



Pengaruh Ukuran Partikel dan Perekat Taipoka Terhadap Sifat Biopellet dari Limbah Serbuk Gergajian

Effect of Particle Size and Tapioca Addition on the Properties of Biopellet from Sawdust

Dea Permatasari¹, Winda Rahmawati¹, Agus Haryanto^{1*}

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: agus.haryanto@fp.unila.ac.id

Abstract. *Biopellets from sawdust can be an alternative solution for dealing with sawn waste. This study aims to determine the effect of sawdust particle size and adhesive content on the characteristics of the resulting pellets. The study was conducted in a completely randomized two-factor design. The first factor was particle size which consisted of 4 levels, namely fine, medium, coarse, and mixed. The second factor was the tapioca flour as adhesive material consisted of 3 levels, namely 10%, 15% and 20%. Pellets were made using a single die with a diameter of 8 mm which was pressed using a hydraulic jack with a capacity of 5 tons. Parameters to be measured included moisture content, calorific value, ash content, density, and pellet strength (durability index). The raw material of wood sawdust has physico-chemical characteristics including 9.4% moisture content, 6.04% ash content, and 18.58 MJ/kg calorific value. The results showed that pellets had specific gravity between 1.018-1.086 kg/L, moisture content between 13.26-14.42%, and ash content between 0.98-2.42%. The resulting pellets have an average strength of more than 99%.*

Keywords: *Biopellet, Calorific Value, Pellet Characteristics, Wood Sawdust.*

1. Pendahuluan

Energi alternatif merupakan pilihan untuk mengatasi krisis energi saat ini. Salah satu energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah biomassa yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Kayu merupakan salah satu sumber energi yang diharapkan yang dapat menggantikan sumber bahan bakar minyak, namun apabila kayu langsung dijadikan sebagai bahan bakar mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan, antara lain kadar air yang tinggi, bulki,

mengeluarkan asap, banyak abu, dan nilai kalornya rendah.

Saat ini pelet kayu (biopellet) mulai menjadi perhatian karena faktor ketersediaan bahan baku. Selain itu, biopellet juga memiliki sifat ramah terhadap lingkungan karena menghasilkan emisi (NO_x, SO_x, dan HCL) yang lebih rendah di bandingkan limbah biomasa lain seperti sekam padi atau jerami (Passalacqua *et al.*, 2004). Pelet kayu juga memiliki keunggulan lain dibandingkan bahan bakar kayu lain seperti *woodchip* (chip kayu). Pelet memiliki nilai kalori 4,3 juta kal/ton, lebih tinggi dibandingkan chip kayu yang hanya 3,4 juta kal/ton (Arsad, 2014). Tetapi, harga pelet kayu lebih tinggi (334 US\$/ton) dibandingkan chip kayu (171 US\$/ton) (Passalacqua *et al.*, 2004).

Bahan bakar dari kayu yang umum digunakan secara langsung adalah sebetan dan serbuk gergaji. Kekurangan dari serbuk gergaji sebagai bahan bakar adalah memiliki nilai densitas yang rendah, memiliki nilai kalori yang rendah dan densitas energi yang rendah. Kelebihan dari serbuk gergaji sebagai bahan bakar adalah dapat menghasilkan panas pembakaran yang tinggi, lebih murah bila dibandingkan dengan minyak tanah atau arang kayu dan masa bakar jauh lebih lama dari pada arang biasa.

