



Kualitas Biopellet Cabang Kayu Kawui (*Vernonia arborea* Buch.Ham) Menggunakan Tiga Level Persentase Perekat

(*Quality of Bio-pellets from Kawui Wood Branches (*Vernonia arborea* Buch.Ham) Using Three Levels of Adhesive Percentage*)

Lies Indrayanti^{1*}, Grace Siska^{1*}, Gimson Luhan¹, Irma Jesika¹

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

* Corresponding Author: indayantilies@for.upr.ac.id; gracesiskangindra@gmail.com

Article History

Received : August 27, 2023

Revised : September 18, 2023

Approved : October 1, 2023

Keywords:

bio-pellet quality, wood branches, adhesive percentage, SNI 8675-2018, French standards, Swedish standards

ABSTRACT

The research aims to determine the quality of bio-pellets from Kawui wood branches using three levels of adhesive percentage. The materials used are branch wood from Kawui and tapioca flour adhesive. The research method employs a Completely Randomized Design with a single factor, namely the adhesive percentage. The factor consists of three levels: adhesive percentages of 10%, 20%, and 30%, with five repetitions. The results indicate that the adhesive percentage does not significantly affect the ash content, volatile matter content, and fixed carbon content, except for calorific value and density. The quality of bio-pellets meets the SNI 8675-2018 standard for household and industrial scales at all adhesive percentages, except for volatile matter content and fixed carbon content. According to French standards, the quality of bio-pellets meets the standards for every parameter except calorific value at the 30% adhesive percentage. According to Swedish standards, the quality of bio-pellets meets the standards for every parameter except moisture content at the 10% adhesive percentage and calorific value at the 30% adhesive percentage. Overall, the 20% adhesive percentage exhibits the best quality.

© 2023 Authors

Published by the Department of Forestry,
Faculty of Agriculture, Palangka Raya
University. This article is openly accessible
under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan dengan populasi besar dan ekonomi yang berkembang pesat dan memerlukan kebutuhan bahan bakar fosil yang signifikan. Sampai saat ini yang menjadi sumber utama bahan bakar tersebut seperti minyak bumi, batubara dan gas telah dipergunakan secara luas dari skala rumah tangga sampai dengan industri. Namun demikian karena bahan bakar tersebut merupakan energi yang tidak terbarukan maka dipastikan akan habis nantinya, oleh karena itu perlu upaya-upaya untuk menggali potensi bahan bakar dari energi yang terbarukan. Sehingga akan mengurangi ketergantungan

terhadap bahan bakar fosil disisi lain dapat mengatasi masalah lingkungan.

Upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan sumber energi alternatif antara lain menggunakan bahan biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh dan bisa diperbaharui seperti kayu. Namun bukan sebagai kayu bakar akan tetapi diolah menjadi briket arang ataupun biopellet, tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitasnya sebagai bahan bakar (Djeni Hendra, 2012) Keunggulan biopellet adalah ukurannya kecil, ramah lingkungan, dapat diproduksi banyak, memudahkan dalam penanganan, transportasi, penyimpanan, pengemasan, peningkatan daya

bakar, peningkatan efisiensi bakar, keseragaman serta kerapatan energi yang lebih besar (Windarwati, 2011). Keunggulan lainnya penggunaan bahan biomassa sebagai energi alternatif-energi terbarukan adalah mengurangi efek rumah kaca, mengurangi limbah organik, melindungi kebersihan air dan tanah, mengurangi polusi udara, dan mengurangi adanya hujan asam dan kabut asam (Haryadi, 2009).

Produksi pelet dunia yang menembus angka 10 juta ton, sedangkan Indonesia hanya mampu menghasilkan pelet sebesar 40.000 ton/tahun. Namun jumlah ini belum cukup untuk memenuhi kebutuhan dunia pada tahun 2008 yang di perkirakan mencapai 12,7 juta ton. Oleh karena itu peluang mengembangkan bahan bakar ini sangat terbuka luas dengan memanfaatkan limbah penebangan. Limbah penebangan berupa percabangan tidak memiliki nilai komersial dan seringkali dibiarkan (Bergman dan Zerbe, 2000).

