

ANALISIS KARAKTERISTIK BIOPELET BERBAHAN DASAR LIMBAH PERTANIAN DAN PERKEBUNAN DENGAN CAMPURAN ZAT PEREKAT ALAMI

*Tegar Arief Pradana¹, Bambang Yunianto², Muchammad²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: tegarariefpradana@students.undip.ac.id

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan manusia akan sumber energi, mendorong manusia untuk mencari sumber energi terbarukan pengganti fosil, salah satunya menggunakan biomassa sebagai alternatif sumber energi terbarukan. Secara umum potensi biomassa dihasilkan dari sektor kehutanan, pertanian dan perkebunan. Sebagai sumber energi, biomassa mempunyai beberapa keunggulan di antaranya dapat diperbarui sehingga dapat digolongkan sebagai energi yang berkesinambungan. Biomassa juga memiliki kelemahan yaitu memiliki nilai kalor yang rendah dan kadar air yang tinggi, Untuk mengatasi kelemahan dari biomassa tersebut, maka energi biomassa dapat dibuat dalam bentuk pelet. Peletisasi merupakan salah satu teknologi yang dilakukan secara mekanis untuk meningkatkan kepadatan biomassa menjadi biopelet. Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan pelet biomassa dari limbah ampas tebu, pelepah pisang dan jerami dengan komposisi 300 gr dengan campuran variasi bahan perekat organik tetes tebu, tepung tapioka dan kulit pisang masing-masing 30 ml dan tambahan air 30 ml, mesin menggunakan kecepatan putaran 1660 rpm dan *gap* pada *roller* dan *die* sebesar 1,5 mm. Didapatkan pelet dengan hasil karakterisasi pelet terbaik pada bahan ampas tebu dengan unsur perekat tepung tapioka. Nilai kalor yang dihasilkan masing-masing 4066,05 kal/g. Hasil karakteristik yang didapatkan dari setiap sampel menunjukkan kadar abu masih banyak yang tidak memenuhi standar, sehingga banyak sampel yang nilai kalorinya mendekati batas standar mutu, kadar zat terbang dan kadar karbon terikat sudah sesuai standar yang dibutuhkan.

Kata Kunci : bahan perekat; biopelet; karakteristik pelet; limbah pertanian dan perkebunan

Abstract

The increasing human need for energy sources has encouraged people to look for renewable energy sources to replace fossils, one of which is using biomass as an alternative source of renewable energy. In general, the potential for biomass is generated from the forestry, agriculture and plantation sectors. As an energy source, biomass has several advantages, including being renewable so that it can be classified as sustainable energy. Biomass also has weaknesses, namely having a low calorific value and high moisture content. To overcome these weaknesses, biomass energy can be made in the form of pellets. Pelletization is a technology that is carried out mechanically to increase the density of biomass into biopellets. In this research, the manufacture of biomass pellets was carried out from bagasse waste, banana stalks and straw with a composition of 300 gr with a mixture of various organic adhesives molasses, tapioca flour and banana peels each 30 ml and 30 ml of water added, the machine uses rotational speed. 1660 rpm and the gap between the roller and die is 1.5 mm. Pellets were obtained with the best pellet characterization results on sugarcane bagasse with tapioca flour adhesive elements. The resulting calorific value is 4066.05 cal/g respectively. The characteristic results obtained from each sample showed that the ash content still did not meet the standards, so that many samples had calorific values close to the quality standard limits, volatile matter content and bound carbon content which met the required standards.

Keywords: adhesive; agricultural and plantation waste; biopellets; pellet characteristics

1. Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan manusia akan sumber energi di segala sektor kehidupan, mendorong manusia untuk mencari sumber energi terbarukan pengganti fosil, yang mana ketersediaan sumber energi fosil di alam sangat terbatas. Oleh karena itu, salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah menggunakan biomassa sebagai sumber energi terbarukan. Biomassa memiliki ketersediaan di alam yang sangat melimpah, dan bisa diperbarui.

Potensi biomassa di Indonesia yang bisa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya mencapai 146,7 juta ton per tahun. Sementara potensi biomassa yang berasal dari limbah untuk tahun 2020 diperkirakan sebanyak 53,7 juta ton. Limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya berpotensi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar, yang dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati [1].

