



Karakteristik Pellet dari Bagas Tebu

Characteristic of Pellet Made of Sugarcane Bagasse

Agus Haryanto ^{1*}, Yuko Armandho pratama ¹, Siti Suharyatun ¹,
Sugeng Triyono ¹

¹Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

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

Abstract. *Sugarcane bagasse is the remaining solid waste from sugarcane (*Sacharum officinarum*) milling which has the potential to be developed as solid fuel in the form of pellets. The purpose of this study was to determine the effect of variations in pressure and particle size on the characteristics of pellets from sugarcane bagasse. The research was carried out with a combination of variations in particle size (fine, medium, and coarse) and pressure (1, 2, and 3 tons). The results showed that sugarcane bagasse has the potential to be developed as a pellet fuel because it has a relatively high calorific value, an average of 16.53 MJ/kg. Sugarcane bagasse pellets meet SNI 8675-2018 standards in terms of moisture content, density, and ash content. The results showed that although the ash content of the pellets was affected by the particle size, in general, the characteristics of the pellets were not significantly affected by the treatment factors (pressure and particle size as well as their interactions). Sugarcane bagasse pellets have a high water absorption capacity, so they require a good storage method.*

Keywords: *Densification, Density, Pressure, Particl Size, Strength.*

1. Pendahuluan

Tebu merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting di Indonesia. Hal ini karena Indonesia adalah salah satu negara dengan konsumsi gula yang cukup tinggi. Konsumsi gula mingguan penduduk Indonesia menunjukkan tren yang terus meningkat dari 125 g/kapita pada tahun 2021 menjadi 128 g/kapita pada tahun 2022 (BPS, 2022). Secara nasional konsumsi gula Indonesia pada tahun 2021 telah mencapai 7,36 juta ton/tahun (Nurhayati-Wolff, 2023). Gula pasir

dibuat dari tebu melalui serangkaian proses di pabrik gula. Budidaya dan proses pengolahan tebu menjadi gula akan menghasilkan produk limbah padat. Biomassa dari perkebunan tebu meliputi ampas tebu dari pabrik gula, dan sampah tebu di lahan yang terdiri dari daun kering (daun yang mengering saat tebu tumbuh), daun hijau, dan pucuk tebu. Bagas (*bagasse*) adalah residu berserat dari tebu yang tersisa setelah ekstraksi nira dan sekitar 27-34% (basis basah) (Therdyothin *et al.*, 1992; PT GMP, 2009; Colombo *et al.*, 2014) atau sekitar 14% (basis kering) (Pippo *et al.*, 2011) dari tebu yang digiling, tergantung pada serat tebu. Serat tebu biasanya berkisar antara 12% sampai 19% (Gunawan *et al.*, 2018). Hasil rata-rata bagas tebu dari industri gula di Indonesia adalah 32,0% dari tebu giling. Sebagian besar bagas tebu dibakar dalam ketel untuk menghasilkan panas proses dan listrik, sedangkan kelebihannya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik tambahan. Kelebihan bagas tebu dari pabrik gula adalah sekitar 10% dari total bagas tebu yang dihasilkan saat ini. Potensi energi dari biomassa limbah tebu hampir sama yaitu 18.439, 18.322, dan 18.138 MJ/kg untuk daun hijau, bagas tebu, dan pucuk tebu (Ripoli *et al.*, 2000). Potensi bagas tebu yang tersedia tidak sama sepanjang tahun tergantung lamanya musim giling. Umumnya, milling dilakukan selama 6 hingga 9 bulan.

Sebagai limbah agroindustri, bagas tebu merupakan sumber bahan baku serat dengan kandungan selulosa sekitar 32–34%, hemiselulosa 19–24%, lignin 25–32%, ekstrakatif 6–12%, dan abu 2–6% (Pandey *et al.*, 2000; Rezende *et al.*, 2011; Sakdaronnarong & Jonglertjanya, 2012). Studi lain melaporkan komposisi kimia bagas tebu terdiri dari selulose 26 – 47%, hemiselulose 19 – 33%, lignin 14 – 23%, dan abu 1 – 5% (Mahmud & Anannya, 2021). Uji proksimat bagas yang dihasilkan dari pabrik tebu memiliki karakteristik kadar air yang tinggi antara 45% hingga 63%, serat kasar (22,1 – 43,0%), protein (1,4 – 3,4%), lemak kasar (0,3 – 2,0%), dan karbohidrat kasar (48,7 – 55,4%) (Leang & Saw, 2011). Analisis elemental menunjukkan bahwa bagas tebu memiliki komposisi karbon (C) 45,5 % berat, hidrogen (H) 5,6 %, oksigen (O) 45,2 %, dan nitrogen (N) 0,3 % (Bilba *et al.*, 2003). Bagas tebu mempunyai potensi yang tinggi sebagai bahan bakar atau biofuel (Iryani *et al.*, 2017). Salah satu kekurangan bagas adalah densitas yang sangat rendah, yaitu sekitar 80-120 kg/m³ (Daniyanto *et al.*, 2015). Satu metode pemanfaatan bagas sebagai bahan bakar padat adalah dengan cara dikonversi menjadi bentuk pelet melalui proses densifikasi (Hoover *et al.*, 2014). Dalam bentuk pelet, beberapa keuntungan diperoleh. Peletisasi mempermudah penyimpanan, pengangkutan, dan pengumpanan pada unit konversi. Kadar air yang lebih rendah dan homogenitas pelet juga berkontribusi pada teknologi konversi yang lebih baik seperti gasifikasi dan pirolisis (Erlich *et al.*, 2006). Densifikasi dianggap sebagai cara yang tepat untuk menangani masalah bagas tebu (Brunerová *et al.*, 2020). Dalam proses densifikasi biasanya juga disertai dengan pemanasan sehingga nilai kalornya meningkat. Variabel proses yang biasanya berdampak pada proses densifikasi meliputi ukuran partikel, kadar air bahan, suhu pemanasan awal, dan kecepatan putaran cetakan (die), tekanan, dan durasi kompresi (Pradhan *et al.*, 2018; Stelte *et al.*, 2011; Tumuluru *et al.*, 2010). Biasanya densitas pelet berbanding terbalik dengan ukuran partikel karena selama densifikasi partikel yang lebih kecil memberikan luas permukaan yang lebih besar. Kadar air bahan yang optimum untuk pembuatan pelet adalah sekitar 8% (Li & Liu, 2000). Meningkatnya kadar air bahan akan menurunkan densitas pelet yang dihasilkan (Poddar *et al.*, 2014).