Serbuk gergaji merupakan limbah industri kayu yang potensial untuk digunakan sebagai bahan bakar. Serbuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan etanol (Irawati *et al.*, 2009). Tetapi hal ini melibatkan proses yang rumit untuk mengubah komponen selulosa menjadi gula terlebih dahulu untuk kemudian difermentasi menjadi etanol. Serbuk gergaji memiliki kekurangan karena densitasnya rendah sehingga menyulitkan dalam penyimpanan dan transportasi (Hendra, 2012). Melalui proses lanjutan berupa pengeringan dan pengepresan, serbuk gergaji dapat menghasilkan bahan bakar yang dinamakan biopellet. Biopellet merupakan salah satu bahan bakar padat alternatif yang potensial berbasis biomassa. Biopellet merupakan salah satu bentuk energi biomassa dan pertama kali diproduksi di Swedia tahun 1980 berbahan baku serbuk kayu yang merupakan limbah industri kayu. Serbuk gergaji dapat dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk pelet yang memiliki keunggulan. Penggunaan pelet kayu sebagai bahan bakar dapat dilakukan dengan menggunakan kompor khusus skala rumah tangga atau boiler pelet skala industri (Zamirza, 2009). Studi menunjukkan bahwa pelet kayu perlu disosialisasikan sebagai bahan bakar biomass terbarukan. Dalam hal ini, para pemangku kepentingan terkait diharapkan menyebarluaskan promosi produk biomassa terbarukan (Zikri *et al.*, 2011).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk memanfaatkan potensi serbuk gergaji sebagai biopellet dan memperoleh karakteristik bahan bakar biopellet yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui potensi limbah serbuk gergaji kayu sebagai bahan bakar biopellet dan mengetahui pengaruh ukuran serbuk kayu dan kadar perekat terhadap karakteristik biopellet yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat penelitian yang digunakan adalah, pencetak pelet dengan ukuran cetakan 8 mm, ayakan 20 dan 60 mesh, satu set alat pembuatan pelet yang bekerja menggunakan dongkrak, neraca digital, stopwatch, *bomb calorimeter*, oven, dan furnace. Sedangkan bahan yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu yang diperoleh dari panglong di sekitar Universitas Lampung dan tepung tapioka.

2.2. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan dalam suatu rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor 1 adalah ukuran partikel, terdiri atas 4 taraf, yaitu halus (P1): lolos ayakan 60 mesh, sedang (P2): lolos 20 mesh tidak lolos 60 mesh, kasar (P3): tidak lolos 20 mesh, dan campuran (P4):: tidak diayak. Faktor 2 adalah kadar tapioka, terdiri dari 3 taraf, yaitu T1 (5%), T2 (10%), dan T3 (15%). Semua kombinasi perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

2.3. Pencetakan Pelet

Pencetakan pelet dilakukan menggunakan alat pencetak yang dikempa oleh dongkrak 5 ton (Gambar 1). Cetakan pelet berbentuk silinder pejal dengan diameter cetakan 8 mm. Serbuk kayu dicampurkan secara merata dengan perekat tapioka dan selanjutnya dimasukkan ke dalam silinder cetak yang dikempa dengan tekanan 5 ton dan ditahan dalam waktu 20 menit.

2.4. Pengamatan dan Pengukuran

Nilai energi serbuk gergaji diukur menggunakan *bomb calorimeter* (Cal2k Eco). Kadar air dianalisis menggunakan oven (Memmert UM500) yang dinyalakan selama 24 jam pada suhu 105 °C. Kadar air (KA) dihitung dari:

$$KA = \frac{m_i - m_f}{m_f} \times 100\% \quad (1)$$

dimana m_i dan m_f berturut-turut adalah massa awal sampel dan massa akhir sampel.



Gambar 2. Pencetakan pelet menggunakan dongkrak: 1) rangka, 2) dongkrak, 3) cetakan (*die*), 4) batang penekan, 5) bantalan batang penekan, 6) landasan

Kadar abu diukur menggunakan tanur (Ney Vulcan D550) pada suhu 550 °C selama 2 jam. Kadar abu (*Ash*) dihitung dari:

$$Ash = \frac{m_a}{m_o} \times 100\% \quad (2)$$

dimana m_a dan m_o berturut-turut adalah massa abu dan massa sampel kering oven.

Masa jenis pelet (ρ), dihitung dari masa pelet (m) dibagi volume pelet (V). Volume pelet dihitung dari diameter (d) dan panjang pelet (L) yang diukur menggunakan jangka sorong.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi \cdot L \cdot d^2} \quad (3)$$

Kekuatan pelet diuji dengan menjatuhkan pelet dari ketinggian 120 cm. Kekuatan pelet disajikan melalui durability index (DI) yang diberikan oleh:

$$DI = 100\% - WL \quad (4)$$

$$WL = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (5)$$

dimana WL adalah *weight loss* (%), m_1 dan m_2 berturut-turut adalah massa awal pelet (sebelum dijatuhkan) dan massa bagian pelet terbesar setelah dijatuhkan.