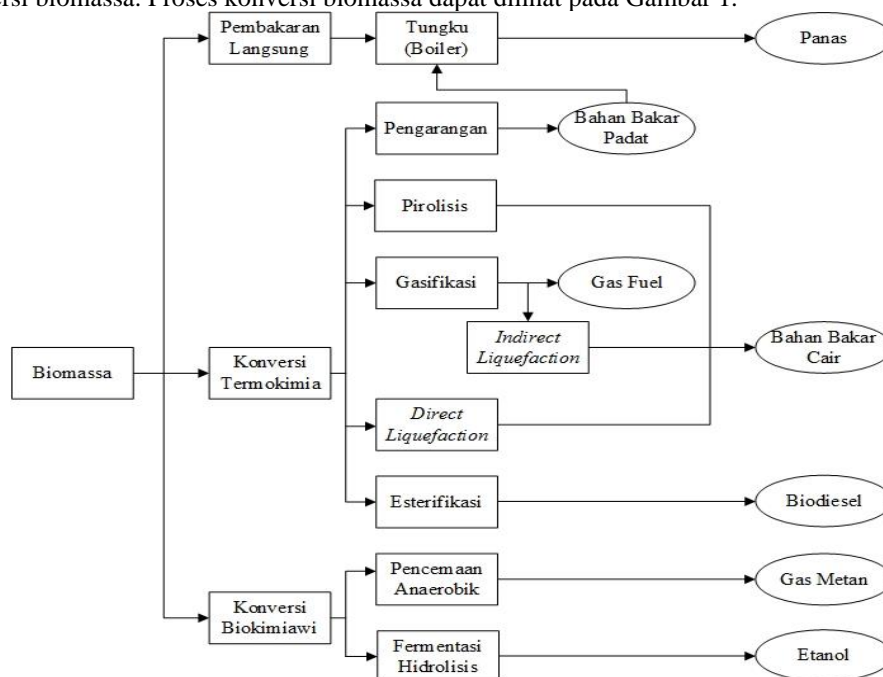
Biomassa dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan pengganti fosil. Materialnya mengandung unsur karbon yang dapat menghasilkan panas saat dioksidasi. Apabila digunakan sebagai sumber energi, biomassa mempunyai beberapa keunggulan atau kelebihan di antaranya dapat diperbarui (*renewable*) sehingga dapat digolongkan sebagai energi yang berkesinambungan (*sustainable*) [2]. Biomassa juga memiliki kelemahan yaitu memiliki nilai kalor yang rendah dan kadar air yang tinggi. Untuk mengatasi kelemahan dari biomassa tersebut, maka energi biomassa dapat dibuat dalam bentuk pelet. Peletisasi merupakan salah satu teknologi yang dilakukan secara mekanis untuk meningkatkan kepadatan biomassa menjadi biopelet [3]. Biopelet adalah bahan bakar padat hasil pengompakan biomassa yang berbentuk silinder dan memiliki panjang 6–25 mm dengan diameter 12 mm dan dapat digunakan sebagai energi alternatif.

Biomassa limbah pertanian dan perkebunan yang digunakan adalah yang banyak kandungan lignoselulosa. Penggunaan biomassa lignoselulosa dapat mengurangi persaingan memperebutkan lahan subur, karena dapat ditanam di lahan yang tidak cocok untuk tanaman pertanian dan perkebunan. Selain itu, dibandingkan dengan tanaman konvensional yang dapat berkontribusi hanya dengan sebagian kecil dari biomassa tegakan di atas, kilang biomassa berdasarkan bahan baku lignoselulosa dapat mengandalkan hasil biomassa per hektar yang lebih besar, karena seluruh tanaman tersedia sebagai bahan bakar [4].

Potensi ampas tebu di Indonesia sangat berlimpah, sebagian besar dihasilkan oleh pabrik gula. Pada tahun 2019 produktivitas perkebunan tebu mencapai 2,2 juta ton berdasarkan Direktorat Jenderal Perkebunan. Ampas tebu yang dihasilkan pabrik gula mencapai 35-40 % dari berat tebu yang digiling. Menurut rumus *Pritzelwitz*, setiap satu kilogram ampas tebu mengandung 2,5% gula dan menghasilkan nilai kalor 1,825 kkal [5].