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui variasi tekanan dan ukuran partikel terhadap karakteristik pelet dari bagas tebu. Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat berupa bahan energi alternatif kepada masyarakat, tentang pellet dari bagas tebu sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif. Pellet dari bagas tebu dapat juga menambah nilai ekonomis yang baik yang dimana bahan bakunya mudah didapatkan, dan tidak perlu banyak memakan biaya yang menjadi keunggulan energi biomassa ini.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Bahan Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung di bulan Oktober 2021 hingga April 2022. Bahan utama adalah ampas tebu (bagas) yang diperoleh dari PT. Indolampung Perkasa Sugar Group Company. Bagas dikeringkan di bawah terik matahari selama 2-3 hari lalu dihancurkan menggunakan *hammer mill*. Bagas kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 8, 10, dan 12 mesh, berturut-turut untuk mendapatkan partikel kasar, sedang, dan halus seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Proses penelitian dilakukan dengan langkah-langkah seperti diberikan pada Gambar 2.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. Bagas tebu sebelum digiling dan setelah digiling dan diayak: a) asli, b) halus (12 mesh), c) sedang (10 mesh), dan d) kasar (8 mesh)



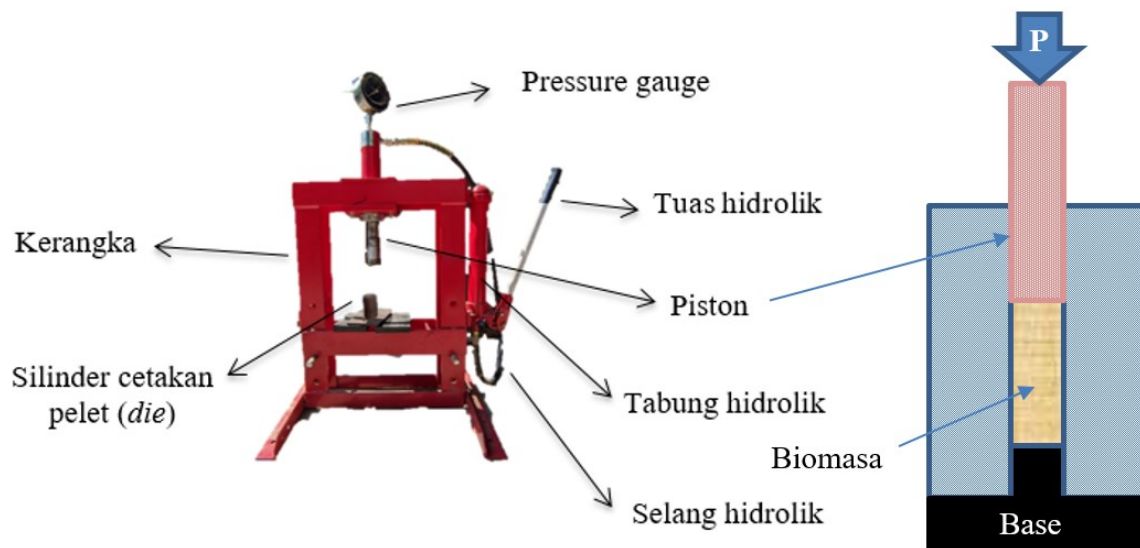
Gambar 2. Diagram alir penelitian pembuatan pelet dari bagas tebu

2.2. Rancangan Percobaan

Penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh tekanan dan ukuran partikel bahan terhadap karakteristik pelet yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini disusun dalam suatu Rancangan Acak Lengkap faktorial. Faktor pertama adalah tekanan (T) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 1 ton (T1), 2 ton (T2), 3 ton (T3). Faktor kedua adalah ukuran partikel (P) ampas tebu yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: halus (P1) dengan ukuran 12 mesh, sedang (P2) dengan ukuran 10 mesh, dan kasar (P3) dengan ukuran 8 mesh. Masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan dengan 3 ulangan.

2.3. Pencetakan Pelet

Pelet dicetak menggunakan alat pencetak pelet densifikator hidrolik yang dilengkapi dengan tuas pompa dan pengukur tekanan (*pressure gauge*) seperti terlihat pada Gambar 2. Alat mampu menahan tekanan hingga 20 ton. Cetakan pelet terbuat dari silinder besi pejal dengan lubang cetakan (*die*) berdiameter 12 mm. Tekanan kompresi 1 ton, 2 ton, dan 3 ton yang diaplikasikan dalam penelitian berturut-turut akan setara dengan 86,65 MPa, 173,30 MPa, dan 259,95 MPa. Bahan baku ampas tebu yang sudah disiapkan (sekitar 2-3 gram) dimasukkan ke dalam cetakan sambil ditekan-tekan menggunakan kawat atau paku, hingga penuh. Selanjutnya dicetak dengan menggunakan silinder cetak berdiameter 12 mm. Pencetakan pelet dilakukan dengan memberikan tekanan sesuai dengan desain percobaan selama 2 menit.