2.5. Analisis Data

Data yang didapat dari parameter akan dilakukan analisis ANOVA untuk mengetahui apakah perlakuan menghasilkan perbedaan signifikan, dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk melihat lebih detail perlakuan mana yang berbeda.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Bahan Baku Serbuk Kayu

Karakteristik fisika-kimia bahan baku serbuk gergaji kayu dilihat berdasarkan kadar air, kadar abu, nilai kalori, dan kadar padatan menguap (*volatile solid*) seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Serbuk gergaji kayu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai kalori yang cukup tinggi mencapai rata-rata 18,59 MJ/kg dengan kadar abu yang rendah. Nilai ini lebih besar dari batas minimal nilai kalori pelet yang diatur dalam SNI nomor 8675:2018, yaitu 16,5 MJ/kg (BSN, 2018). Nilai kalor adalah nilai penentu utama kualitas bahan bakar biomasa. Karakteristik fisiko kimia bahan baku serbuk kayu dapat dilihat dari nilai kalor serbuk kayu yang digunakan. Nilai kalor merupakan parameter utama mutu pelet kayu. Tabel 9 juga menunjukkan bahwa ukuran partikel tidak mengakibatkan perbedaan nilai kalori yang mencolok.

Tabel 1. Karakteristik fisika-kimia serbuk gergaji kayu berdasarkan ukuran partikel

Serbuk Kayu	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Volatil (%)	Nilai Kalori (MJ/Kg)
Halus	13,48	2,42	97,58	17,59
Sedang	13,26	0,98	99,02	18,54
Kasar	14,42	1,01	98,99	19,35
Campuran	14,33	2,39	97,61	18,86
Rata-rata	13,87	1,70	98,30	18,59

Tetapi, serbuk gergaji kayu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar air yang cukup tinggi mencapai rata-rata 13,87% (db) dengan kisaran yang sempit antara 13,26% hingga 14,42%. Nilai ini termasuk kurang ideal untuk pembuatan pelet. Menurut Stelte *et al.* (2012) untuk pencetakan pelet dari bahan kayu, kadar air bahan yang optimum adalah antara 5 – 10%. Hal ini berarti bahwa sebelum dicetak menjadi pelet bahan serbuk gergaji kayu perlu dijemur terlebih dahulu untuk memastikan bahwa kadar air bahan berada pada kisaran yang ideal. Tinggi rendahnya kadar air suatu bahan akan mempengaruhi kualitas pelet dimana kadar air yang tinggi dapat menurunkan nilai kalori pembakaran.