Kayu Kawui (*Vernonia arborea* Buch.Ham) merupakan salah satu jenis *lesser-known* species yang cukup banyak ditemukan di hutan rawa gambut. Katagori banyak dinyatakan karena dalam kawasan radius 50m pohon tersebut ditemukan lebih dari 10 pohon. Kawui termasuk dalam kelas kuat I-IV, kayu tersebut cocok untuk penggunaan bahan bangunan (konstruksi ringan), plywood, meubel, lantai, dinding, bantalan, kusen-kusen dan kapal. Selain itu berdasarkan proporsi serat dan dimensi seratnya kayu ini cocok untuk bahan baku Pulp dan kertas yang bermutu sedang, (Indrayanti dan Siska, 2019). Potensi kayu ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk dimanfaatkan sebagai biopelet.

Kualitas biopelet salah satunya ditentukan oleh jumlah perekat yang digunakan. Berdasarkan potensi yang dimiliki oleh jenis kayu tersebut, maka diharapkan pemanfaatan kayu percabangan jenis kayu ini dengan menggunakan tiga level persentase perekat dapat menghasilkan biopelet dengan kualitas tinggi yang dapat memenuhi standar SNI 8675-2018 baik skala rumah tangga maupun industri, diharapkan juga dapat

memenuhi skala ekspor yaitu standar Prancis dan Swedia. Lebih jauh diharapkan dengan didapatkannya biopelet yang berkualitas ini manfaatnya adalah mampu memberikan manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan. Parameter yang diuji pada kualitas biopelet ini meliputi, kadar air, kerapatan, kadar abu, zat mudah menguap, kadar karbon terikat, dan nilai kalor.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan untuk pengujian sifat fisika dan sifat kimia Pelet, Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan Universitas Palangka Raya Kalimantan Tengah. Pengujian nilai kalor dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Banjarbaru Kalimantan Selatan. Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini ± 3 bulan

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan meliputi, serbuk kayu percabangan kayu Kawui yang diambil dari Laboratrium Alam Hutan Pendidikan Hampangen dengan titik koordinat 1⁰⁵'44" LS dan 113⁰⁴⁵'34" BB. Bahan lainnya yaitu Tepung tapioka sebagai bahan perekat, dan air sebagai pelarut.

Peralatan yang digunakan adalah alat pencetak pelet kayu, Alat pengempa/hidrolik, *Bomb calorimeter*, oven (untuk mendapat kadar air kering tanur), oven tanur atau alat pengabuan, cawan pengabuan, saringan ukuran 40 dan 60 mesh gelas ukur, desikator, timbangan analitik, *Hot Plate*, kaliper dan alat lain yang mendukung.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Persiapan Bahan Baku

Serbuk kayu terlebih dahulu diayak menggunakan ayakan berukuran 40 mesh tertahan di 60 mesh, tujuannya untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Hasil pengayakan serbuk direndam selama 3 hari

dengan air dingin, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari. Serbuk tersebut selanjutnya disangrai selama 1 jam tujuannya untuk mengurangi kadar zat mudah menguap serta untuk meningkatkan kadar karbon terikat dalam pelet kayu. Suhu yang digunakan pada saat dilakukan penyangraian yaitu 150°C (Hasanuddin dan Lahay, 2012).

2.3.2. Pembuatan Perekat

Bahan perekat yaitu tepung tapioka disaring dengan menggunakan saringan 40 mesh tertahan di 60 mesh. Kemudian tepung tapioka tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 6 jam, kemudian dimasukkan ke dalam botol yang kedap udara. Jumlah perbandingan komposisi antara serbuk kayu dengan perekat yaitu 10:90; 20:80 dan 30:70. Air yang digunakan untuk membuat adonan perekat adalah 8:1 (b:b) atau banyaknya air 8 kali lebih besar dari jumlah tapioka yang digunakan. Tepung tapioka dicampur dengan air diaduk hingga merata dan kemudian dipanaskan dengan suhu 70°C selama 5 menit hingga menjadi berbentuk gel.