Gambar 2. Alat pencetak pelet densifikator hidrolik dengan detail silinder cetakan (kanan)

2.4. Pengamatan dan Pengukuran

Analisis terhadap bahan baku meliputi kadar air, masa jenis ruah (*bulk density*), dan nilai kalori. Pengujian pelet meliputi pengukuran densitas, kadar abu, kadar air, kadar volatail, uji kekerasan, dan warna pelet.

a. Kadar air

Kadar air diukur dengan mengeringkan sampel (M_b) dalam oven yang dipertahankan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Sampel kering kemudian didinginkan di dalam desikator lalu ditimbang (M_k). Kadar air (KA) dihitung menggunakan menggunakan Persamaan 2.

$$KA = \frac{M_b - M_k}{M_b} \times 100 \quad (1)$$

b. Densitas partikel.

Densitas menunjukkan perbandingan antara masa dan volume bahan bakar padat. densitas yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bahan bakar padat. Densitas dihitung dari masa pelet (m) dan volume pelet (V) sampel melalui Persamaan 2:

$$\text{Densitas} = m/V \quad (2)$$

c. Kadar abu

Kadar abu diukur dengan membakar sampel kering oven (M_1) dalam tanur pada suhu 550 °C selama 2 jam. Kadar abu dihitung dari masa abu (M_2) dibagi masa sampel menurut Persamaan 3:

$$\text{Abu} = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \quad (3)$$

d. Uji jatuh

Pengujian ini di lakukan untuk mengetahui ketahanan dan kekuatan pelet ketika jatuh pada sat penyimpanan atau transportasi. Uji ketahanan dilakukan dengan menjatuhkan pelet dari ketinggian 1,5 m. Ketahanan pelet dihitung dari masa pelet sebelum dijatuhkan (w_1) dan masa pelet setelah dijatuhkan (w_2) melalui Persamaan 4.

$$KA = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \quad (4)$$

f. *Durability*

Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu untuk mengetahui rata-rata jumlah pellet yang baik setelah di berikan uji fisik maupun mekanik. Pada saat pengujian dilakukan 3 kali pengulangan setiap perlakuan, pengambilan data dilakukan dengan cara pellet di masukan ke dalam botol plastik lalu di beri getaran selama 1 menit dengan kecepatan ± 1200 rpm dan jarak dari batang penggetar 5,5cm

g. *Daya serap air*

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Biopellet di letakan di alam ruangan terbuka dan mengamati penambahan massanya selama 30 hari setiap pukul 15.00 WIB.

2.5. Analisis Data

Data yang telah terkumpul selanjutnya dianalisis dalam bentuk table dan grafik. Untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan dan interaksinya dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) menggunakan software SAS.

3. Hasil dan Pembahasan

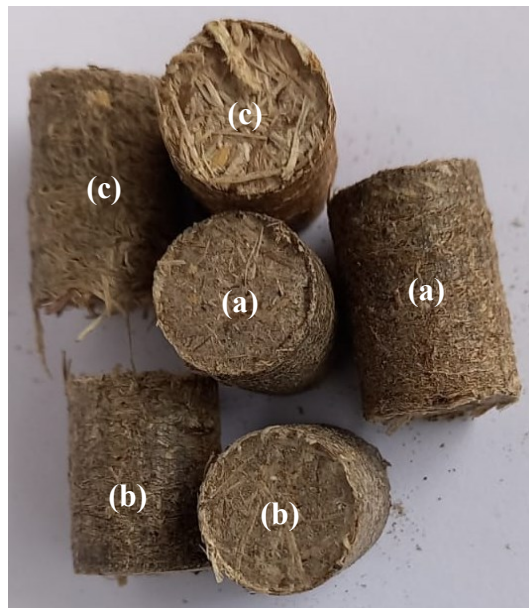
3.1. Karakteristik Bahan

Tabel 1 menunjukkan karakteristik bagas tebu yang digunakan dalam penelitian. Bagas tebu memiliki massa jenis rata-rata $0,092 \text{ g/cm}^3$ dengan kisaran antara $0,082 - 0,104 \text{ gr/cm}^3$, kadar air antara 9-11%, dan nilai kalori antara 16,00-17,23 MJ/kg. Standar Nasional Indonesia menetapkan nilai kalori minimum pelet biomassa 16,5 MJ/kg sehingga pellet bagas dapat memenuhi standar minimum nilai kalori pellet biomassa.

Gambar 3 memperlihatkan pelet yang dihasilkan dalam penelitian ini. Secara visual, ukuran partikel bahan berpengaruh pada penampakan pelet. Partikel halus menghasilkan pelet yang mulus, sedangkan partikel kasar menghasilkan pelet yang secara visual tampak kasar. Pelet memiliki ukuran diameter antara 11,9 mm hingga 12,0 mm dengan panjang antara 25,6 mm hingga 26,4 mm. Tabel 2 merinci karakteristik pelet bagas tebu.

