu dari pelet kayu. Pengaruh kadar abu terhadap kualitas pelet kayu kurang baik, terutama terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Menurut Fatriani *et al* (2018), pada waktu pembakaran akan terjadi penumpukan abu, sehingga akan menyebabkan penurunan terhadap panas yang dihasilkan.

Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap adalah zat yang menguap dari hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam suatu bahan selain air disebabkan oleh pemanasan tanpa ada udara luar (Hendra *et al.*, 2000 *dalam* Winata 2013). Grafik nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu dapat dilihat pada **Gambar 2.4**. Nilai kadar zat mudah menguap pelet kayu tertinggi terdapat pada pelet kayu Meranti Merah, terendah terdapat pada pelet kayu Sungkai sedangkan kadar zat mudah menguap pelet kayu Bangkirai diantara keduanya.

Nilai kadar zat mudah menguap pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Tyas (2015) sebesar 66,74-72,54% sedangkan dengan penelitian Utami (2017), nilai kadar zat mudah menguapnya hampir sama sebesar 79,32-79,87%. Tingginya nilai kadar zat mudah menguap pada penelitian ini dipengaruhi oleh suhu pengempaan. Utami (2017) mengatakan bahwa kenaikan suhu kempa pada saat pencetakan pelet kayu memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar zat terbang yaitu semakin tinggi suhu kempa yang digunakan maka nilai kadar zat terbang semakin rendah. Hal ini diperkuat oleh Ilmi (2015) yang menyatakan bahwa perlakuan suhu kempa memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar zat terbang pelet kayu yang dihasilkan. Namun pada penelitian ini tidak menggunakan suhu pada saat pengempaan. Penyebab lainnya adalah karena tidak dilakukan karbonisasi pada serbuk kayu yang digunakan. Hal tersebut dibuktikan oleh Liliana (2010) *dalam* Tyas (2015) yang menyatakan bahwa karbonisasi bahan yang digunakan bertujuan untuk mengurangi kadar zat terbang penyebab asap dan meningkatkan nilai kalor pembakaran misalnya pada pelet kayu sekam padi.

Hasil analisis sidik ragam nilai kadar zat mudah menguap tidak menunjukkan perbedaan. Kadar zat mudah menguap ketiga jenis kayu cenderung seragam. Nilai kadar zat mudah menguap pelet kayu yang dihasilkan diharapkan serendah mungkin karena Hendra (2012) *dalam* Utami (2017) mengatakan bahwa pelet kayu yang memiliki nilai kadar zat mudah menguap yang tinggi maka akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat dinyalakan dibandingkan dengan pelet yang memiliki nilai kadar zat mudah menguap rendah. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Hansen (2009) *dalam* Winata (2013) yang mengatakan bahwa nilai zat mudah menguap dalam bahan bakar menentukan waktu pembakaran, kecepatan pembakaran dan banyaknya asap yang dihasilkan saat proses pembakaran. Semakin tinggi kadar zat mudah menguap suatu bahan bakar, maka efisiensi pembakaran bahan bakar akan menurun dan asap yang dihasilkan semakin banyak.

Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat merupakan unsur karbon yang terdapat dalam bahan selain kadar air, kadar abu dan zat terbang. Karbon terikat merupakan indikator untuk mengetahui jumlah material padat yang dapat terbakar setelah komponen zat terbang dihilangkan dari zat tersebut (Speight, 2005 *dalam* Wibowo *et al.*, 2017). Grafik nilai rata-rata kadar karbon terikat berbanding terbalik dengan kadar zat mudah menguap seperti dapat dilihat pada **Gambar 2.5**. Nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu terendah terdapat pada pelet kayu Meranti Merah, tertinggi pada pelet kayu Sungkai sedangkan pelet kayu Bangkirai diantara keduanya.

Pelet kayu Sungkai memiliki nilai kadar karbon terikat yang lebih tinggi karena pelet kayu Sungkai memiliki nilai kadar zat mudah menguap yang lebih rendah dibandingkan pelet kayu Bangkirai dan Meranti Merah serta nilai kadar abu pelet kayu Sungkai lebih rendah dibandingkan pelet kayu Meranti Merah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zulfian *et al.* (2015) yang 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 dengan sebaliknya. Hal yang sama juga terjadi dengan kadar abu, semakin tinggi kadar abu maka nilai karbon terikat juga akan semakin rendah.