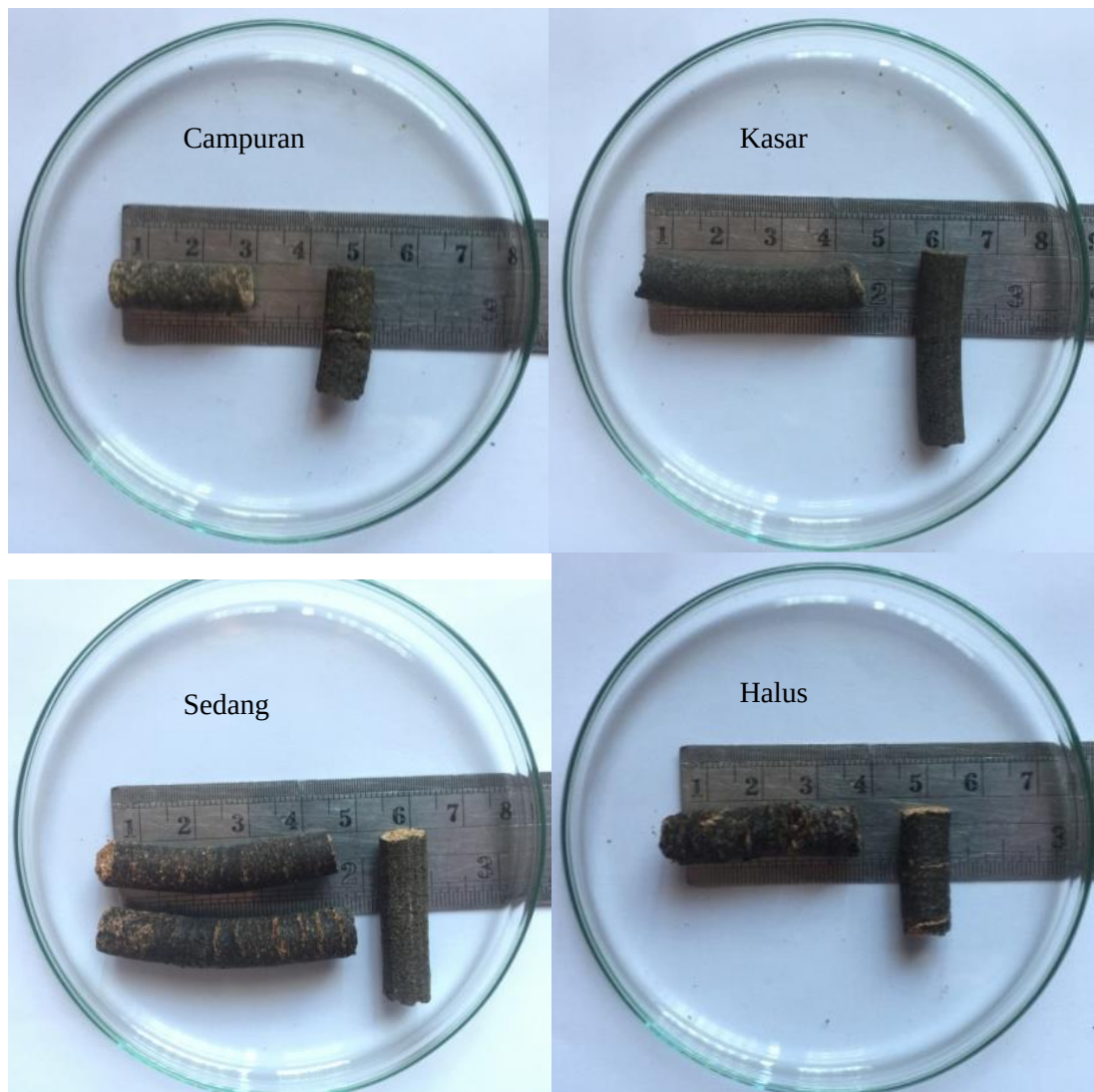
Bahan serbuk gergaji memiliki kadar abu yang cukup rendah antara 0,98% hingga 2,42% dengan nilai rata-rata 1,70%. Standard nasional Indonesia menetapkan batas maksimal kadar abu pelet biomasa adalah 1,5%. Hal ini berarti serbuk gergajian berukuran sedang dan kasar memenuhi SNI, sedangkan serbuk halus tidak memenuhi SNI. Setiap jenis kayu pun memiliki komposisi kimia berbeda-beda tergantung dengan jenis kayu itu sendiri. Hendra & Winarni (2003) menyatakan bahwa setiap jenis kayu memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda, sehingga kadar abu yang dihasilkan berbeda pula. Kadungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor (Haryanto *et al.*, 2019).

3.2. Karakteristik Pellet

Gambar 2 menunjukkan pelet serbuk gergaji yang dihasilkan dari penelitian ini. Secara visual pelet memiliki diameter sesuai ukuran cetakan, yaitu 8 mm. Pelet berwarna gelap yang mungkin disebabkan oleh karena cetakan yang baru dibuat dan digunakan. Beberapa pelet menunjukkan bagian yang retak melingkar pada bagian tertentu. Hal ini terjadi karena bahan dimasukkan ke dalam cetakan secara bertahap sehingga kekuatan yang terbentuk tidak seragam, terutama di bagian dimana bahan baru ditambahkan ke bahan yang sudah dipress.

3.2.1. Massa Jenis Pellet

Berat jenis memiliki peranan penting dalam berbagai proses pengolahan, penanganan, dan penyimpanan. Berat jenis merupakan faktor penentu dari kerapatan tumpukan, daya ambang partikel dan ukuran partikel. Berat jenis bersama dengan ukuran partikel berpengaruh terhadap homogenitas penyebaran partikel dan stabilitasnya dalam suatu campuran bahan. Perbedaan berat jenis partikel yang cukup besar akan menghasilkan pelet yang tidak stabil dan cenderung mudah terpisah kembali (Khalil, 1999).



