

PEMANFAATAN LIMBAH BONGGOL JAGUNG UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF PELET

USE OF CORN COB WASTE FOR ALTERNATIVE PELLET FUEL

Hajar Isworo¹⁾, Muhammad Khalil¹⁾, Rusuminto Syahyuniar¹⁾, Adhiela Noer Syaief¹⁾,
Anggun Angkasa Bela Persada¹⁾, Yulima Melsipa Lingga¹⁾, Kurnia Dwi Artika¹⁾
Teddy Kurniawan¹⁾

¹⁾PoltekNIK Negeri Tanah Laut, Pelaihari, Indonesia

email: hajarisworo@politala.ac.id*, muhammadkhalil@politala.ac.id, rusuintosyahyuniar@politala.ac.id,
adhel_syaief@politala.ac.id, angkasa@politala.ac.id, melsi@politala.ac.id, kurnia.2a@politala.ac.id,
teddykurniawan@gmail.com

Abstract

Received:
20 Juni 2025

Accepted:
28 Juni 2025

Published:
28 Juni 2025

Currently, biomass has been developed made from corn cobs for alternative energy, such as making briquettes or pellets. This research aims to test how much combustion can be produced from corncob pellets. 200 grams of corn cob powder was used with a mixture of tapioca flour and water, with percentages of 50%, 75% and 100%. The test results showed that in the 50% adhesive experiment initial ignition took 2-3 minutes with a resulting temperature of 542°C and a burning rate of 48 per minute and a combustion residue of 7g. For 75% adhesive, initial ignition takes 2-3 minutes with a resulting temperature of 547°C and a burning rate of 39 per minute and a combustion residue of 13g. Meanwhile, for 100% adhesive, initial ignition takes 3-4 minutes with a resulting temperature of 611°C and a burning rate of 34 per minute and a combustion residue of 9g. The results of the three tests show that 100% adhesive produces good initial ignition, a fast burning rate with an optimal temperature so that corncob pellets are suitable as an alternative biomass fuel.

Keywords: Biomass, Corn Cobs, Adhesive, Combustion Characteristics

Abstrak

Untuk sekarang ini telah banyak dikembangkan biomassa yang berbahan bonggol jagung untuk energi alternatif seperti misalnya pada pembuatan briket ataupun pelet. Penelitian ini bertujuan untuk menguji seberapa besar pembakaran yang dapat dihasilkan dari pelet bonggol jagung. Serbuk bonggol jagung yang digunakan sebanyak 200 gr dengan campuran tepung tapioka dan air, dengan persentase 50%, 75% dan 100%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada percobaan perekat 50% penyalan awal diperlukan waktu 2-3 menit dengan suhu yang dihasilkan 542°C dan laju pembakaran 48 per menit serta hasil sisa pembakaran sebanyak 7gr. Untuk perekat 75% penyalan awal diperlukan waktu 2-3 menit dengan suhu yang dihasilkan 547°C dan laju pembakaran 39 per menit serta hasil sisa pembakaran sebanyak 13gr. Sedangkan pada perekat 100% penyalan awal diperlukan waktu 3-4 menit dengan suhu yang dihasilkan 611°C dan laju pembakaran 34 per menit serta hasil sisa pembakaran sebanyak 9gr. Hasil dari ketiga pengujian menunjukkan bahwa perekat 100% menghasilkan penyalan awal yang baik, laju pembakaran yang cepat dengan suhu yang dihasilkan optimal sehingga pelet bonggol jagung cocok dijadikan bahan bakar alternatif biomassa.

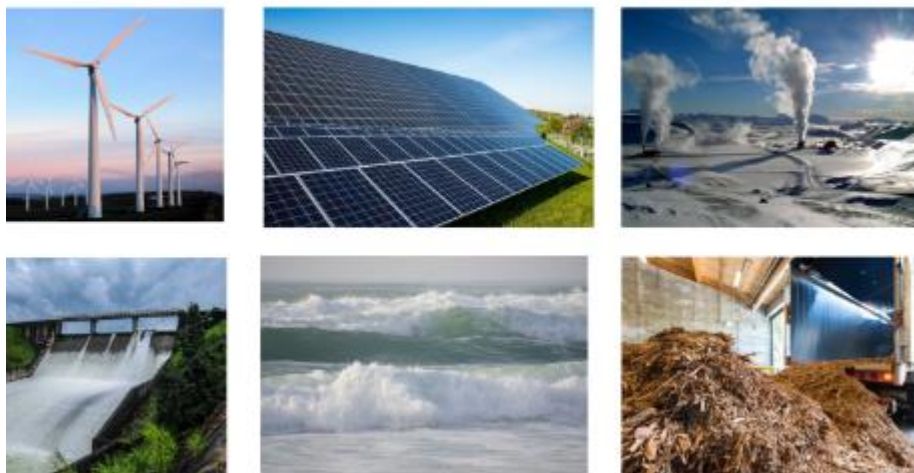
Kata Kunci: Biomassa, Bonggol Jagung, Perekat, Karakteristik Pembakaran

