

# **PENINGKATAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN PADA PELLET DAUN TEBU DENGAN MENGGUNAKAN PEREKAT TEPUNG MAIZENA**

**Roby agus christianto**

Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

**Email : roby\_a\_christianto**

## **ABSTRACT**

Tanaman tebu (*saccharum officinarum*) adalah tanaman perkebunan semusim yang di dalam batangnya berisi kandungan gula dan merupakan keluarga rumput – rumputan (graminane) seperti halnya tanaman padi dan jagung. Jenis dari tanaman tebu yang telah di kenal. Pemanfaatan limbah tebu yang di Indonesia masih terbatas pada daun tebu, itupun belum secara meluas. Salah satu keterbatasan dari limbah tebu dan industry gula ialah kecernaannya yang rendah dan tingkat konsumsi oleh ternak tidak sebanyak pada rumput. Pucuk tebu hanya mampu dikonsumsi oleh sapi sebnyak kurang dari 1% dari berat hidup (dalam hitungan bahan yang kering). Oleh karena itu, daun tebu perlu di olah menjadi biomassa bahan bakar padat, karena daun tebu memiliki nilai kalor 3267,10 kal/gr. Penelitian ini di buat dari bahan daun tebu dengan menggunakan tepung maizena sebagai perekat. Untuk komposisi perekat pengujian ini yaitu 5gram, 10gram, 15gram, dan tanpa perekat. Serta dari perbedaan ayakan serbuk daun tebu 1mm, 1,5mm, dan 2mm. Untuk pengujian di cari meliputi uji ultimate, proksimat, nilai kalor, nilai kadar abu, nilai kadar air, dan laju pembakaran. Yang terdiri dari nilai kalor 5554,711 cal/gr – 8611,089 cal/gr, nilai kadar abu 6,66% - 12%, nilai kadar air 9,2% - 9,8%, dan nilai laju pembakaraan 0,0733 gr/menit – 0,0777 gr/menit.

Kata Kunci : Daun Tebu, Perekat, Pellet

## **PENDAHULUAN**

Kebutuhan energi makin meningkat seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk, energi diperlukan untuk kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga. Namun berkurangnya cadangan minyak, penghapusan subsidi menyebabkan harga minyak naik dan kualitas lingkungan menuru n akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Seperti halnya yang terjadi saat ini, dimana bahan bakar minyak (BBM) semakin langka dan harganya semakin mahal dan secara sosial ekonomi akan berdampak pada masyarakat sebagai pengguna untuk kebutuh energi alternatif. 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. Pengembangan energi terbarukan dapat dilakukan melalui *Clean Development Mecanism* (CDM). CDM ini mengembangkan konversi biomassa manjadi bahan bakar atau sumber energi dan pembersihan lingkungan (Hadiwiyoto, 2009).

Bahan bakar fosil atau bahan bakar mineral, yaitu sumber daya alam yang mengandung hidrokarbon yaitu batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Penggunaan bahan bakar fosil ini telah menggerakkan perubahan industri dan menggantikan kincir angin, tenaga air, dan juga pembakaran kayu atau peat untuk panas. Pembakaran bahan bakar fosil dari manusia merupakan

sumber utama oleh karbon dioksida yang merupakan salah satu gas rumah kaca yang dipercayai menyebabkan pemanasan global. Sejumlah kecil bahan bakar hidrokarbon adalah bahan bakar bio yang diperoleh dari karbon dioksida di atmosfer dan oleh karena itu tidak menambah karbon dioksida di udara (Wikipedia, 2019).

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi hal tersebut yaitu dengan mendiversifikasi energi berupa energi biomassa. Energi biomassa yang merupakan salah satu alternatif pengolahan biomassa (limbah tanaman dan hewan) menjadi energi bahan bakar yang dipandang cukup prospektif dalam menjawab permasalahan yang ada. Energi biomassa merupakan jenis bahan bakar yang dibuat dengan mengonversi biomassa bahan organik yang menghasilkan melalui proses fotosintetik.

Pemanfaatan limbah tebu di Indonesia masih terbatas pada daun tebu, itupun belum secara meluas. Salah satu keterbatasan dari limbah tebu dan industri gula adalah kecernaannya yang sangat rendah dan tingkat konsumsi oleh ternak tidak sebanyak pada rumput. Daun tebu hanya mampu dikonsumsi oleh sapi sebanyak kurang dari 1% dari bobot hidup (dalam hitungan bahan kering). Oleh karena itu, daun tebu perlu di olah menjadi biomassa bahan bakar padat, karena daun tebu memiliki nilai kalor 3267.10 kalori/gram. Untuk nantinya bisa digunakan untuk bahan bakar rumah tangga maupun industri.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Untuk penelitian ini awal pelaksanaan dilakukan mulai bulan Oktober 2019, dan tempat pelaksanaan di Laboratorium Energi Teknik Mesin ITN Malang. Untuk pengujian ultimate dan

proksimat serbuk daun tebu di Laboratorium Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Material Dan Batubara.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian :

1. Termokople
2. Thermometer
3. Kawat nikellin ukuran 0,4 mm dengan lilitan sebanyak 3x
4. Stopwatch
5. Timbangan digital
6. Moisture meter
7. Kamera digital
8. Ayakan
9. Ember/wadah plastik
10. Alat pengepres pellet dan cetaknya
11. Kotak hampa udara
12. Kompresor udara
13. Alat pencacah kulit buat mahoni

Bahan yang digunakan dalam penelitian

1. Kulit buah mahoni
2. Tepung kanji

### Prosedur Penelitian

Tahapan prosedur penelitian :

#### Proses Pembuatan pellet

1. Pencarian dun tebu yang sudah kering, kemudian di masukkan ke dalam mesin penggilingan dengan 3 kali penggilingan, agar mendapat serbuk daun yang kecil.
2. Setelah itu sebuk langsung di ayak dengan menggunakan saringan yang ukuran lubang 1mm, 1,5mm, dan 2mm.
3. Selanjut nyapencampuran serbuk dengan tepung maizena dengan perbandingan campuran 100 : 0, 100 : 5, 100 : 15, dan 100 : 20 (gram).

4. Serbuk yang sudah tercampur dengan tepung maizena di masukan kecetakan dengan diameter cetakan 1cm dan di tekan menggunakan alat pengepresan dengan ukuran 500psi.
5. Pelepasan pellet pada cetakan
6. Dan terakhir penjemuran selama 24 jam di panas matahari.

#### Pengambilan Data Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air dari pellet setelah dikeringkan selama 24 jam sebelum dilakukan pembakaran. Pengujian ini dilakukan pada spesimen dengan menggunakan alat ukur moisture meter.

#### Pengambilan Data Nilai Kalor

1. Memasang kabel thermokopel pada ruang pembakaran.
2. Meletakkan kamera pada posisi yang baik agar dapat merekam nyala api.
3. Menimbang pellet yang akan dilakukan uji.
4. Memasukan atau meletakkan di tempat pemanas yang telah di sediakan didalam ruang pembakaran.
5. Menyalakan termometer.
6. Mencatat data hasil pengamatan dan melakukan perataan dari setiap spesimen.
7. Menganalisa hasil pengujian.

#### Pengambilan Data Kadar Abu

1. Menyiapkan timbangan digital
2. Mengambil sampel yang sudah menjadi abu
3. Mencatat data hasil pengamatan yang dihasilkan dari timbangan digital
4. Menghitung nilai kadar abu dengan rumus yang sesuai dengan teori diatas.

#### Pengambilan Data Laju Pembakaran Pellet

1. Memasang kabel thermokopel pada ruang pembakaran.
2. Meletakkan kamera pada posisi yang baik agar dapat merekam nyala api.
3. Menumbang pellet yang akan dilakukan uji.
4. Memasukan pellet kedalam ruang pembakaran.
5. Menyalakan termometer.
6. Mencatat data hasil pengamatan dan melakukan perataan dari setiap spesimen.
7. Menganalisa hasil pengujian.

#### Pengambilan Data Uji Banting

1. Menyiapkan timbangan digital dan spesimen yang mau diuji
2. Menimbang spesimen sebelum dilakukan pengujian
3. Menimbang spesimen setelah dilakukan pengujian
4. Menganalisa hasil data pengujian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Uji Proksimat

Tabel 1. Uji Proksimat

ANALYSIS PARAMETERS PROXIMATE	Sample Marks	Unit	Basis
	6333/19		
	Serbuk Daun Tebu		
MOISTURE IN AIR DRIED	8,76	%	adb
ASH	11,82	%	Adb
VOLATILE MATTER	63,84	%	Adb
FIXWD CARBON	15,58	%	Adb

Dari table 1 hasil uji Ultimate daun tebu keluar nilai kelembaban Udara (*moisture in air dried*) sebesar 8,76 % kemudian untuk Kadar Abu (*ash*) sebesar 11,82 % serta pada Zat Hilang (*volatile matter*) sebesar 63,84 %

dan pada sampel Karbon Tetap (*fixed carbon*) sebesar 15,58 %

### Hasil Uji Ultimate

Tabel 2. Uji Ultimate

ANALYSIS PARAMETERS	Sample Marks	Unit	Basis
	6333/19		
ULTIMATE	Serbuk Daun Tebu		
TOTAL SULFUR	0,18	%	Adb
CARBON	39,89	%	Adb
HYDROGEN	5,91	%	Adb
NITROGEN	0,76	%	Adb
OKSIGEN	41,44	%	Adb

Dari table 2 uji Ultimate keluar menjadi beberapa sampel dari serbuk daun tebu yang terdiri dari sampel Sulfur (*total sulfur*) sebesar 0,18 % kemudian sampel dari Carbon yaitu sebesar 39,89 % serta sampel Hydrogen sebesar 5,91 % dan sampel Nitrogen sebesar 0,76% untuk sampel Oksigen serbuk yaitu sebesar 41,44 %.