2.3.3. Pembuatan biopelet

Proses pembuatan biopelet dilakukan dengan cara sebagai berikut pertama serbuk yang sudah diayak kemudian dicampurkan dengan bahan perekat yang sudah berbentuk gel kemudian diaduk sampai merata agar tidak menggumpal. Selanjutnya hasil pencampuran siap untuk dilakukan pencetakan, serbuk kayu yang telah dicampur perekat kemudian dimasukkan ke dalam alat pencetak pelet kayu. Kemudian alat cetak diletakkan di atas kempa hidrolik, proses menggunakan proses kempa dingin. Lama pencetakan pelet kayu dilakukan selama ± 4 jam. Setelah setelah pengempaan selesai hasil pelet dikeluarkan dari alat cetak

dan diletakan pada satu tempat untuk kemudian dilakukan pengeringan. Pengeringan dilakukan di dalam ruangan, penimbangan dilakukan setiap 1 x 24 jam hingga didapat berat konstan pelet yang disebut sebagai kering angin. selanjutnya dilakukan pengujian pelet kayu.

2.3.4. Pengujian biopelet

Pengujian pelet meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar karbon terikat, zat mudah menguap/bagian yang hilang dan nilai kalor. Pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 8675 2018), kemudian hasilnya juga dibandingkan dengan Standar Prancis (ITEBE) dan Standar Swedia (SS 18 71 20).

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu persentasi perekat. Faktor terdiri dari 3 aras yaitu persentase perekat 10%, 20% dan 30%, masing-masing aras dilakukan 5 kali pengulangan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian mutu pelet kayu meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Hasil pengujian seperti pada Tabel 1. Sedangkan hasil perhitungan analisis ragam disajikan pada Tabel 2.

Standarisasi mutu untuk pelet kayu ini dibuat untuk memberikan arahan dan informasi awal bagi konsumen atau pengguna baik dari kelompok industri maupun rumah tangga dalam memilih jenis, kualifikasi dan mutu produk yang akan mereka beli dan gunakan beserta keadilan pada nilai dari produk itu sendiri. Produk yang berkualitas baik akan dihargai dengan baik, dan sebaliknya mutu

Tabel 1. Nilai rata-rata hasil pengujian kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor terhadap pelet kayu dengan komposisi perekat 10%, 20% dan 30%

Persentase Perekat	Parameter Pengujian					
	Kadar Air (%)	Kerapatan (gr/cm)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Kalor (Cal/g)
10% (P1)	10,93±0,33	0,78±0,05	0,60±0,20	98,00±0,71	1,60±0,58	4158,97±20,83
20% (P2)	9,83±0,54	0,85±0,04	0,70±0,24	98,80±0,24	1,00±0,45	4092,32±16,98
30% (P3)	8,64±0,29	0,88±0,04	0,60±0,20	98,60±0,58	1,10±0,37	4007,64±10,31

Tabel 2. Analisis sidik ragam kadar air, kerapatan, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor terhadap pelet kayu dengan komposisi perekat 10%, 20% dan 30%.

Parameter Pengujian	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel		Uji Lanjut
					5%	1%	
Kadar air (%)	12	2,41	0,2	32,06**			BNJ
Kerapatan (gr/cm)	12	0,03	0,003	4,91*			BNT
Kadar abu (%)	12	0,70	0,06	0,29 ^{tn}	3,89	6,93	
Kadar zat mudah menguap (%)	12	4,5	0,38	2,31 ^{tn}			
Kadar karbon terikat (%)	12	3,40	0,28	1,82 ^{tn}			
Nilai kalor (cal/g)	12	4141,29	345,11	83,34**			BNJ

produk yang rendah akan dinilai secara ekonomis dengan nilai yang rendah pula. Tinggi rendahnya harga akan sangat berbanding lurus dengan biopelet manfaat dari produk yang akan diterima oleh konsumen selaku pengguna dari sisi mutu (Amirta, 2018).

3.1. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penentu mutu pelet kayu. Banyak air yang terdapat dalam kayu yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur disebut kadar air. Berdasarkan Tabel nilai rata-rata kadar air pelet kayu adalah sekitar 8,64% - 10,93%. Nilai rata-rata kadar air pada pelet kayu Kawui dengan komposisi perekat sebanyak 10 % merupakan nilai kadar air tertinggi yaitu sebesar 10,93 %, kemudian turun pada pelet kayu dengan komposisi perekat 20% yaitu sebesar 9,83 % dan pada komposisi perekat sebanyak 30% merupakan kadar air yang paling rendah yaitu sebesar 8,64%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase perekat yang digunakan pada pelet kayu, maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Junaidi (2017) yang menyatakan semakin banyak perekat tapioka yang diberikan kadar air pelet kayu yang dihasilkan semakin rendah, karena ukuran partikel perekat tapioka lebih kecil dibandingkan ukuran partikel serbuk. Sehingga faktor perlakuan perekat berperan penting dalam peningkatan kadar air pelet kayu yang dapat mengurangi partikel air yang terjebak dirongga-rongga pelet kayu atau disebut dengan air terikat.