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i2.15755

How to cite: Isworo, H., Khalil, M., Syahyuniar, R., Syaief, A. N., Persada, A. A. B., Lingga, Y. M., Artika, K. D., & Kurniawan, T., "Pemanfaatan Limbah Bonggol Jagung Untuk Bahan Bakar Alternatif Pelet". JTAM ROTARY, 7(2), 133-144, 2025.

PENDAHULUAN

Energi merupakan komponen utama yang berperan penting dalam aspek kehidupan manusia. Sumber energi utama yang dipergunakan adalah sumber daya alam bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak (BBM) adalah sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable resource*). Meningkatnya aktivitas ekonomi di Indonesia pada sektor industri, sektor rumah tangga, transportasi, komersial dan bersamaan dengan eksploitasi energi secara berlebihan maka akan berdampak negatif terhadap keberlangsungan dan ketersediaan sumber daya alam, sehingga dapat menyebabkan krisis energi. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, dengan melakukan pengembangan energi alternatif yang bersifat dapat diperbaharui (*renewable resources*) dari sumber daya energi lainnya seperti energi air, biogas, energi matahari, energi angin, gelombang laut dan biomassa (Desti, 2022).



Gambar 1. Energi Alternatif Yang Bersifat Dapat Diperbaharui (*Renewable Resources*)

Biomassa dapat dijadikan sebagai pengembangan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Biomassa berasal dari bahan organik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan dapat berupa alga, pohon-pohon dan palawija yang dapat dihasilkan melalui proses fotosintetik baik berupa produk maupun buangan (Chairiyah, 2021), Senyawa utama yang terkandung dalam biomassa berupa hemiselulosa, selulosa dan lignin (Ridhuan *et al.*, 2019). Beberapa contoh biomassa antara lain sekam padi, tempurung kelapa, ampas tebu, serbuk kayu, bonggol jagung dan lainnya. Badan Pusat Statistik Kalimantan Selatan melaporkan pada tahun 2024 luas panen tanaman jagung di Kalimantan Selatan mencapai 18.766,21ha meningkat dari tahun sebelumnya sebesar 18.382,82 ha (Pramudi *et al.*, 2024). Komposisi kimia yang terkandung pada bonggol jagung berupa hemiselulosa 10,28%, selulosa 65,96%, lignin 23,74%. Ketiga komposisi kimia yang terkandung dalam bonggol jagung tersebut, selulosa adalah material yang paling kuat pada biomassa, karena selulosa mengandung karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan lignin dan hemiselulosa, dan selulosa juga memiliki kandungan energi yang tinggi. Bonggol jagung mengandung nilai kalor sebesar 3500-4500 kal/g (Fadilah & Arimbawa, 2023). Kelimpahan bonggol jagung serta komposisi kimia dan nilai kalor yang terkandung dalam bonggol jagung tersebut sehingga bonggol jagung berpotensi sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak berupa pelet.



Gambar 2. Bonggol Jagung

Umumnya karakteristik biopelet memiliki nilai kalor yang relatif rendah jika dibandingkan dengan batubara. Biopelet dihasilkan dari limbah dari hasil pertanian dan perkebunan, umumnya biopelet memiliki panjang 6-22 mm dan diameter 12 mm yang digunakan sebagai energi alternatif dari biomassa (Suganal & Hudaya, 2019). Torefaksi biomassa meningkatkan nilai kalor yang dipengaruhi faktor suhu dan waktu torefaksi. Suhu dan waktu torefaksi yang tinggi akan meningkatkan nilai kalor dan kadar abu, tetapi nilai karbon stabil. Nilai kalor berhubungan dengan kadar air dan densitas pelet yang dihasilkan. Pelet dengan kandungan air tinggi mengakibatkan nilai kalor semakin turun. Proses torefaksi mengubah sifat hidrofilik menjadi hidrofobik sehingga pelet dapat disimpan lebih lama. Pelet tandan kosong hasil torefaksi suhu 260°C selama 35 menit menghasilkan daya serap air sebesar 8,33% (Purnomo *et al.*, 2022).