Tabel 1. Karakteristik bagas tebu

Ukuran Partikel	Densitas (g/cm^3)	Kadar Air (%)	Nilai Kalor (MJ/kg)
Halus	0,104	9	16,00
Sedang	0,082	10	16,38
Kasar	0,089	11	17,23
Rata-rata	0,092	10	16,53



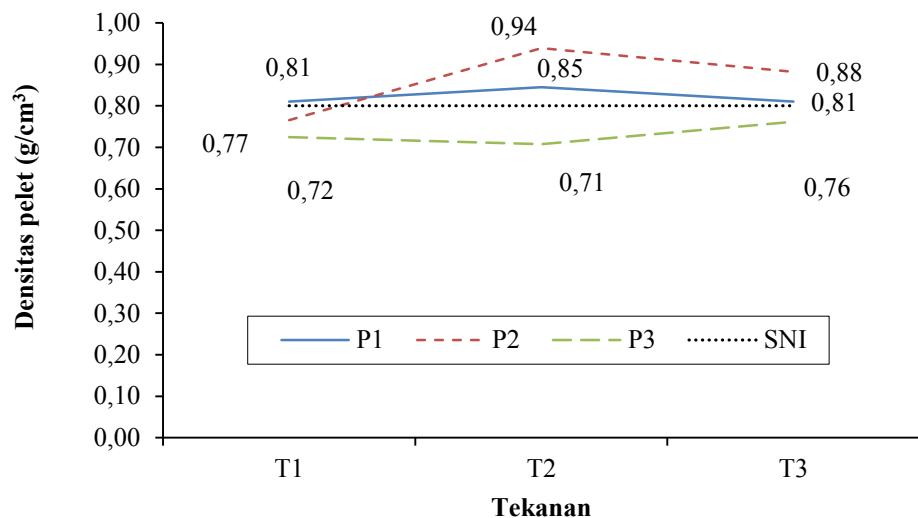
Gambar 3. Pelet bagas tebu: (a) partikel halus, (b) partikel sedang, (c) partikel kasar

Tabel 2. Karakteristik pelet bagas tebu

Ukuran Partikel	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Massa (gr)	Visual
Halus	12,0	2,56	2,38	Permukaan halus dan lembut.
Sedang	12,0	2,62	2,40	Permukaan sedikit kasar dan lembut
Kasar	11,9	2,64	2,43	Permukaan kasar

3.2. Densitas Pelet

Hasil pengukuran dan perhitungan massa jenis pelet satuan dapat dilihat pada Gambar 4. Massa jenis terendah pelet berkisar antara $0,71 \text{ g/cm}^3$ hingga $0,94 \text{ g/cm}^3$. Standar Nasional Indonesia (SNI) 8675-2018 menetapkan kerapatan pelet minimal $0,6 \text{ g/cm}^3$ untuk rumah tangga dan $0,8 \text{ g/cm}^3$ untuk industri (BSN, 2018). Oleh karena itu, semua pelet memenuhi standar densitas pelet rumah tangga, tetapi beberapa pelet, terutama dari partikel kasar dan tekanan 1 ton, tidak memenuhi standar industri. Dibandingkan bahan asal, maka densitas pelet meningkat antara 8 hingga 10 kali lipat. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tekanan dan ukuran partikel serta interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap densitas pelet pada taraf $\alpha = 5\%$. Meskipun demikian, kita melihat kecenderungan bahwa ukuran partikel kasar menghasilkan pelet dengan nilai densitas lebih rendah. Densitas pelet yang lebih tinggi pada pelet yang dicetak dari partikel bahan yang lebih halus juga dilaporkan oleh (Harun & Afzal, 2016) pada sejumlah bahan limbah pertanian dan kehutanan seperti rumput *reed canary*, jewawut timothy, rumput switchgrass, pinus, dan spruce. Ukuran partikel bahan baku mempengaruhi fenomena pengikatan antar partikel. Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar permukaan kontak keseluruhan sehingga memfasilitasi pengikatan yang lebih baik dan ikatan antar partikel memiliki energi per satuan massa yang lebih tinggi, terlepas dari sifat fisikokimia materialnya (Lisowski *et al.*, 2020).



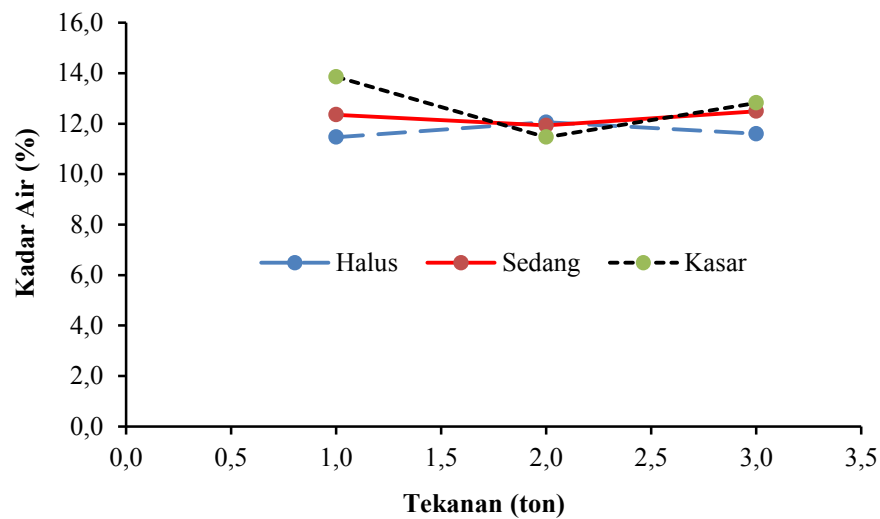
Gambar 4. Grafik pengaruh tekanan dan ukuran partikel terhadap massa jenis pelet

Tekanan merupakan variabel yang menentukan densitas pelet. (Unpinit *et al.*, 2015) melaporkan bahwa densitas pelet meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan kompaksi dari 56 MPa hingga 166 MPa untuk semua bahan (bambu, eukaliptus, kayu karet, tongkol jagung, dan serat kelapa). Efek yang tidak nyata dari tekanan pada penelitian kami mungkin disebabkan oleh rentang tekanan yang sudah tinggi, yaitu 86,65 MPa hingga 259,95 MPa. Dalam penelitian (Unpinit *et al.*, 2015) densitas pelet hanya naik sedikit pada tekanan 140 – 166 MPa.