Dilihat dari potensinya di Indonesia, limbah seperti jerami, ampas tebu, dan pelepah pisang lebih mudah didapatkan dan diperbaharui. Maka dari itu, penulis dalam penelitian ini menggunakan limbah pertanian dan perkebunan yaitu jerami padi, ampas tebu, dan pelepah pisang sebagai bahan baku untuk pembuatan pelet biomassa. Dengan campuran bahan pengikat tepung tapioka guna meningkatkan densitas dan nilai kalori pada biomassa.

Secara sederhana untuk dapat menghasilkan panas, biomassa dapat digunakan dengan cara dibakar langsung untuk menghasilkan panas. Agar biomassa dapat dimanfaatkan secara efisien sebagai bahan bakar maka dibutuhkan teknologi untuk mengkonversi biomassa. Proses konversi biomassa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konversi Biomassa

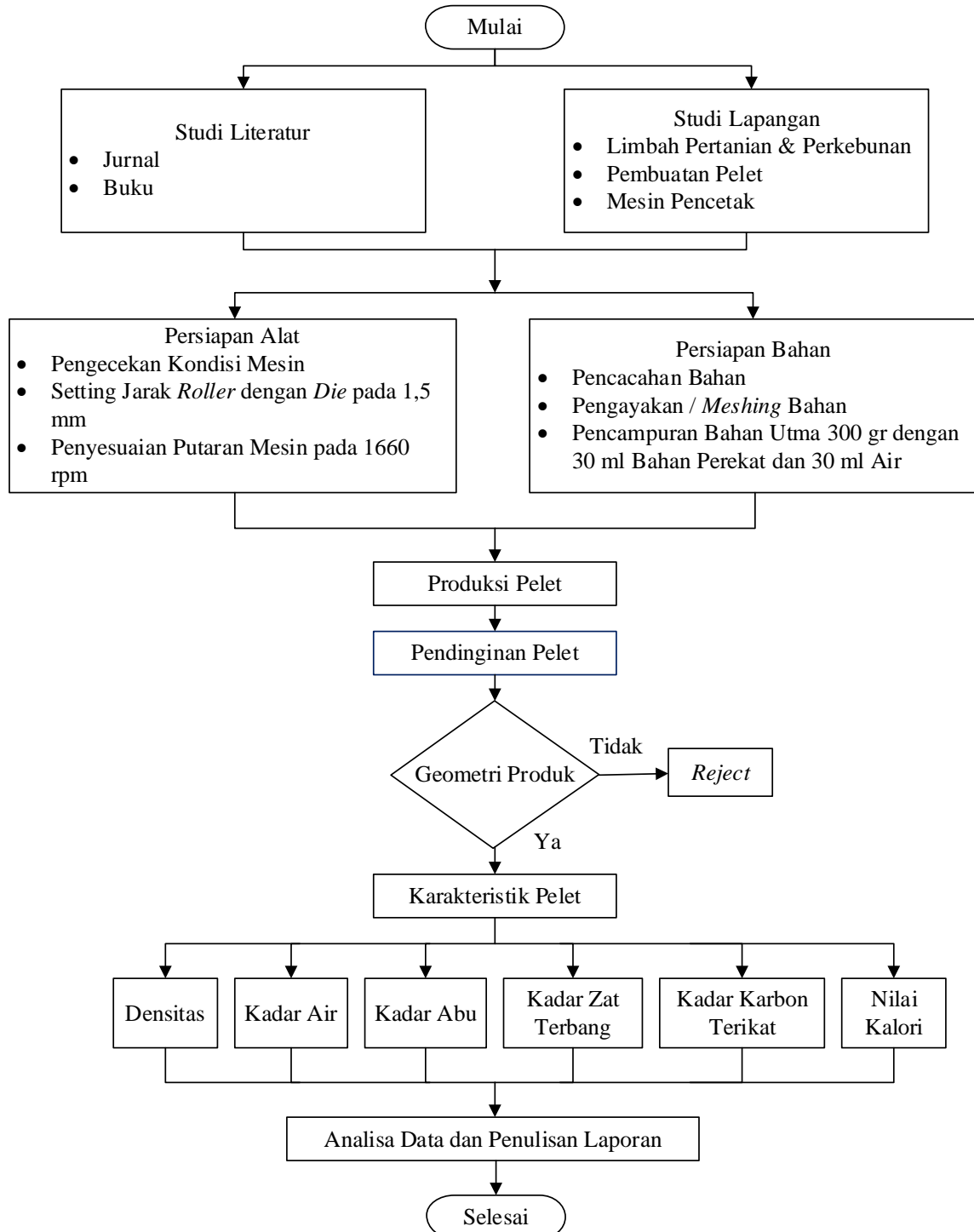
Pellet mill machine adalah alat yang digunakan untuk memadatkan campuran berbagai bahan dengan menggunakan *roller* dan dimampatkan melalui lubang silinder yang disebut *die*, sehingga dapat menghasilkan pelet. Hasil cetakan pada umumnya dalam bentuk silindris (tabung) ataupun dalam bentuk bulat. Pada Gambar 2.3 menunjukkan mesin pelet berdasarkan sistem kerjanya yaitu tipe *flat die pellet mill* dan *ring die pellet mill* [6].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium yang meliputi dua tahap. Tahap pertama dilakukan percobaan pembuatan pelet berbahan jerami, ampas tebu, dan pelepah pisang. Pada tahap kedua dilakukan karakterisasi biopelet berbahan jerami, ampas tebu, dan pelepah pisang dengan mencari nilai kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, kadar zat terbang, dan nilai kalori.