Perekat dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu perekat anorganik dan perekat organik. Perekat anorganik ini dapat berupa clay (lempung), getah karet, getah pinus, sedangkan, perekat organik seperti tepung kanji, molase dan parafin. Perekat yang biasanya digunakan berupa pati dari ubi kayu atau tapioka yang mempunyai keuntungan, mudah di dapatkan, ekonomis dan jumlah pemakaian perekat jauh lebih sedikit. Untuk menghasilkan pelet limbah bonggol jagung yang bagus untuk bahan bakar alternatif biomassa diperlukan analisa pelet yang dipadatkan dengan dicampurkan air dan tepung tapioka untuk perekatnya menggunakan mesin cetak pelet. Oleh karena itu melalui tugas akhir ini, penulis membuat analisa hasil pengujian dalam pembuatan pelet dari limbah bonggol jagung dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan campuran limbah bonggol jagung, air dan tepung tapioka agar memperoleh hasil uji (penyalan awal, laju pembakaran, temperatur pembakaran dan berat sisa pembakaran) pada pelet dari limbah bonggol jagung.



Gambar 3. Tepung Tapioka

METODE PENELITIAN

Parameter Pengamatan

Dengan mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam analisa hasil pengujian dengan melalui internet, perpustakaan sehingga diperoleh referensi yang dapat digunakan untuk mendukung pembahasan analisa hasil ini.

Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini yaitu di Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. Ahmad Yani Km. 06, Desa Panggung, Kec. Pelaihari Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

Rancangan Penelitian

Alat Penelitian

1. Motor dinamo
2. Alat cetak pelet
3. Pully dan V-belt
4. Timbangan digital (gr)
5. Alat ukur suhu ($^{\circ}\text{C}$)
6. Gelas takaran (ml)
7. Kompor
8. Wajan
9. Pengaduk
10. Mampan/wadah untuk menampung pelet bonggol jagung

Bahan Penelitian

1. Tepung Tapioka
2. Air
3. Bonggol jagung

Tahap Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menganalisa pelet bonggol jagung yang dihasilkan mulai dari :

1. Persiapan bahan baku serbuk bonggol jagung



Gambar 4. Serbuk Bonggol Jagung

2. Pencampuran air, dan tepung tapioka



Gambar 5. Pencampuran Air, Dan Tepung Tapioka

3. Pencampuran serbuk bonggol jagung, air, dan tepung tapioka



Gambar 6. Pencampuran Serbuk Bonggol Jagung, Air, Dan Tepung Tapioka

4. Pencetakan pelet



Gambar 7. Pencetakan Pelet

5. Pengeringan



Gambar 8. Pengeringan Pelet

6. Penimbangan
7. Pengujian
8. Analisa hasil

Perbandingan campuran serbuk bonggol jagung, air, dan tepung tapioka, sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan campuran serbuk bonggol jagung dan perekat

No.	Diameter (mm)	Serbuk Bonggol Jagung (gr)	Air (ml)	Tepung Tapioka (gr)	Perbandingan Campuran
1.	6	200	350	100	50% 1:2
2.	6	200	400	150	75% 1:1,5
3.	6	200	450	200	100% 1:1

Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Teknik ini dilakukan dengan eksperimen percobaan pengolahan pelet bonggol jagung dengan perbandingan serbuk bonggol jagung, air, dan tepung tapioka. Analisis data dilakukan dengan pengujian pembakaran dari pelet bonggol jagung pengamatan nyala api dapat berapa lama bertahan, seberapa besar api dan suhu yang dapat dihasilkan serta hasil sisa pembakaran.