Biopelet dengan perlakuan komposisi perekat 30% memiliki nilai kadar air terendah

yaitu 8,64. Hal ini disebabkan karena penambahan perekat tapioka diduga mampu menyerap air yang terkandung dalam bahan, sehingga kandungan air pada bahan cepat berkurang selama proses pengeringan. Tekanan pada saat pencetakan juga dapat mempengaruhi hasil kandungan air pada biopelet. Tekanan yang tinggi dapat menyebabkan biopelet semakin padat, sehingga partikel biomassa dapat saling mengisi pori-pori yang kosong serta menurunkan molekul air yang dapat menempati pori-pori tersebut (Rahman, 2011)

Berdasarkan analisis keragaman kadar air biopelet kayu Kawui diketahui bahwa perlakuan komposisi perekat sangat berpengaruh terhadap kadar air pelet kayu Kawui. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P1 berbeda nyata P2, Perlakuan P1 berbeda nyata P3 dan P2 berbeda nyata P3. Nilai rata-rata kadar air kayu Kawui memenuhi Standar SNI (8675 2018) untuk industri dan rumah tangga yaitu maksimal 12% dan 10%, Prancis (ITEBE) yaitu maksimal 15%, dan Standar Swedia (SS 18 71 20) yaitu maksimal 10%.

3.2. Kerapatan

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa kayu dengan volume kayu (Haygreen dan Bowyr, 1996). Tinggi rendahnya kerapatan pada biopelet dipengaruhi oleh tekanan pada saat pengepresan (Adapa dkk, 2007 dalam Nurwigha, 2012) Nilai rata-rata kerapatan pelet kayu yang diperoleh adalah sekitar antara 0.78 g/cm³ – 0.88 g/cm³. Nilai rata-rata kerapatan pada pelet kayu Kawui yang paling tinggi terdapat pada pelet kayu dengan komposisi perekat sebanyak 30% yaitu sebesar 0,88 g/cm³, kemudian naik pada komposisi 20% yaitu sebesar 0,85g/cm³ dan pada

komposisi perekat sebanyak 10% kerapatannya yang paling rendah yaitu sebesar $0,78\text{g}/\text{cm}^3$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase perekat yang digunakan pada pelet kayu, maka kerapatan yang dihasilkan semakin tinggi dan keadaan permukaan pelet kayu semakin licin. Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kadar perekat berpengaruh nyata terhadap kerapatan pelet kayu yang dihasilkan. Nilai rata-rata kerapatan kayu Kawui memenuhi Standar SNI (8675 2018) untuk Industri yaitu minimal $0,80\text{g}/\text{cm}^3$, rumah tangga yaitu minimal $0,60\text{g}/\text{cm}^3$ dan Standar Swedia (SS 18 71 20) yaitu maksimal $>0,60\text{cm}^3$, serta tidak memenuhi standar Prancis (ITEBE) yaitu $>1,50\text{cm}^3$.

3.3. Kadar Abu

Berdasarkan Tabel 1 nilai rata-rata kadar abu pelet kayu adalah sekitar 0,6% - 0,7%. Nilai rata-rata kadar abu pada pelet kayu Kawui diketahui bahwa Perlakuan P1 dengan nilai 0,6%, kemudian meningkat pada perlakuan 20% yaitu dengan nilai 0,7%, selanjutnya menurun pada P3 namun nilainya sama dengan P1 yaitu 0,6%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu pelet kayu. Tinggi rendahnya kandungan abu pada pelet kayu dipengaruhi oleh komposisi kimia dan kandungan silika pada kayu. Zulfian (2015) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar silika pada biomassa maka abu dari proses pembakaran akan semakin tinggi pula.