### Data Hasil Penelitian Nilai Kalor

Tabel 3. Data Pengujian Nilai Kalor

Pellet	Ukuran ayakan (mm)	Komposisi campuran serbukdaun tebu dengan tepung (gr)	Massa pellet (gr)	Q (cal/gr)			
				Q1	Q2	Q3	Q rata-rata
1	1mm	100 : 0	1	6078,416	6542,024	5666,32	6095,587
		100 : 5	1	6722,316	6464,755	7057,144	6748,072
		100 : 10	1	8473,724	8757,04	8602,504	8611,089
		100 : 15	1	6902,608	8447,968	8010,116	7786,897
2	1,5mm	100 : 0	1	5769,344	5872,368	5666,32	5769,344
		100 : 5	1	6361,732	6026,904	5305,736	5898,124
		100 : 10	1	6129,928	5151,20	5769,344	5683,491
		100 : 15	1	5228,468	5820,856	5408,76	5486,028
3	2mm	100 : 0	1	6026,904	5589,052	5949,836	5855,264
		100 : 5	1	5563,296	6130,22	5796,10	5829,872
		100 : 10	1	7134,412	6078,416	6670,804	6627,877
		100 : 15	1	5640,564	5743,588	5279,98	5554,711

Dari table 3 hasil perhitungan nilai kalor di atas analisa rata-rata data menggunakan variasi ukuran ayakan dan campuran kedua komposisi serbuk daun tebu dengan perekat tepung maizena. Menunjukkan bahwa komposisi perekat

tepung maizena akan merubah nilai kalor pada pellet.

### Data Hasil Pengujian Kadar Abu

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Abu

Pellet	Ukuran ayakan (mm)	Komposisi campuran serbukdaun tebu dengan tepung (gr)	Massa pellet (gr)	Kadar Abu (%)			
				S 1	S 2	S 3	S rata-rata
1	1mm	100 : 0	1	12 %	10%	10%	10,66 %
		100 : 5	1	12%	13%	10%	11,66 %
		100 : 10	1	12%	12%	11%	11,66 %
		100 : 15	1	12%	11%	13%	12 %
2	1,5mm	100 : 0	1	8 %	6 %	6 %	6,66 %
		100 : 5	1	9%	8%	6%	7,66 %
		100 : 10	1	9 %	6 %	10 %	8,33 %
		100 : 15	1	6 %	9 %	10 %	8,33 %
3	2mm	100 : 0	1	9 %	7 %	8 %	8 %
		100 : 5	1	5%	10%	10%	8,33 %
		100 : 10	1	10%	8 %	8 %	8,66 %
		100 : 15	1	10 %	9%	8%	9%

Dari data di atas bisa dilihat bahwa komposisi campuran serbuk daun tebu dengan perekat tepung maizena serta ukuran ayakan serbuk daun tebu berpengaruh terhadap nilai kadar abu.

### Data Hasil Pengujian Kadar Air

Tabel 5. Data Pengujian Kadar Air

Pellet	Ukuran ayakan (mm)	Komposisi campuran serbukdaun tebu dengan tepung (gr)	Massa pellet (gr)	Kadar Air (%)			
				S 1	S 2	S 3	S rata-rata
1	1mm	100 : 0	1	9,0 %	9,2 %	9,8 %	9,33 %
		100 : 5	1	9,8 %	9,2 %	9,9 %	9,63 %
		100 : 10	1	9,6 %	9,8 %	9,6 %	9,66 %
		100 : 15	1	10,2 %	9,4 %	9,8 %	9,8 %
2	1,5mm	100 : 0	1	9,4 %	9,2 %	9,0 %	9,2 %
		100 : 5	1	9,8 %	9,2 %	9,4 %	9,46 %
		100 : 10	1	9,4 %	9,6 %	9,8 %	9,6 %
		100 : 15	1	9,8 %	9,6 %	9,6 %	9,66 %
3	2mm	100 : 0	1	9,6 %	8,8 %	9,2 %	9,2 %
		100 : 5	1	9,8 %	9,2 %	9,2 %	9,4 %
		100 : 10	1	9,4 %	9,8 %	9,6 %	9,6 %
		100 : 15	1	9,8 %	9,2 %	9,9 %	9,63 %

Kadar air adalah jumlah air yang terdapat pada pellet setelah dilakukan pengeringan. Dari komposisi campuran maupun ukuran ayakan akan berpengaruh pada nilai kadar air. Dan data nilai kadar air

ini di cari nilai yang kecil kadar airnya. Karena kadar air mempengaruhi proses pembakaran.