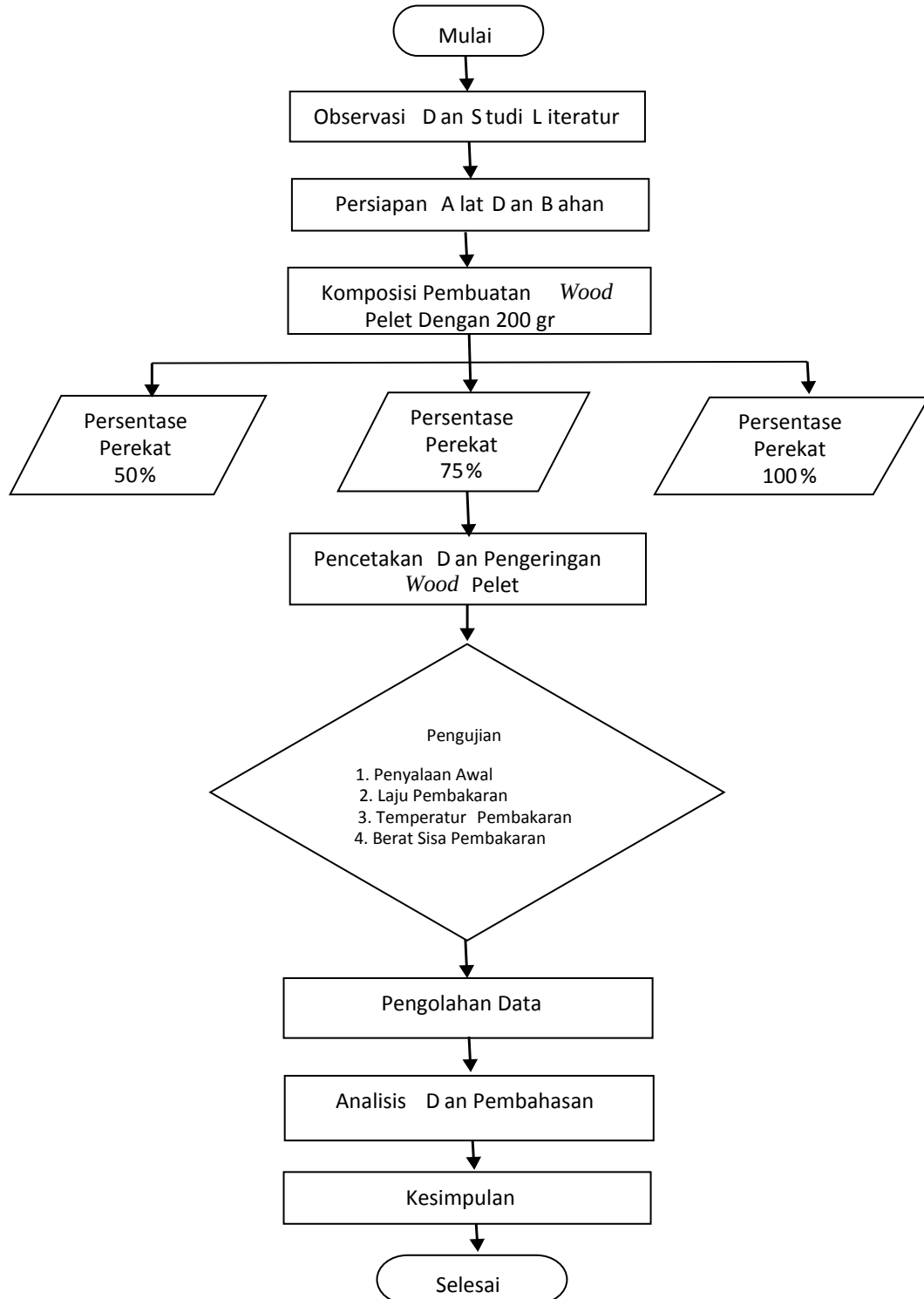
Langkah Penelitian

1. Persiapan bahan serbuk bonggol jagung sebanyak 200 gr untuk setiap pengujian,
2. Pencampuran bahan serbuk bonggol jagung, air, dan tepung tapioka, serbuk bonggol jagung 200 gr diaduk sampai rata dengan perekat tepung tapioka dan air,
3. Pencetakan dilakukan dengan menggunakan saringan 6 mm,

4. Pengeringan pelet bonggol jagung dibawah sinar matahari langsung selama 1 hari,
5. Penimbangan berat pelet bonggol jagung setelah dikeringkan,
Langkah terakhir yaitu analisa hasil pengujian pelet bonggol jagung.

Diagram alir penelitian

Diagram alir dalam penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian pembuatan pelet bonggol jagung dengan perbandingan campuran serbuk bonggol jagung, air dan tepung tapioka, sebagai berikut:

Hasil Pengujian

Pelet bonggol jagung merupakan bahan bakar biomassa, yang berarti bahannya dari sumber yang dapat diperbaharui dan terus berkembang sehingga ramah lingkungan dalam penggunaannya. Di dunia industri, pelet bonggol jagung bisa digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik dan pembangkit tenaga pemanas, maupun bahan bakar untuk boiler, untuk pemakaian rumah tangga pelet bonggol jagung dipergunakan sebagai sistem pemanas di dalam rumah serta pemanas BBQ untuk pesta di rumah, dan untuk sebagai pemesanan di dalam rumah ketika musim dingin tiba. Kualitas pelet bonggol jagung yang baik sangat penting untuk mencapai proses pemanasan yang konstan dan optimal saat digunakan maka diperlukan spesifikasi untuk menghasilkan kualitas pelet bonggol jagung yang baik. Dalam beberapa metode bisa dilakukan untuk mengenali produk yang berkualitas tinggi. Bisa dilihat secara visual dan pengujian fisik sebagai berikut:

1. Visual

a. Panjang seragam

Ukuran panjang pelet bonggol jagung yang seragam mencerminkan proses produksi yang konsisten dan stabil. Menurut standar ENplus, panjang optimal harus dari 30mm hingga 40mm, artinya terdapat toleransi perbedaan panjang 5mm. Jika perbedaannya terlalu besar, artinya pengaturan pisau pemotong pada mesin pelet tidak benar.

b. Serpihan sedikit

Serpihan atau remah pelet tidak bisa dihindari tetapi bisa dikurangi. Remah/serpihan bisa dilihat dengan mudah pada pelet bonggol jagung yang dikemas dalam sebuah kantong transparan (misalnya 15 kg). Menurut standar internasional, pelet bonggol jagung mengandung serpihan kurang dari 1% masih bisa diterima. Terlalu banyak serpihan disebabkan oleh pengaturan tekanan lemah dan temperatur yang terlalu rendah pada mesin pelet bonggol jagung sehingga serbuk tidak melekat dengan baik.

c. Permukaan halus, mengkilap, dan tidak mudah retak

Saat disentuh dan diraba, menunjukkan bahwa kepadatannya cukup dan proses kompresinya dilakukan dengan benar. Permukaan pelet bonggol jagung kasar bisa jadi bahan bakunya terlalu kering atau pengaturan di dalam mesin tidak dilakukan semestinya.

d. Warna coklat atau kekuningan

Pelet bonggol jagung yang berkualitas baik biasanya berwarna coklat atau kekuningan dan yang berkualitas rendah berwarna lebih gelap atau hitam.

2. Pengujian fisik

a. Kepadatan pelet bonggol jagung

Kepadatan diukur dalam skala g/cm³ atau kg/m³, diuji dengan cara membagi berat (gram) dengan volume (cm³). Jika kepadatan terlalu tinggi, menunjukkan bahwa tekanan pada mesin saat proses agak berlebihan, demikian pula sebaliknya, jika energi yang diberikan tidak mencukupi maka kepadatan pelet bonggol jagung akan menjadi lebih rendah.

b. Ketahanan mekanis

Jika pelet bonggol jagung tidak mudah rusak dan hancur selama pengangkutan atau saat akan dipakai sebagai bahan bakar, berarti memiliki daya rekat yang tinggi antar molekulnya.

c. Kandungan Nitrogen, Sulfur, Klorin dan Logam Berat

Semua pengujian ini dilakukan di dalam laboratorium, bertujuan untuk mengatur kandungannya karena mempengaruhi emisi polusi dan korosi pada peralatan pemanas. Logam berat atau *heavy metal* diukur karena mempengaruhi emisi polusi, perilaku pembakaran dan kadar abu pelet.

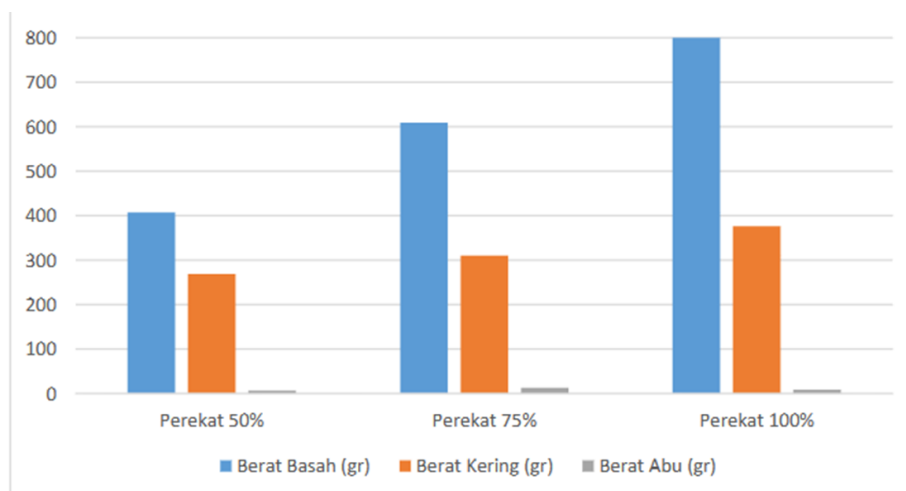
d. Kandungan abu saat pembakaran

Semakin rendah jumlah abu setelah pembakaran, berarti pelet bonggol jagung berfungsi dengan efisien. Selain itu dengan kadar abu yang rendah artinya *end-user* tidak perlu melakukan pembersihan terlalu sering.