2.1 Diagram Alir

Diagram alir yang digunakan untuk penelitian ini ditampilkan Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Alat Penelitian

Bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Bahan Penelitian

2.3 Data Penelitian

Untuk menunjang penelitian ini antara lain seperti data nilai kalor dari biomassa dan perekat yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kalor biomassa dan perekat

No	Bahan Baku	Nilai Kalor (kal/g)
1	Ampas Tebu	1850
2	Jerami	2800
3	Pelepah Pisang	3322
4	Tepung Tapioka	6332

2.4 Prosedur Penelitian

Untuk menghasilkan pelet biomassa yang memiliki perancangan dan kualitas yang baik, maka diperlukan tahapan proses sebagai berikut.

1. Reduksi Ukuran

Bahan utama pembuatan pelet yaitu limbah ampas tebu, pelepah pisang dan jerami yang sudah dicacah halus kemudian akan diayak untuk mendapatkan ukuran partikel material yang dibutuhkan. Dimana ukuran saringan atau *mesh* yang digunakan adalah 20.

2. Pegeringan Bahan

Bahan utama yang sudah lolos penyaringan kemudian dikeringkan selama 48 jam dibawah sinar matahari yang terik. Setelah kering bahan utama disimpan pada wadah yang tidak terpengaruh oleh kondisi udara dari luar agar homogenitas bahan tetap terjaga.

3. Pencampuran Bahan

Selanjutnya bahan utama ditimbang, dan diambil sebanyak 300 gram. Lalu dicampur dengan bahan perekat 30 ml dan air 30 ml dengan menggunakan *mixer*. Pencampuran dengan variasi tiga bahan utama dan tiga jenis perekat menghasilkan sembilan jenis campuran untuk dijadikan pelet.

4. Persiapan

Pada tahap ini, mesin harus dipastikan sudah bersih dan dapat beroperasi. Apabila masih ada sisa bahan dari produksi pelet sebelumnya maka harus diersihkan dahulu supaya sisa bahan sebelumnya tidak bercampur dengan

bahan yang baru. Kemudian melakukan *setting* pada gap antara *die* dengan *roller* sebesar 1,5 mm. Setelah itu mesin dinyalakan dan diatur pada putaran 1660 rpm.

5. Pencetakan Pelet

Masing-masing dari sembilan variasi campuran bahan sebelumnya yang sudah diaduk kemudian dicetak pada mesin pencetak pelet. Masukkan sedikit demi sedikit bahan campuran ke dalam lubang pemasukan, tunggu hingga pelet tercetak dan keluar dari lubang pengeluaran. Jika pelet belum tercetak maksimal maka masukan lagi ke mesin pencetak hingga pelet tercetak maksimal. Ukuran pelet yang dihasilkan 3-4 cm.

6. Pengayakan

Setelah semua pelet tercetak kemudian dilakukan pengayakan untuk membuang sisa bahan yang tidak tercetak menjadi pelet. Kemudian dilakukan proses pemilihan pelet sesuai ukuran yang dibutuhkan untuk diuji.