Densitas pelet bagas yang dihasilkan dalam penelitian kami tidak jauh berbeda jika dibandingkan densitas pelet berbahan serbuk gergaji kayu dari industri meubel. (Simanjuntak *et al.*, 2022) melaporkan pelet serbuk gergaji yang diambil dari limbah industri meubel memiliki densitas 0,847 g/cm³ untuk partikel, antara 0,813 g/cm³ (partikel sedang), 0,815 g/cm³ (partikel kasar), dan 0,856 g/cm³ untuk bahan campuran.

3.3. Kadar Air

Gambar 5 menunjukkan kadar air pelet yang dihasilkan dari penelitian ini. Kadar air pelet berkisar dari 11,60% hingga 13,86%. Hal ini mungkin disebabkan karena bahan dan pelet tidak disimpan dalam wadah yang rapat sehingga menyerap lengas dari udara lingkungan. Biomassa seperti bagas tebu memiliki sifat higroskopis yang memungkinkan menyerap lengas dari udara lingkungan (Prabhu *et al.*, 2022). SNI 8675-2018 menetapkan kadar air maksimal 10% untuk pemakaian rumah tangga dan 12% untuk industri. Secara umum kadar air lebih besar daripada kadar air bahan awal. Pelet yang dicetak dengan tekanan 2 ton (173,30 MPa) atau partikel halus menghasilkan kadar air <12% sehingga memenuhi untuk pelet industri. Perlakuan lain menghasilkan pelet dengan kadar air >12% sehingga perlu dikeringkan lagi untuk bisa memenuhi standar pelet, baik industri maupun rumah tangga.



Gambar 4. Grafik perlakuan penekanan dan ukuran partikel pada kadar air pellet

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tekanan dan ukuran partikel serta interaksinya tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air pelet bagas tebu pada taraf $\alpha = 5\%$. Simanjuntak *et al.* (2022) juga melaporkan hal yang senada, dimana kadar air pelet tidak dipengaruhi oleh faktor lama kompresi dan ukuran partikel serbuk gergaji kayu meubel. Pada industri pelet komersial, tekanan kompaksi yang tinggi akan menimbulkan panas sehingga air dalam bahan akan menguap. Meskipun menggunakan tekanan kompaksi yang tinggi, proses pencetakan pelet pada penelitian kami tidak menimbulkan panas yang bisa menguapkan air dari bahan pelet. Perubahan kadar air pelet cenderung disebabkan karena bahan atau pelet menyerap air dari udara lingkungan, bukan karena proses.

3.4. Kadar Abu

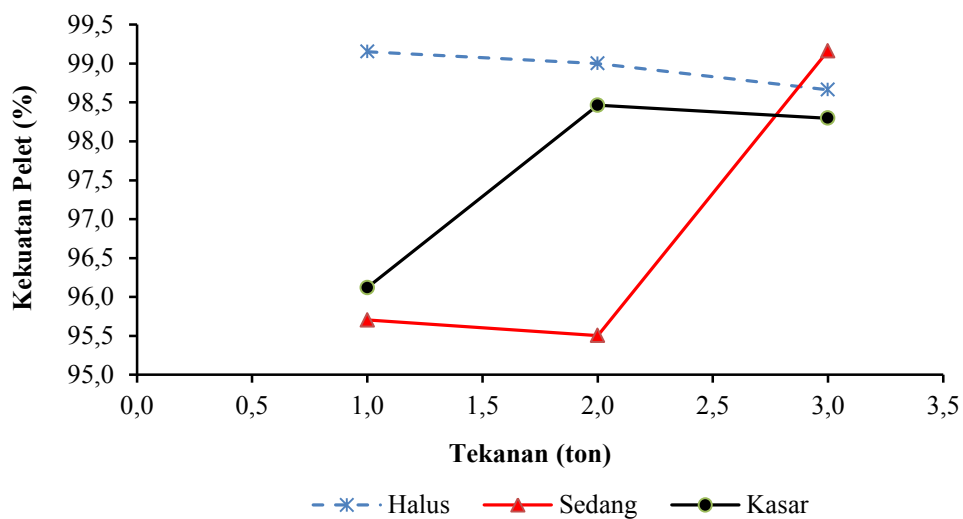
Tabel 3 menunjukkan kadar abu pelet bagas tebu. Kadar abu berkisar dari terendah 1,52% hingga 1,98%. SNI 8675-2018 menetapkan kadar abu maksimal 5% untuk pemakaian rumah tangga maupun industri. Secara umum kadar air abu pelet bagas memenuhi standar pelet nasional. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa interaksi tekanan dan ukuran partikel tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar abu pelet bagas tebu pada taraf $\alpha = 5\%$. Faktor tekanan saja juga tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu. Tetapi, faktor ukuran partikel berpengaruh signifikan terhadap kadar abu. Partikel kasar menghasilkan pelet dengan kadar abu lebih tinggi. Kadar abu adalah sifat intrinsik biomassa. Kadar abu yang tinggi untuk bahan berserat seperti bagas tebu cenderung menurunkan nilai kalor biomassa (Haryanto *et al.*, 2019).