Adapun hasil dari pembuatan pelet pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil penimbangan berat pelet

No.	Diameter (mm)	Serbuk Bonggol Jagung (gr)	Air (ml)	Tepung Tapioka (gr)	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)
1.	6	200	350	100	407	269
2.	6	200	400	150	610	310
3.	6	200	450	200	801	376



Gambar 10. Berat Pelet

Gambar 10 menunjukkan Penambahan perekat meningkatkan berat basah dan kering, tetapi tidak berpengaruh besar terhadap berat abu. Kemungkinan besar perekat tapioka yang digunakan mengandung banyak air atau volatil sehingga hilang saat proses pengeringan atau pembakaran (Grover & Mishra, 1996). Gambar 10 juga memperlihatkan perekat bukan sumber utama abu, dan efisiensi atau jenis perekat bisa dipertimbangkan lebih lanjut.

Pengujian Pembakaran

Tabel 3. Data pengujian pembakaran

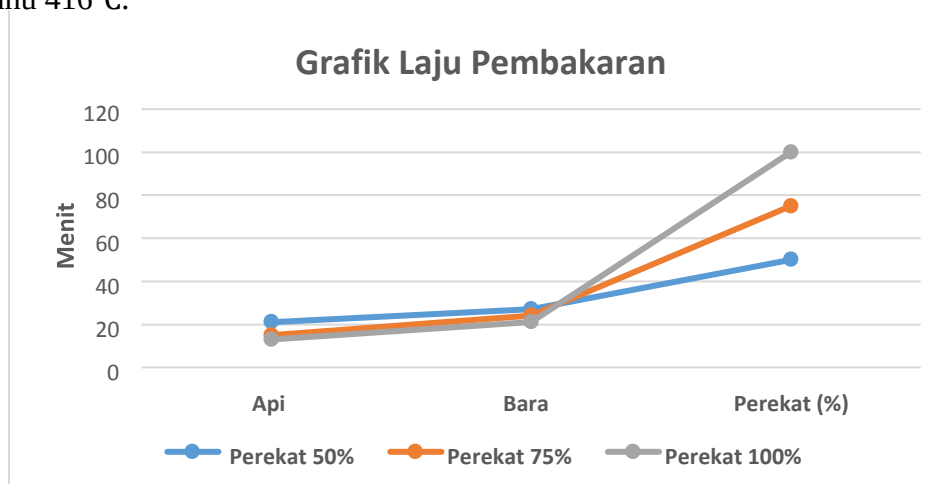
No.	Perekat (%)	Suhu Waktu Menyala(°C)			Visual Warna Api		Waktu Nyala (Menit)		Berat Abu (gr)
		Awal	Tengah	Akhir	Merah	Biru	Api	Bara	
1.	50%	418	436	542	++	+	21	27	7
2.	75%	535	541	547	+++	++	15	24	13
3.	100%	540	574	611	+++	+++	13	21	9

Keterangan : (+++) : banyak, (++) : sedang, (+) : sedikit

Pada pengujian pembakaran pelet bonggol jagung dengan diameter 6 mm, dengan perekat 50% saat penyalaan api diperlukan waktu 2 sampai 3 menit untuk bisa terbakar dengan suhu api awal 418°C api kecil, saat memasuki pertengahan nyala api mulai membesar dengan suhu 436°C untuk campuran perekat 50% kestabilan nyala api cukup baik sampai nyala api akhir dengan suhu 542°C dengan menyalnya api sampai 21 menit baru padam setelah pelet bonggol jagung jadi bara memerlukan waktu 27 menit untuk benar-benar jadi abu dan suhu bara api masih panas dengan suhu 324°C.

Pada pengujian pembakaran pelet bonggol jagung dengan diameter 6 mm, dengan perekat 75% saat penyalaan api diperlukan waktu 2 sampai 3 menit untuk bisa terbakar dengan suhu api awal 535°C api kecil, saat memasuki pertengahan nyala api mulai membesar dengan suhu 541°C untuk campuran perekat 75% kestabilan nyala api cukup baik namun nyala api pada pertengahan api sempat tidak stabil sampai nyala api akhir dengan suhu 547°C dengan menyalnya api sampai 15 menit baru padam setelah pelet bonggol jagung jadi bara memerlukan waktu 24 menit untuk benar-benar jadi abu dan suhu bara api masih panas dengan suhu 367°C.