7. Pendinginan

Pelet yang keluar dari mesin pencetak mengeluarkan panas yang tinggi akibat gesekan antara bahan campuran dengan *roller* dan *die* pada mesin pencetak, untuk itu harus dilakukan pendinginan sebelum dilakukan pengemasan agar tidak menghasilkan uap jika disimpan. Pendinginan dilakukan dengan diangin-anginkan di ruang terbuka dan pastikan untuk semua pelet benar-benar kering agar ketika dikemas tidak menjamur.

8. Pengemasan

Pelet yang sudah dalam kondisi baik kemudian dikemas dan disimpan pada ruangan dengan suhu kamar untuk menjaga kualitas pelet.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi pelet merupakan sifat yang dihasilkan dari biomassa limbah ampas tebu, pelepah pisang dan jerami yang telah menjadi pelet dan lolos seleksi geometri produk, kemudian diuji sesuai parameter-parameter yang sudah ditentukan oleh BSN. Hasil pengujian karakterisasi pelet biomassa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel pengamatan suhu pembakaran tertinggi setiap pengujian

Variasi Sampel		Variabel Penelitian					
Nama Sampel	Bahan	Densitas (g/cm ³)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Kalori (kal/g)
S-1	Ampas Tebu	1,17	10,50	4,92	65,45	19,13	4066,05
	Tapioka						
S-2	Pelepah Pisang	1,42	7,46	11,53	61,89	19,12	4060,12
	Tapioka						
S-3	Jerami Padi	1,39	10,84	12,95	57,89	18,32	3894,60
	Tapioka						

Dari Tabel 2 diketahui bahwa densitas tertinggi dihasilkan oleh pelet biomassa pelepah pisang dengan perekat tapioka yaitu 1,42 g/cm³, kadar air terendah dihasilkan oleh pelet biomassa pelepah pisang dengan perekat tapioka yaitu 7,46%. Kadar abu terendah dihasilkan pelet biomassa ampas tebu dengan perekat tapioka yaitu 4,92%. Kadar zat terbang terendah dihasilkan pelet biomassa jerami dengan perekat tapioka yaitu 57,89%. Kadar karbon terikat tertinggi dihasilkan pelet biomassa ampas tebu dengan perekat tapioka yaitu 19,13%. Nilai kalori tertinggi dihasilkan pelet biomassa ampas tebu dengan perekat tapioka yaitu 4066,05 kal/g.

Dalam prinsip pembakaran, nilai densitas yang terlalu tinggi tidak diharapkan. Tingginya nilai densitas akan menyebabkan berkurangnya rongga udara pada biopelet sehingga bisa memperlambat laju pembakaran. Biopelet yang terlalu padat akan sulit terbakar, dan juga jika terlalu renggang akan mudah pecah dan sangat menyulitkan pada masalah transportasi [7]. Berat jenis itu sendiri dipengaruhi oleh ukuran partikel dari bahan, dimana semakin kasar atau semakin besar ukuran partikel pelet maka semakin kecil berat jenisnya, sehingga semakin kecil pula kerapatan yang dihasilkan [8]. Tingginya kadar air biopelet dapat menurunkan nilai kalor pembakaran, menyebabkan proses penyalaan menjadi lebih sulit dan menghasilkan banyak asap. Tekanan yang tinggi dapat menyebabkan pelet padat, kerapatan tinggi, dan halus, sehingga partikel biomassa dapat saling mengisi pori-pori yang kosong serta menurunkan molekul air yang dapat menempati pori-pori tersebut [9]. Semakin rendah kadar abu yang didapatkan akan semakin baik. Abu berperan menurunkan mutu bahan padat karena dapat menurunkan nilai kalori [10]. Kadar zat terbang berbanding terbalik dengan kadar karbon terikat yang didapatkan, semakin rendah kadar zat terbang maka karbon terikat akan semakin tinggi [10]. Parameter utama dalam menentukan kualitas bahan bakar pelet adalah nilai kalori. Kalori yang semakin tinggi menunjukkan kualitas bahan bakar yang semakin baik [9].

Disimpulkan dari hasil pengujian karakteristik dari ketiga jenis limbah yang digunakan, ampas tebu memiliki karakteristik yang lebih baik jika dijadikan bahan baku pelet biomassa dibandingkan jerami padi dan pelepah pisang.