Kadar abu sangat berpengaruh terhadap kualitas pelet kayu terutama terhadap nilai kalor. Tingginya kandungan kadar abu dapat menurunkan nilai kalor pelet kayu sehingga kualitas dari pelet kayu akan menurun. Rahman (2011) menyatakan bahwa jumlah abu yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan biomassa yang digunakan. Silika adalah salah satu penyusun abu pada biomassa, unsur silika tidak ikut terbakar saat proses pembakaran sehingga nilai kandungan kadar abu tinggi dan

menyebabkan penurunan energi dan kualitas pelet kayu. Nilai rata-rata kerapatan kayu Kawui memenuhi Standar SNI (8675 2018) Industri dan Rumah tangga yaitu minimal 5%, Standar Swedia (SS 18 71 20) yaitu maksimal 6%, dan standar Prancis (ITEBE) yaitu $<0,7\%$.

3.4. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam bahan tersebut selain air (Hendra dkk, 2000). Berdasarkan Tabel nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pelet kayu adalah sekitar 98,00% - 98,8%. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap pada pelet kayu Kawui diketahui bahwa nilai kadar zat mudah menguap pada P1 yaitu sebesar 98,00%, kemudian naik pada P2 yaitu sebesar 98,8%, selanjutnya menurun pada P3 namun tidak lebih tinggi dari P1 yaitu sebesar 98,6%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu pelet kayu.

Nilai kadar zat mudah menguap dalam bahan bakar menentukan lamanya waktu pembakaran, kecepatan pembakaran dan banyaknya asap yang dihasilkan pada saat proses pembakaran. Penelitian ini memperoleh nilai kadar zat mudah menguap yang sangat tinggi diperkirakan karena tidak mengalami proses karbonisasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahman (2011) yaitu kandungan zat mudah menguap berbanding terbalik dengan penambahan arang, hal tersebut dikarenakan sebagian kecil zat mudah menguap pada pelet kayu dengan penambahan arang sekam elah terlepas pada saat proses karbonisasi sekam padi. Hal ini diperkuat oleh Zulfian dkk (2015) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa biopelet dengan bahan baku batang kelapa sawit tidak mengalami proses karbonisasi sehingga zat terbang yang dihasilkan relative tinggi dan menghasilkan asap yang cukup banyak. Semakin tinggi jumlah zat mudah menguap dari suatu bahan bakar maka jumlah asap yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap kayu Kawui

tidak memenuhi Standar SNI (8675 2018) untuk industri yaitu $\leq 80\%$ dan Rumah tangga yaitu $\leq 75\%$.

3.5. Kadar Karbon Terikat

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. Berdasarkan Tabel nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu adalah sekitar 1,00% - 1,6%. Nilai rata-rata kadar karbon terikat pada pelet kayu Kawui diketahui bahwa nilai kadar karbon terikat pada pelet kayu dengan perlakuan P1 yaitu sebesar 1,6%, selanjutnya menurun drastis pada perlakuan P2 yaitu sebesar 1,00%, kemudian nilainya naik pada perlakuan P3 namun tidak lebih tinggi dari P1 yaitu sebesar 1,10%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu pelet kayu yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

Penelitian ini memperoleh nilai kadar karbon terikat tertinggi pada komposisi perekat 10% yaitu 0,7%. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap sehingga berpengaruh terhadap tingginya kadar karbon terikat. Nilai rata-rata kadar karbon terikat kayu Kawui tidak memenuhi Standar SNI (8675 2018) yaitu minimal 14 %.

3.6. Nilai Kalor

Nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kadar karbon terikat. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi kadar karbon terikat, maka semakin tinggi pula nilai kalornya. Nilai rata-rata kadar karbon terikat pelet kayu adalah sekitar 4007,64 Cal/g – 4158,97 Cal/g. Rata-rata Nilai kalor pada pelet kayu Kawui pada perlakuan P1 yaitu sebesar 17,41 Megajoule, kemudian menurun pada pelet kayu dengan komposisi 20% yaitu sebesar 17,13 Megajoule dan mengalami penurunan lagi pada komposisi perekat sebanyak 30% yaitu sebesar 16,74 Megajoule. Hasil analisis keragaman