Gambar 2. Pelet serbuk gergaji kayu dengan ukuran partikel berbeda

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil berat jenis serbuk kayu seperti terlihat pada Tabel 2. Serbuk kayu halus menghasilkan berat jenis pellet yang lebih kecil dibandingkan dengan serbuk kayu yang lain, sedangkan serbuk kayu kasar menghasilkan berat jenis pellet kayu lebih besar dibandingkan berat jenis pellet lainnya. Dari hasil ANOVA menyimpulkan bahwa ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap massa jenis. Uji BNT menunjukkan partikel campuran menghasilkan masa jenis pelet paling besar ($1,0857 \text{ g/cm}^3$) diikuti partikel sedang, partikel kasar, dan partikel halus.

Serbuk kayu halus menghasilkan berat jenis pellet yang lebih kecil dibandingkan dengan serbuk kayu yang lain, sedangkan serbuk kayu kasar menghasilkan berat jenis pellet kayu lebih besar dibandingkan berat jenis pellet lainnya. Dari hasil penelitian ini

Tabel 2. Hasil uji BNT pengaruh faktor kadar perekat dan ukuran partikel terhadap berat jenis pelet serbuk gergajian.

Ukuran Partikel	Perekat			Rata-rata Massa Jenis (g/cm ³)	T Grouping
	10 %	15%	20%		
P1 (halus)	1,0230	1,0335	1,0275	1,0280	C
P2 (sedang)	1,0635	1,0621	1,0598	1,0618	B
P3 (kasar)	1,0352	1,0380	1,0438	1,0390	C
P4 (campuran)	1,0790	1,0849	1,0932	1,0857	A

Dari Tabel 2. dapat diketahui bahwa berat jenis pellet kayu yang dihasilkan dari perbedaan kehalusan serbuk kayu hasilnya berbeda nyata satu sama lain. Serbuk kayu halus menghasilkan berat jenis pellet yang lebih kecil dibandingkan dengan serbuk kayu yang lain, sedangkan serbuk kayu kasar menghasilkan berat jenis pellet kayu lebih besar dibandingkan berat jenis pellet lainnya. Nilai pengujian kerapatan tersebut memenuhi standar SNI 8021-2014 dengan kriteria nilai kerapatan lebih besar dari 0.8 g/cm³.

3.2.2.Kadar Air

Kadar air bahan menunjukkan besarnya kandungan air yang terdapat pada suatu bahan. Kadar air digunakan sebagai parameter penentu kualitas pada pellet kayu yang berkaitan dengan nilai kalor pembakaran, daya pembakaran dan jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran (Rahman, 2011). Dari hasil analisis sidik ragam berat jenis pellet dapat dilihat bahwa hasil pengujian uji banting berpengaruh karena $Pr > F$ lebih kecil dari 0,05. Hasil uji lanjut (Tabel 3) menunjukkan bahwa partikel campuran (P4) dan partikel sedang (P2) memiliki kadar air paling tinggi dibandingkan ukuran partikel halus dan kasar. Hal ini menjelaskan mengapa ukuran campuran dan partikel sedang memiliki masa jenis yang lebih besar daripada ukuran partikel halus dan kasar.

Dari data hasil diatas dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi terdapat pada serbuk kayu kasar, sedangkan kadar air terendah terdapat pada serbuk kayu halus. Standar Nasional Indonesia (SNI 8675:2018) menetapkan batas maksimal kadar air pelet adalah 10% untuk penggunaan domestik dan 12% untuk aplikasi industri (BSN, 2018).

Tabel 3. Hasil uji BNT faktor ukuran partikel terhadap kadar air pellet serbuk gergaji

Ukuran Partikel	Perekat			Rata-rata Kadar Air (%)	T Grouping
	10 %	15%	20%		
P1 (halus)	13,41	13,48	13,55	13,48	B
P2 (sedang)	14,28	14,29	14,42	14,33	A
P3 (kasar)	13,23	13,25	13,30	13,26	C
P4 (campuran)	14,35	14,42	14,49	14,42	A

Tabel 4. Hasil uji BNT faktor ukuran partikel terhadap kadar abu pellet serbuk gergaji

Ukuran Partikel	Perekat (%)			Rata-rata	T Grouping
	10%	15%	20%		
P1 (halus)	2,45	2,43	2,38	2,42	A
P2 (sedang)	2,41	2,39	2,37	2,39	A
P3 (kasar)	1,07	0,94	0,93	0,98	B
P4 (campuran)	1,04	1,00	0,99	1,01	B
Rata-rata	1,7816 A	1,6891 B	1,6758 B		

Kadar abu adalah bahan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki nilai kalor dan sudah tidak memiliki unsur karbon (Sa'adah, 2014). Kadar abu dalam setiap jenis kayu pun berbeda-beda tergantung dengan jenis kayu itu sendiri, sesuai dengan yang diutarakan oleh Hendra dan Winarni (2003) bahwa setiap jenis kayu memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda, sehingga kadar abu yang dihasilkan berbeda pula.