Hasil analisis sidik ragam nilai kadar karbon terikat tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini berarti ketiga jenis kayu memiliki nilai kadar karbon terikat yang cenderung seragam. Kadar karbon terikat merupakan salah satu penentu kualitas pelet kayu. Kadar karbon terikat yang tinggi menunjukkan kualitas pelet kayu yang baik dan begitu juga sebaliknya karena kadar karbon terikat mempengaruhi besarnya nilai kalor. Saputro *et al.* (2012) dalam Nadjib (2016) mengatakan 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 Kalor

Parameter utama dalam menentukan kualitas pelet kayu adalah nilai kalor pembakaran untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan. Patabang (2011) dalam Damayanti *et al.* (2017) mendefinisikan nilai kalor sebagai panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar (massa) dimana produknya dalam bentuk abu, gas CO₂, SO₂, Nitrogen dan air, tidak termasuk air yang menjadi uap. Nilai kalor pelet kayu pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2.6**. Nilai kalor pelet kayu tertinggi pada pelet kayu Sungkai, nilai kalor terendah terdapat pada pelet kayu Meranti Merah. Nilai kalor penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Tyas (2015) dengan nilai kalor sebesar 4407-4628kal/g dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Damayanti *et al.* (2017) dengan nilai kalor sebesar 917,5kal/g-3909,1kal/g. Namun lebih rendah dibandingkan penelitian Utami (2017) dengan nilai kalor sebesar 4969kal/g-5639kal/g.

Nilai kalor pelet kayu Sungkai lebih tinggi dibandingkan pelet kayu Bangkirai dan Meranti Merah karena kadar air pelet kayu Sungkai lebih rendah walaupun nilai kadar abunya sama dengan pelet kayu Bangkirai. Penyebab lainnya karena nilai

kadar karbon terikat pada pelet kayu Sungkai lebih tinggi dibandingkan pelet kayu Bangkirai dan Meranti Merah. Sesuai dengan pendapat (Saputro *et al.* (2012) dalam Wibowo (2017) yang mengatakan bahwa semakin tinggi kandungan kadar karbon terikat dalam bahan bakar, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan sedangkan kadar karbon terikat yang rendah akan menunjukkan kualitas bahan bakar yang kurang baik.

Nurhayati (1974) dalam Triono (2006) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu pelet kayu. Nilai kalor berbanding terbalik dengan nilai kadar air, semakin tinggi kandungan kadar air suatu bahan bakar maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah. Semakin tinggi kadar abu pelet kayu akan menurunkan nilai kalor pelet kayu yang dihasilkan. Hal ini dipertegas oleh Yanti (2013) dalam Mahdie *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa nilai kalor erat kaitannya dengan kadar air semakin tinggi kadar air yang dikandung oleh suatu bahan kayu, maka nilai kalor yang diperoleh akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam pelet kayu terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran. Hasil analisis sidik ragam nilai kalor tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini berarti ketiga jenis kayu memiliki nilai kalor yang cenderung seragam. Nilai kalor yang semakin tinggi akan semakin efisien dalam proses pembakarannya dan menghemat bahan baku energi. Sulistyanto (2006) dalam Nadjib (2016) juga menyatakan bahwa semakin besar nilai kalor maka temperatur pembakaran semakin tinggi dan kualitas pelet kayu semakin baik.

Perbandingan Hasil Mutu Pelet Kayu

Perbandingan data hasil pengujian mutu pelet kayu menggunakan bahan baku yang berbeda yaitu Kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah berdasarkan nilai total rata-rata dengan standar SNI 8021-2014, standar Prancis (ITEBE) dan standar Swedia (SS 18 71 20) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengujian Pelet Kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah dengan standar SNI 8021-2014, standar Prancis (ITEBE) dan standar Swedia (SS 18 71 20)