Tabel 3. Pengaruh tekanan dan ukuran partikel terhadap kadar abu pelet bagas tebu

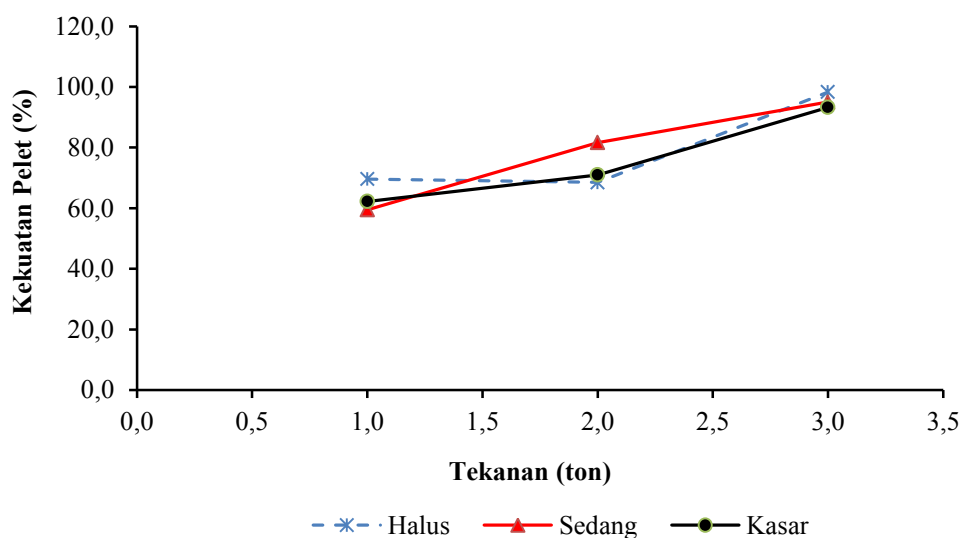
Tekanan	T1	T2	T3	Rata-rata
P1	1,69	1,65	1,53	1,61 a
P2	1,77	1,52	1,66	1,65 a
P3	1,83	1,98	1,75	1,85 b
Rata-rata	1,75 a	1,72 a	1,65 a	

3.5. Ketahanan Pelet

Pelet yang kuat lebih disukai karena ketahanan pelet akan sebanding dengan kekuatan pelet. Pelet yang rapuh akan mudah pecah atau hancur. Gambar 5 menunjukkan kekuatan pelet dari uji jatuh pada ketinggian 1,5 m. Secara umum pelet bagas tebu memiliki kekuatan yang baik, antara 95% hingga 99%. Uji Anova tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari faktor tekanan, ukuran partikel, maupun interaksi keduanya. Ada kecenderungan bahwa kekuatan pelet dari partikel halus menurun dengan naiknya tekanan kompaksi, sedangkan untuk pelet dari partikel sedang dan kasar ada kecenderungan naik kekuatannya seiring dengan naiknya tekanan kompaksi.



Gambar 5. Grafik pengaruh tekanan dan partikel terhadap kekuatan pelet



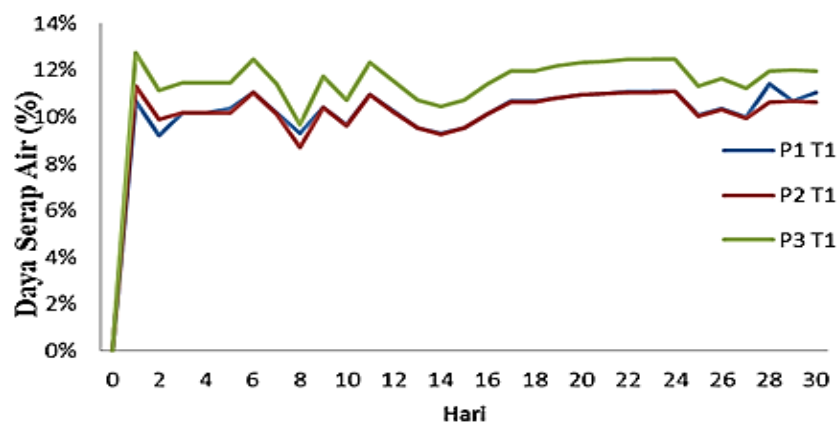
Gambar 6. Grafik pengaruh tekanan dan partikel terhadap *durability* pelet

Gambar 6 memperlihatkan *durability* pelet bagas yang dihasilkan dari uji getar. Terlihat bahwa *durability* pelet meningkat pada tekanan kompaksi yang makin naik. Hal ini terjadi untuk semua ukuran partikel. Uji Anova membuktikan bahwa faktor tekanan secara signifikan meningkatkan *durability* pelet. Pada tekanan yang tinggi, partikel pelet dapat mengisi ruang pori sehingga menghasilkan pelet yang lebih ulet. Pada tekanan ompaksi 1 ton, pelet bagas memiliki

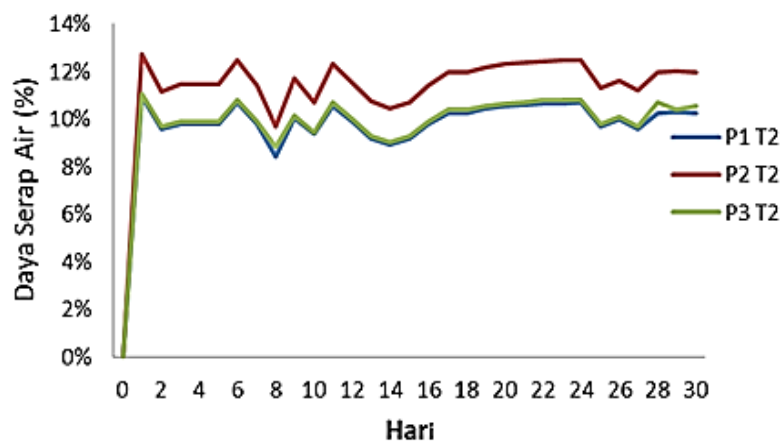
durability antara 59,5% hingga 69,6%. Pada tekanan 3 ton, durability pelet meningkat menjadi antara 93,25% hingga 98,33%. (Styks et al., 2021) melaporkan pembuatan pelet dari bahan *miscanthus*, *silphium*, dan *sida* pada tekanan 131 hingga 327 MPa dimana durability pelet meningkat dengan naiknya tekanan kompaksi.