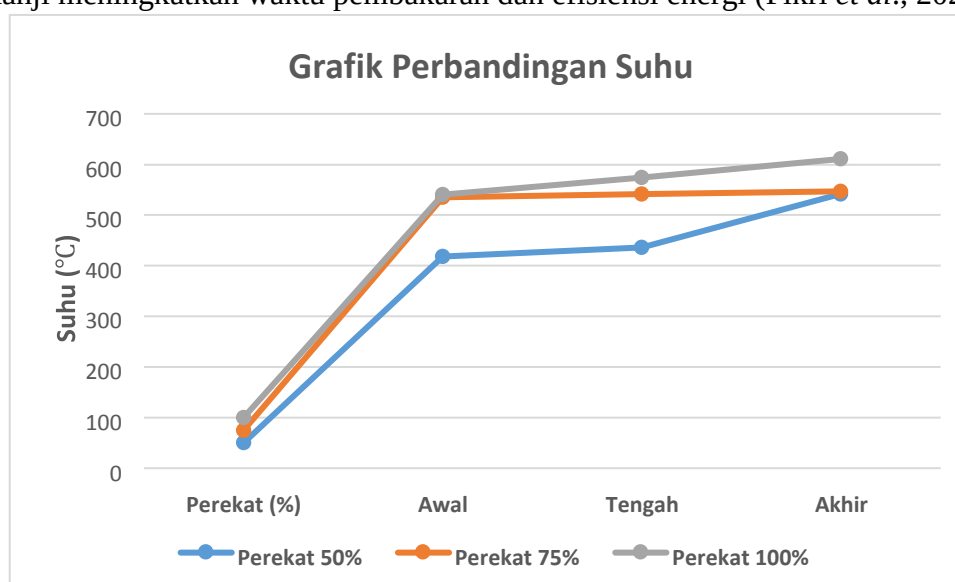
Pada pengujian pembakaran pelet bonggol jagung dengan diameter 6 mm, dengan perekat 100% saat penyalaan api diperlukan waktu 3 sampai 4 menit untuk bisa terbakar dengan suhu api awal 540°C api kecil, saat memasuki pertengahan nyala api mulai membesar dengan suhu 574°C untuk campuran perekat 100% kestabilan nyala api baik sampai nyala api akhir dengan suhu 611°C dengan menyalnya api terus membesar pada pembakaran sampai 13 menit baru padam setelah pelet bonggol jagung jadi bara memerlukan waktu 21 menit untuk benar-benar jadi abu dan suhu bara api masih panas dengan suhu 416°C.



Gambar 11. Grafik Laju Pembakaran

Berdasarkan gambar 11 menunjukkan semakin banyak perekat yang dicampur semakin cepat laju pembakaran pada pelet bonggol jagung, hal ini disebabkan karena api yang menyala besar dan bentuk dari pelet bonggol jagung tidak hancur jadi pembakaran cepat merambat habis, dan kemudian menyisakan bara api. Akan tetapi jika perekat melebihi 100% maka adonan pelet bonggol jagung jadi lembek dan susah dicetak, jadi dengan perbandingan campuran serbuk bonggol jagung sebanyak 200 gr dan perekat 100% sudah cukup untuk membuat pelet bonggol jagung sebagai bahan bakar biomassa.

Penambahan perekat tidak memengaruhi waktu penyalaan atau bara secara signifikan, tetapi berkontribusi besar terhadap peningkatan total waktu pembakaran. Ini bisa mengindikasikan laju pelepasan energi yang lebih stabil dan bertahap pada perekat tinggi, menjadikan bpelet lebih tahan lama saat digunakan. Namun, terlalu banyak perekat juga dapat menyebabkan pembakaran yang kurang efisien atau tidak sempurna jika tidak dikombinasikan dengan ventilasi/pencampuran bahan baku yang tepat. Peningkatan densitas akibat perekat menyebabkan waktu pembakaran lebih lama karena laju difusi oksigen lebih rendah (Rahardja *et al.*, 2021). Penggunaan perekat seperti molase dan tepung kanji meningkatkan waktu pembakaran dan efisiensi energi (Fikri *et al.*, 2023).