Disamping memperhatikan teknologi untuk proses pembuatan dari pelet tersebut, adapun faktor lain yang harus diperhatikan yaitu kualitas bahan bakar biopelet atau acuan dari kualitas pelet itu sendiri yang sesuai SNI. Berikut merupakan mutu bahan bakar standar SNI 8021:2014 pada Tabel 3 [11].

Tabel 3. Karakteristik pelet menurut SNI 8021:2014

No.	Parameter	Satuan	Standar
1	Kerapatan	g/cm ³	≥ 0,8
2	Kadar Air	%	≤ 12
3	Kadar Abu	%	≤ 5
4	Kadar Karbon Terikat	%	≥ 14
5	Kadar Zat Terbang	%	≤ 80
6	Nilai Kalori	kal/g	≥ 4000

Berdasarkan Tabel 3, sampel yang memenuhi semua syarat SNI yaitu pelet biomassa ampas tebu dengan perekat tapioka. Pelet biomassa pelepah pisang dengan perekat tapioka tidak memenuhi syarat karena kadar abu yang dihasilkan tinggi. Sementara itu pelet biomassa jerami dengan perekat tapioka tidak memenuhi syarat karena kadar abu yang dihasilkan tinggi serta nilai kalor yang dihasilkan tidak mencapai 4000 kal/g.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan pelet biomassa pada variasi komposisi bahan utama 300 gram, bahan perekat 30 ml dan tambahan air 30 ml. Dari semua variasi campuran semuanya sukses berbentuk pelet (silinder).
2. Sampel terbaik dihasilkan dari pelet biomassa berbahan dasar ampas tebu dengan perekat tapioka, dimana nilai kalor yang dihasilkan adalah 4066,05 kal/g.
3. Hanya sampel ampas tebu yang memenuhi mutu SNI, kadar abu yang tinggi menurunkan mutu dari pelet berbahan dasar pelepah pisang dan jerami. Nilai kalor yang dihasilkan pelet jerami hanya mencapai 3894,6 kal/g.

5. Daftar Pustaka

- [1] Parinduri, Luthfi, and Taufik Parinduri. 2020. "Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan." *Journal of Electrical Technology* 5(2):88–92.
- [2] Suganal, Suganal, and Gandhi K. Hudaya. 2019. "Bahan Bakar Co-Firing Dari Batubara Dan Biomassa Tertorefaksi Dalam Bentuk Briket (Skala Laboratorium)." *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara* 15(1):31–48.
- [3] Nilsson, D., Bernesson, S., & Hansson, P. 2010. "Pellet production from agricultural raw materials: A system study". *Biomass and Bioenergy*, 35(1), 679–689.
- [4] Rahmansyah, Muhammad Shalahuddin, Sukma Hadi Anugerah, and Lely Mardiyanti. 2021. "Kilang Biomassa Dari Limbah Pertanian Dan Perkebunan Untuk Pembangunan Berkelanjutan." *Jurnal Envirotek* 13(2):76–85.
- [5] Halawa, J., & Harjanti, R. S. Jurnal Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan ISSN*, 2549, 144X.
- [6] Ginting, S.P. 2009. "Prospek Penggunaan Pakan Komplit Pada Kambing Tinjauan Manfaat dan Aspek Bentuk Fisik Pada Kambing Serta Respon Ternak". *Wartazoa* 19 (2): 64-75.
- [7] Liliana, W. 2010. "Peningkatan Kualitas Biopelet Bungkil Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Melalui Teknik Karbonisasi". Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- [8] Munawar, Sasa Sofyan, and Bambang Subiyanto. 2014. "Characterization of Biomass Pellet Made from Solid Waste Oil Palm Industry." *Procedia Environmental Sciences* 20:336–41.
- [9] Rahman. 2011. Uji keragaan biopelet dari biomassa limbah sekam padi (*Oryza sativa* sp.) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Fateta, IPB, Bogor, *Jurnal Rekayasa Mesin* 4(3): 199-203.
- [10] Lubis, H. Amri. 2011. "UJI Variasi Komposisi Bahan Pembuat Briket Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian". Fakultas Pertanian. Sumatera Utara: USU.
- [11] Zikri, Ahmad, and Irawan Rusnadi. 2015. "Pembuatan Biopelet." *Jurnal Teknik Kimia* 21(2):50–58.