3.6. Daya Serap Air

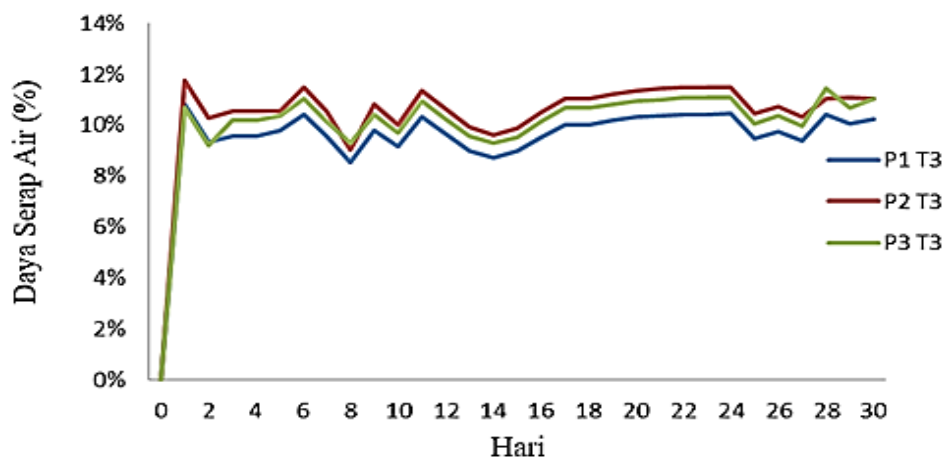
Pelet dengan kualitas yang baik harus memiliki sifat impermeabilitas (daya serap atau daya tembus) air yang rendah agar dapat disimpan dalam waktu lama tanpa penyerapan air (Unpinit et al., 2015). Impermeabilitas air adalah nilai yang menunjukkan kemampuan pelet padat untuk menyerap kelembaban atau penetrasi air selama penanganan, pengangkutan atau penyimpanan. Pelet yang mempunyai daya serap air tinggi akan mudah hancur dan tidak tahan terhadap penyimpanan. Gambar 8 memperlihatkan daya serap terhadap air oleh pelet bagas tebu yang dihasilkan dari penelitian ini. Terlihat jelas bahwa pelet dengan cepat menyerap lengas sehingga kadar air meningkat dari 0 (kering oven) menjadi antara 10-13% dalam waktu satu hari penyimpanan di wadah terbuka. Hal ini membuktikan sifat higroskopisitas bagas tebu yang mudah menyerap air.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Daya serap air pelet bagas tebu yang dibuat dengan tekanan (a) 1 ton, (b) 2 ton, dan (c) 3 ton.

Pengamatan juga memperlihatkan bahwa setelah itu kadar air pelet naik-turun menyesuaikan dengan kelembaban udara. Jika kelembaban udara (RH) naik maka pelet akan menyerap lengas dari udara lingkungan sehingga bobotnya naik. Demikian sebaliknya ketika RH turun maka pelet akan melepaskan lengas ke udara lingkungan sehingga bobot pelet juga akan turun. Hal ini menjadi petunjuk bagi kita dalam menangani pelet, antara lain: a) Pelet perlu dikeringkan sampai kadar air antara 10-12%, dan b) Pelet agar disimpan dalam ruangan yang memiliki RH rendah atau dalam kemasan yang rapat agar meminimalisir penyerapan lengas.

Analisis Anova terhadap daya serap air maksimum menunjukkan bahwa faktor tekanan dan ukuran partikel serta interaksinya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya serap air pelet. Sebuah penelitian melaporkan bahwa daya serap air menurun seiring dengan meningkatnya tekanan kompaksi selama pencetakan pelet (Unpinit *et al.*, 2015).