3.3. Kekuatan Pelet

Uji banting dilakukan untuk mengetahui daya tahan pelet terhadap bantingan. Uji banting ini dilakukan dengan tiga kali ulangan dari setiap sampel pelet. Dari hasil penelitian ini didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5. Jika dilihat dari table diatas dapat diketahui bahwa setelah perlakuan uji banting terjadi penurunan bobot dari pellet kayu, hal ini disebabkan karena pellet kayu kurang merekat atau terpecah setelah dijatuhkan dari ketinggian 120 cm.

Tabel 5. Pengaruh kadar perekat terhadap weight loss dan ketahanan pelet.

	5	10	15
Halus awal	1.0137	0.8825	1.3169
Halus akhir	1.0113	0.8810	1.3162
Weight loss (%)	0.238	0.170	0.053
Durability Index (%)	99.762	99.830	99.947
Sedang awal	0.6243	0.5662	0.8455
Sedang akhir	0.6230	0.5644	0.8440
Weight loss (%)	0.226	0.318	0.181
Durability Index (%)	99.774	99.682	99.819
Kasar awal	0.6848	0.6657	0.6280
Kasar akhir	0.6800	0.6640	0.6260
Weight loss (%)	0.712	0.270	0.180
Durability Index (%)	99.288	99.730	99.820
Campuran awal	0.9244	0.8795	0.9364
Campuran akhir	0.9206	0.8779	0.9352
Weight loss (%)	0.414	0.179	0.136
Durability Index (%)	99.596	99.821	99.864

Dari hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa kedua faktor (ukuran partikel dan kadar perekat tapioka) tidak berpengaruh nyata terhadap kekuatan pelet yang dinyatakan dalam DI (durability index). Semua pelet termasuk ke dalam pelet yang tahan pecah akibat jatuh dari ketinggian 120 cm. Hal ini menunjukkan bahwa dongkrak kapasitas 5 ton mampu menciptakan tekanan yang cukup untuk menghasilkan pelet yang kuat. Dengan diameter pelet 8 mm, maka tekanan dongkrak 1 ton akan setara dengan 195 MPa. Tekanan yang diperlukan pada proses pembuatan pelet dari biomassa adalah paling sedikit 50 MPa (Stelte *et al.*, 2012).

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah serbuk gergajian kayu memiliki nilai kalori 17,59-18,58 MJ/kg sehingga potensial untuk dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif dalam bentuk biopellet. Karakteristik pellet serbuk kayu antara lain kadar air 13,26% - 14,42%, kadar abu 0,98% - 2,42%, berat jenis 1,0280g/cm³ - 1,0857g/cm³. Ukuran

partikel berpengaruh nyata pada sifat-sifat pelet seperti kadar air, kadar abu, dan berat jenis. Sedangkan kadar perekat berpengaruh nyata hanya pada kadar abu. Penambahan perekat tapioka kering tidak menghasilkan perbedaan yang nyata pada hampir semua parameter sehingga pada pencetakan pelet biomassa dengan tekanan yang tinggi tidak perlu penambahan perekat.

Daftar Pustaka

- Arsad, E. (2014). Sifat fisik dan kimia wood pellet dari limbah industri perkayuan sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6(1): 1–8.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2018). *SNI nomor 8675/2018: Pelet Biomassa Untuk Energi*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Haryanto, A., Suharyatun, S., Rahmawati, W., & Triyono, S. (2019). Energi Terbarukan dari Jerami Padi : Review Potensi dan Tantangan Bagi Indonesia. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 7(2): 137-144.
- Hendra D, & Winarni I. (2003). Sifat fisis dan kimia briket arang campuran limbah kayu gergajian dan sebetan kayu. *Bul. Penelitian Hasil Hutan*, 21(3): 211-226.
- Hendra, D. (2012). Rekayasa pembuatan mesin pellet kayu dan pengujian hasilnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2): 144-154.