menunjukkan bahwa persentase perekat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor pelet kayu yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P1 berbeda nyata dengan P2, Perlakuan P1 berbeda nyata dengan P3 dan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3. Nilai rata-rata Nilai Kalor kayu Kawui memenuhi Standar SNI (8675 2018) yaitu minimal 16,5 Megajoule, standar Prancis yaitu 16,90 Megajoule dan Standar Swedia yaitu 16,90 Megajoule kecuali pada perekat 30% tidak memenuhi Standar Prancis dan Standar Swedia.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pelet kayu kawui memenuhi standar SNI 8021-2014 untuk semua parameter perekat dengan komposisi 10%, 20% dan 30% kecuali pada kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Kualitas pelet kawui yang memenuhi standar Prancis untuk semua parameter kecuali nilai kalor dengan komposisi perekat 30%. Kualitas pelet kayu memenuhi standar Swedia untuk semua parameter kecuali pada kadar air dengan komposisi 10% dan nilai kalor dengan komposisi 30%. Secara umum kualitas pelet kayu dengan komposisi perekat 20% memiliki kualitas yang paling baik.

Daftar Pustaka

- Amirta, R. 2012. Pelet Kayu Energi Hijau Masa Depan. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. Standar Pelet Kayu (SNI 8021:2014). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. Standar Pelet Kayu (SNI 8675:2018). Jakarta.
- Bergman, R. & Zerbe, J. 2000. Primer On Wood Biomassa for Energy, USDA Forest Service., State and Private Forestry Technology Marketing Unit Forest Products Laboratory, Madison, Wilsconsin. Bhattacharya SC, Albion DO, Salam PA. 2002. Emission Factor Of Wood and Charcoal-Fired

- Cookstoves. Biomassa add Bioenergy.Thailand.
- Damayanti, Lusiana, Prasetyo . 2017. Studi Pengaruh Ukuran dan Penambahan Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Biopellet dari Kulit Coklat (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Bakar Alternatif.Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Jurnal Teknotan Vol. 11 No. 1.
- Djeni Hendra. (2012). *Design and Manufacture of Wood Pellets Machine and Testing of its Product*. 30(2), 144–154
- Haryadi, H. 2009. Pengenalan Bahan Biomassa. Makalah Pelatihan Biomassa Energi Baristand Industri Surabaya. Surabaya
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Sutjibto AH, penerjemah; Soenardi P, editor. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: Forest Product and wood Science, an Intoduc on.
- Hasanuddin & Lahay, I.D. 2012. Pembuatan Biopellet Ampas Kelapa Sebagai Energi bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan. *Laporan Penelitian Produk Dana Pnbp Tahun Anggaran 2012*.Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Gorontalo. Gorontalo.
- Indrayanti, L dan Grace. 2019. Kualitas Kayu Kawui (*Litsea* sp) berasal dari Jenis Komersial (Lesser Know Species) yang Melimpah di Hutan Hampangen. Laporan Akhir Penelitian Dasar Unggulan. Perguruan Tinggi. UPR. Palangka Raya.
- Junaidi., Ariefin., Mawardi.I. 2017. Pengaruh Presentase Pereka Terhadap Karakteristik Pelet Kayu dari Kayu Sisa Gergajian. *Jurnal Mesin Sains Terapan*. Vol 1 no 1.
- Mulia S, Murningsih, Jumari. 2017. Keanekaragaman Jenis Anggota Lauraceae dan pemanfaatannya di Cagar Alam Dungus Iwul Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Jurnal Biologi*, 6(1): 1-10.
- Nurwigha R. 2012 Pembuatan Biopellet dari cangkang kelapa sawit dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit dan serabut sawit sebagai bahan bakar alternative terbarukan (Kripsi). Bogor. (ID): Institit Pertanian Bogor.
- Rahman, 2011, Uji Keragaan Biopellet dari Biomassa Limbah Sekam Padi (*Oryza sativa* sp.) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. (Skripsi): Faperta, IPB, Bogor.
- Wegiera. M. Helena, D.S. Marcin.J.D. Magdalena. K. And Kamila. K. 2012. Cytotoxic Effect of Some Medicinal Plants from Asteraceae Family. Chair and Departement of Pharmaceutica Botany. Medical University. Vol.69. No.2.
- Windarwati S. 2011. Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu. Bogor
- Zulfian. 2015. Kualitas Biopellet dari Limbah Batang Kelapa Sawit pada Berbagai Ukuran Serbuk dan Jenis Perekat. (Jurnal): Fakultas Kehutanan Universitas TanjungPura. Pontianak.