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pembuatan pellet dari bagas tebu diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan baku bagas tebu mempunyai karakteristik sebagai berikut: nilai massa jenis rata-rata $0,290 \text{ g/cm}^3$, kadar air rata-rata 10%, dan nilai kalor antara 16,00 – 17,23 MJ/kg.
2. Pelet bagas tebu memenuhi SNI 8675-2018 dalam hal kadar air (11,6% – 13,86%), densitas ($0,71 - 0,94 \text{ g/cm}^3$), kadar abu (1,52% – 1,98%).
3. Kadar abu pelet dipengaruhi oleh ukuran partikel bagas tebu, sedangkan *durability* pelet dipengaruhi oleh tekanan kompaksi. Tetapi, karakteristik pelet umumnya tidak secara nyata dipengaruhi oleh faktor tekanan (1 sampai 3 ton) dan ukuran partikel bagas tebu.
4. Pelet bagas tebu berpotensi sebagai bahan bakar alternatif, tetapi harus disimpan dengan baik karena memiliki daya serap air yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Bilba, K., Arsene, M.-A. & Ouensanga, A. 2003. Sugar cane bagasse fibre reinforced cement composites. Part I. Influence of the botanical components of bagasse on the setting of bagasse/cement composite. *Cement and Concrete Composites*, 25(1): 91–96.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2022. *Statistical Yearbook of Indonesia 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Brunerová, A., Roubík, H., Brožek, M., Van Dung, D., Phung, L.D., Hasanudin, U., Iryani, D.A. & Herák, D. 2020. Briquetting of sugarcane bagasse as a proper waste management technology in Vietnam. *Waste Management & Research*, 38(11): 1239–1250.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2018. *SNI 8675-2018: Pelet Biomassa Untuk Energi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Colombo, G., Ocampo-Duque, W. & Rinaldi, F. 2014. Challenges in Bioenergy Production from Sugarcane Mills in Developing Countries: A Case Study. *Energies*, 7(9): 5874–5898.
- Daniyanto, Sutidjan, Deendarlianto & Budiman, A. 2015. Torrefaction of Indonesian Sugar-cane Bagasse to Improve Bio-syngas Quality for Gasification Process. *Energy Procedia*, 68: 157–166.
- Erlich, C., Bjornbom, E., Bolado, D., Giner, M. & Fransson, T. 2006. Pyrolysis and gasification of pellets from sugar cane bagasse and wood. *Fuel*, 85(10–11): 1535–1540.
- Gunawan, Bantacut, T., Romli, M. & Noor, E. 2018. Biomass by-product from crystal sugar production: A comparative study between Ngadirejo and Mauritius sugar mill. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141: 012009.
- Harun, N.Y. & Afzal, M.T. 2016. Effect of Particle Size on Mechanical Properties of Pellets Made from Biomass Blends. *Procedia Engineering*, 148: 93–99.
- 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.
- Hoover, A.N., Tumuluru, J.S., Teymouri, F., Moore, J. & Gresham, G. 2014. Effect of pelleting process variables on physical properties and sugar yields of ammonia fiber expansion pretreated corn stover. *Bioresource Technology*, 164: 128–135.
- Iryani, D.A., Kumagai, S., Nonaka, M., Sasaki, K. & Hirajima, T. 2017. Characterization and Production of Solid Biofuel from Sugarcane Bagasse by Hydrothermal Carbonization. *Waste and Biomass Valorization*, 8(6): 1941–1951.
- Leang, Y.H. & Saw, H.Y. 2011. Proximate and functional properties of sugarcane bagasse. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 22(2): 5–8.
- Li, Y. & Liu, H. 2000. High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. *Biomass and Bioenergy*, 19(3): 177–186.
- Lisowski, A., Matkowski, P., Dąbrowska, M., Piątek, M., Świętochowski, A., Klonowski, J., Mieszkalski, L. & Reshetiuk, V. 2020. Particle Size Distribution and Physicochemical Properties of Pellets Made of Straw, Hay, and Their Blends. *Waste and Biomass Valorization*, 11(1): 63–75.
- Mahmud, Md.A. & Anannya, F.R. 2021. Sugarcane bagasse - A source of cellulosic fiber for diverse applications. *Heliyon*, 7(8): e07771.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Nigam, P. & Soccol, V.T. 2000. Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, 74(1): 69–80.
- Pippo, W.A., Luengo, C.A., Alberteris, L.A.M., Garzone, P. & Cornacchia, G. 2011. Energy Recovery from Sugarcane-Trash in the Light of 2nd Generation Biofuels. Part 1: Current Situation and Environmental Aspects. *Waste and Biomass Valorization*, 2(1): 1–16.
- Poddar, S., Kamruzzaman, M., Sujana, S.M.A., Hossain, M., Jamal, M.S., Gafur, M.A. & Khanam, M. 2014. Effect of compression pressure on lignocellulosic biomass pellet to improve fuel properties: Higher heating value. *Fuel*, 131: 43–48.
- Prabhu, R., Ganesh, S., Mahesha, G. & Bhat, K.S. 2022. Physicochemical characteristics of chemically treated bagasse fibers J. Sánchez, ed. *Cogent Engineering*, 9(1): 2014025.
- Pradhan, P., Mahajani, S.M. & Arora, A. 2018. Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology*, 181: 215–232.

- PT GMP, (Gunung Madu Plantations). 2009. *Pabrik Gula*. Jakarta.
- Rezende, C.A., de Lima, M.A., Maziero, P., deAzevedo, E.R., Garcia, W. & Polikarpov, I. 2011. Chemical and morphological characterization of sugarcane bagasse submitted to a delignification process for enhanced enzymatic digestibility. *Biotechnology for Biofuels*, 4(1): 54.
- Rípoli, T.C.C., Molina Jr., W.F. & Rípoli, M.L.C. 2000. Energy potential of sugar cane biomass in Brazil. *Scientia Agricola*, 57(4): 677–681.
- Sakdaronnarong, C. & Jonglertjunya, W. 2012. Rice straw and sugarcane bagasse degradation mimicking lignocellulose decay in nature: An alternative approach to biorefinery. *ScienceAsia*, 38(4): 364.
- Simanjuntak, F.A., Wisnu, F.K., Telaumbanua, M. & Haryanto, A. 2022. Pengaruh Durasi Penekanan dan Ukuran Partikel terhadap Kualitas Pelet Serbuk Gergaji. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(3): 349–360.
- Stelte, W., Holm, J.K., Sanadi, A.R., Barsberg, S., Ahrenfeldt, J. & Henriksen, U.B. 2011. Fuel pellets from biomass: The importance of the pelletizing pressure and its dependency on the processing conditions. *Fuel*, 90(11): 3285–3290.
- Styks, J., Knapczyk, A. & Łapczyńska-Kordon, B. 2021. Effect of Compaction Pressure and Moisture Content on Post-Agglomeration Elastic Springback of Pellets. *Materials*, 14(4): 879.
- Therdyothin, A., Bhattacharaya, S.C. & Chirarattananon, S. 1992. Electricity Generation Potential of Thai Sugar Mills. *Energy Sources*, 14(4): 367–380.
- Tumuluru, J.S., Wright, C.T., Kenny, K.L. & Hess, J.R. 2010. *A Review on Biomass Densification Technologies for Energy Application*. Idaho Falls, Idaho 83415: Idaho National Laboratory. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc840657/> 21 April 2019.
- Unpinit, T., Poblarp, T., Sailoon, N., Wongwicha, P. & Thabuot, M. 2015. Fuel Properties of Bio-Pellets Produced from Selected Materials under Various Compacting Pressure. *Energy Procedia*, 79: 657–662.