Parameter Pengujian	Hasil Pengujian			SNI (8021-2014)	Prancis (ITEBE)	Swedia (SS 18 71 20)
	Bangkirai	Sungkai	Meranti Merah			
Kadar air (%)	11,18 ^{ab}	10,84 ^{ab}	11,22 ^{ab}	≤ 12	≤ 15	≤ 10
Kerapatan (g/cm ³)	0,67 ^c	0,48	0,52	≥ 0,8	> 1,15	> 0,60
Kadar abu (%)	0,50 ^{abc}	0,50 ^{abc}	0,60 ^{abc}	≤ 1,5	≤ 6,00	< 0,70
Kadar zat mudah menguap (%)	79,90 ^a	79,70 ^a	80 ^a	≤ 80	-	-
Kadar karbon terikat (%)	19,6 ^a	19,8 ^a	19,4 ^a	≥ 14	-	-
Nilai kalor (kal/g)	4577,63 ^{abc}	4667,25 ^{abc}	4386,1 ^{abc}	≥ 4000	≥ 4036,6	≥ 4036,6

Sumber : SNI 8021 : 2014, Douard (2007) dalam Nasir (2015), Hahn (2004) dalam Nasir (2015) dan Hasil Penelitian

Keterangan : a : Standar SNI 8021-2014; b : Standar Prancis (ITEBE); c : Standar Swedia (SS 18 71 20); + : Memenuhi standar; - : Tidak memenuhi standar

Nilai rata-rata keseluruhan parameter yang diuji dibandingkan dengan standar SNI 8021-2014, standar Prancis (ITEBE), standar Swedia (SS 18 71 20) seperti pada **Tabel 3**. menunjukkan bahwa, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor dari ketiga jenis pelet kayu memenuhi standar SNI 8021-2014, kecuali nilai kerapatan. Nilai rata-rata kadar air, kadar abu dan nilai kalor dari ketiga jenis pelet kayu memenuhi standar Prancis (ITEBE), kecuali nilai kerapatan. Standar Prancis dan standar Swedia tidak mensyaratkan nilai kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Pada pengujian kadar abu dan nilai kalor dari ketiga jenis pelet kayu memenuhi standar Swedia (SS 18 71 20), hanya kerapatan pelet kayu Bangkirai yang memenuhi standar Swedia, sedangkan nilai kadar air ketiga jenis pelet kayu tidak memenuhi standar.

Hasil pengujian mutu ketiga jenis pelet kayu menunjukkan bahwa pelet kayu Sungkai memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan pelet kayu Bangkirai dan Meranti Merah. Hal ini disebabkan karena pelet kayu Sungkai memiliki kadar air, kadar abu dan kadar zat mudah menguap yang lebih rendah, namun lebih tinggi pada kadar karbon serta nilai kalor. Sesuai dengan pendapat Hendra (2012) yang menyatakan bahwa pelet kayu yang memiliki mutu baik adalah yang memiliki kadar air, kadar zat

mudah menguap dan kadar abu yang rendah serta harus memiliki kerapatan, kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi.

Secara keseluruhan hasil penelitian yang diperoleh memenuhi standar SNI 8021-2014, standar Prancis (ITEBE) dan standar Swedia (SS 18 71 20) kecuali nilai kerapatan dan kadar air. Nilai kerapatan pelet kayu Bangkirai hanya memenuhi standar Swedia (SS 18 71 20) sedangkan nilai kadar air ketiga jenis pelet kayu tidak memenuhi standar Swedia (SS 18 71 20).

KESIMPULAN

Pelet kayu Bangkirai mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan Pelet kayu Sungkai dan Meranti Merah. Meskipun ketiga jenis kayu sama-sama masuk dalam standar SNI, kecuali kerapatan, akan tetapi karena secara statistik kerapatan menunjukkan perbedaan yang nyata, secara angka Pelet kayu Bangkirai menunjukkan nilai tertinggi dan kerapatan Pelet kayu Bangkirai masuk dalam standart swedia. Ketiga Jenis kayu mempunyai prospek untuk konsumsi Dalam Negeri maupun ekspor (standart Prancis), namun perlu penanganan lebih lanjut terhadap kadar air maupun kerapatan.