Gambar 12. Perbandingan Suhu Pembakaran Pelet Bonggol Jagung

Pada gambar 12 dapat dilihat perbedaan suhu pada setiap pengujian campuran perekat tepung tapioka, pada pelet bonggol jagung dengan campuran perekat 100% suhu yang dihasilkan lebih panas daripada suhu pelet bonggol jagung dengan campuran perekat 50%, dan 75%. Suhu yang besar karena pada pengujian pembakaran api yang dihasilkan juga besar, asap yang sedikit, dan api cepat merambat. Jadi berdasarkan pengamatan uji coba pembakaran, perbedaan diameter tidak terlalu mempengaruhi kualitas pembakaran pelet bonggol jagung

Perekat berperan sebagai agen pengikat padatan, mempertinggi densitas, meningkatkan kapasitas termal dan efisiensi pembakaran (Sondakh & Hayatudin, 2022). Perekat juga penyumbang karbon organik (jika perekat seperti molase, tapioka) tentu akan menghasilkan panas tambahan. Perekat 100% paling stabil mempertahankan suhu pembakaran tinggi, cocok untuk kebutuhan pembakaran berkelanjutan atau industri kecil (Rahmadani *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat pencacah rumput menggunakan material besi dan proses pembuatannya dimulai dengan melakukan penandaan, pomotongan, pengelasan, pengeboran, dan perakitan setelah itu proses *finishing*. Setelah alat rampung, maka dilakukan pengujian data pada alat pencacah rumput menggunakan mesin penggerak cx200 transmisi v-belt dan *pulley* dengan 3 macam jenis *pulley* yaitu kecil, sedang, dan besar. Rpm yang digunakan sebesar 500rpm, 1000rpm, 1500rpm.
2. Alat pencacah rumput dengan menggunakan *pulley* kecil menghasilkan cacahan rumput sebanyak 1kg dengan waktu 40 detik untuk rpm yang dipakai 500rpm, *pulley* sedang menghasilkan cacahan rumput sebanyak 1kg dengan waktu 88 detik untuk rpm yang dipakai 1000rpm, *pulley* besar menghasilkan cacahan rumput sebanyak 1kg dengan waktu 118 detik rpm yang dipakai 1500rpm.

REFERENSI

- Chairiyah, N. (2021). Dasar Agronomi. Syiah Kuala University Press.
- Church, D. C. (1993). The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Waveland Press.
- Desti, I. (2022). Literature review: Upaya energi bersih dan terjangkau. Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI), 4(1).
- Fadilah, S. N., & Arimbawa, I. M. (2023, November). Biosorben Tongkol Jagung Untuk Mereduksi Logam Fe Pada Irigasi Sawah Disekitar TPA Pakusari Jember. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal (Vol. 11, No. 1, pp. 439-446).
- Fikri, M., Sunardi, A., & Zaenudin, M. (2023). Analisis Perbandingan Komposisi Biobriket Berbahan Baku Tempurung Kelapa dan Kayu Rambutan dengan Perekat Pati Kanji dan Molase. Jurnal Crankshaft, 6(3), 59-67.
- Grover, P. D., & Mishra, S. K. (1996). Biomass briquetting: technology and practices (Vol. 46). Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Haryanto, T. (2020). "Inovasi Mesin Pertanian untuk Peternakan Berkelanjutan." Jurnal Teknologi dan Inovasi Pertanian, 12(3), 45-56.
- Pramudi, M. I., Marsuni, Y., Salamiah, S., Lestari, R., catria Fikasari, D., & Bersinar, S. (2024). Potensi Galam (Melaleuca Cajuputi) Sebagai Pestisida Nabati Dalam Menekan Serangan Spodoptera Frugiperda Pada Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt). J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian, 7(2).
- Purnomo, C. E., Haryanto, A., Wisnu, F. K., & Telaumbanua, M. (2022). Torefaksi pelet tandan kosong kelapa sawit menggunakan reaktor putar. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering, 1(1).
- Rahardja, I. B., Hasibuan, C. E., Dermawan, Y., & Kristono, S. N. (2021). Pembuatan Briket dari Fiber Kelapa Sawit Berperekat Tepung Tapioka dengan Metode Pembakaran Biasa (Karbonisasi). Jurnal Citra Widya Edukasi, 13(1), 45-52.
- Rahmadani, R., Hamzah, F., & Hamzah, F. H. (2017). Pembuatan briket arang daun kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.) dengan perekat pati sagu (Metroxylon sago Rott.) (Doctoral dissertation, Riau University).
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses pembakaran pirolisis dengan jenis biomassa dan karakteristik asap cair yang dihasilkan. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(1), 69-78.
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk briket (Skala laboratorium). Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 15(1), 31-48.