SARAN

Pemanfaatan Limbah Kayu Bangkirai, Sungkai dan Meranti Merah dapat menjadi pilihan jenis untuk dikembangkan menjadi pelet, sebagai bahan bakar terbarukan, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun ekspor, dengan penanganan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, A., Sulaeman, R., Oktorini, Y. 2015. Karakteristik Wood Pellet Dari Limbah Kayu Karet (*Hevea brazilliensis* Muell. Arg) Sebagai Alternatif Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Fakultas pertanian 2* (2).
- Amin, Y. & Dwianto, W. 2006. Pengaruh Suhu dan Tekanan Uap Air terhadap Fiksasi Kayu Kompresi dengan Menggunakan *Close System Compression*. *Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 4* (2) : 55-60.
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. Arang Kayu untuk Peleburan Logam. SNI 01- 1506. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. Arang Aktif Teknis. SNI 06 - 3730. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. Briket Arang Kayu. SNI 01 - 6235. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. Pelet Kayu. SNI 8021. Jakarta.
- Bahri, S. 2014. Biopelet Kayu Agathis Dengan Penguat Kulit Lepasnya. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Banuaji, A. 2015. Prototype Pengering Biomassa Tipe Rotary. Skripsi. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Damayanti R., Lusiana, N. & Prasetyo, J. 2017. Studi Pengaruh Ukuran Partikel Dan Penambahan Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Biopelet Dari Kulit Coklat (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknologi Hutan 11* (1) : 9
- El Bassam, N. & Maegaard, P. 2004. Integrated renewable energy on rural communities. Planning guidelines, technologies and applications. Elsevier. Amsterdam.
- Fatriani, Sunardi, Arfianti. 2018. Kadar Air, Kerapatan, Dan Kadar Abu Wood Pellet Serbuk Gergaji Kayu Galam (*Melaleuca Cajuputi* Roxb) Dan Kayu Akasia (*Acacia Mangium* Wild). *EnviroScienteeae* Vol. 14 (1):77-81.
- Ilmi, S. 2015. Biopelet Dari Limbah Batang Sorgum (*Sorghum bicolor* L.). Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Lamanda, D., Setyawati, D., Nurhaida, 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. *Hutan Lestari 3* (2) : 313 – 321
- Mahdie, M.F., Subari, D., Sunardi, Ulfah, D. 2016. Pengaruh Campuran Limbah Kayu Rambai dan Api-Api Terhadap Kualitas Biopelet Sebagai Enegi Alternatif Dari Lahan Basah. *Jurnal Hutan Tropis 4* (3): 246-253.
- Muslich, M., Wardani, M., Kalima, T., Rulliaty, S., Damayanti, R., Hadjib, N., Pari, G., Suprapti, S., Iskandar, M.I., Abdurachman, Basri, E., Heriansyah, I. & Tata, H.L. 2013. Atlas Kayu Indonesia Jilid IV. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- Nadjib, N.A. 2016. Optimasi Proses Pembuatan Biopelet Dari Ampas Kopi Instan Dan Arang Tempurung Kelapa Dengan *Response Surface Method*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Nurwigha R. 2012. Pembuatan Biopelet dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Penambahan Arang Cangkang Sawit dan Serabut Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Peraturan Presiden RI. 2006. Kebijakan Energi Nasional. No. 5 Tahun 2006. Indonesia.
- Rahman. 2011. Uji Keragaan Biopelet dari Biomassa Limbah Sekam Padi (*Oryza sativa* sp.) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Setiyono. 2004. Pedoman Teknis Pengelolaan Limbah Industri Kecil. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Sjostrom E. 1998. Kimia Kayu: Dasar-Dasar Penggunaan. Gadjah Mada University Press (terjemahan). Yogyakarta
- Triono, A. 2006. Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis eminii Engl*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria L. Nielsen*) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*). Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Tyas, H.N. 2015. Kualitas Pellet Kayu Dari Limbah Padat Pengolahan Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron*) Sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Utami, A.B. 2017. Kualitas Pelet Kayu Pulai (*Alstonia scholaris*) dari Hasil Ikutan Pabrik Pensil. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wati, N. H. 2008. Pertumbuhan *Shorea leprosula* Miq dan *Shorea parvifolia* Dyer dalam Sistem Silvikultur TPTI Intensif (Studi Kasus di Areal IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Unit Sungai Seruyan Kalimantan Tengah). Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Winata, A. 2013. Karakteristik Biopellet Dari Campuran Serbuk Kayu Sengon Dengan Arang Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Windarwati, S. 2011. Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu. Bogor
- Zulfian, Diba, F., Setyawati, D., Nurhaida & Roslinda, E. 2015. Kualitas Biopellet dari Limbah Batang Kelapa Sawit pada Berbagai Ukuran Serbuk dan Jenis Perekat. *Jurnal Hutan Lestari* 3(2):208-216.