### Data Hasil Penelitian Laju Pembakaran

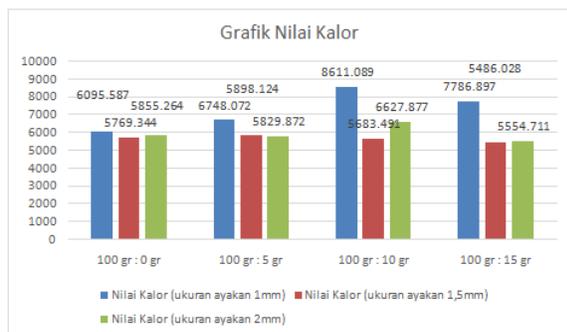
Tabel 6. Data Pengujian Laju Pembakaran

Pellet	Ukuran ayakan (mm)	Komposisi campuran serbukdaun tebudengantebung (gr)	Massa pellet (gr)	LajuPembakaran (gr/menit)			
				S 1	S 2	S 3	S rata - rata
1	1mm	100 : 0	1	0,0733	0,075	0,075	0,0744
		100 : 5	1	0,0725	0,0725	0,075	0,0733
		100 : 10	1	0,0733	0,0733	0,0741	0,0735
		100 : 15	1	0,0766	0,0783	0,0725	0,0758
2	1,5mm	100 : 0	1	0,0766	0,0783	0,0783	0,0777
		100 : 5	1	0,0758	0,0766	0,0783	0,0769
		100 : 10	1	0,0758	0,0783	0,075	0,0763
		100 : 15	1	0,0783	0,0758	0,075	0,0763
3	2mm	100 : 0	1	0,0758	0,0775	0,0766	0,0766
		100 : 5	1	0,0791	0,075	0,075	0,0763
		100 : 10	1	0,0775	0,0766	0,0775	0,0772
		100 : 15	1	0,0758	0,0766	0,0766	0,0763

Dari data di atas laju pembakaran meningkat ketika campuran perekat di tambahkan dan ukuran ayakan. Ini menunjukkan bahwa variasi campuran serbuk daun tebu dengan perekat tepung maizena dan ukuran ayakan serbuk daun tebu berpengaruh terhadap bertambahnya laju pembakaran pellet.

### Grafik Nilai Kalor Pellet

Analisa nilai kalor pembakaran pellet seperti pada gambar grafik dibawah ini :

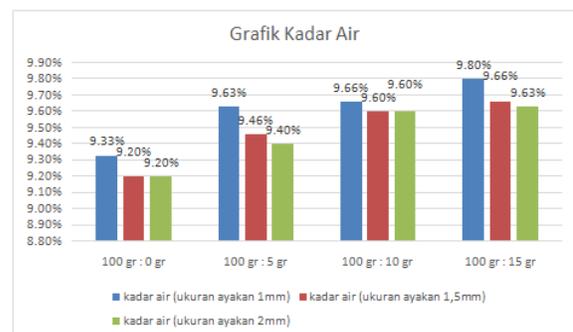


Gambar 1. nilai kalor pembakaran pellet

Dari gambar 1. dapat dilihat bahwa pada pengujian Nilai kalor pengujian ini dari 3 kali percobaan data tiap specimen yang terdiri dari 4 perbedaan komposisi perekat dan 3 ukuran ayakan serbuk daun tebu yang mengeluarkan data untuk ukuran 1mm ayakan dengan komposisi campuran menghasilkan nilai tertinggi 100gr : 10gr dengan nilai kalor sebesar 8611,089cal/gr. Selanjutnya untuk ukuran 1,5mm ayakan dengan komposisi campuran perekat tertinggi 100gr : 5gr dengan nilai kalor sebesar 5829,872 cal/gr. Dan pada ukuran 2mm ayakan dengan komposisi campuran menghasilkan nilai kalor tertinggi 100gr : 10gr dengan nilai kalor sebesar 6627,877. Dari semua komposisi dapat di ambil bahwa perbedaan campuran perekat dan ukuran ayakan sangat berpengaruh untuk nilai kalor. Untuk dari pengujian nilai kalor yang bagus dari semua komposisi campuran perekat dan ukuran ayakan yaitu ukuran ayakan 1mm dan 100gr : 10gr komposisi ayakan 1mm dengan nilai 8611,089 cal/gr. Nilai kalor biopellet yang dihasilkan jika dibandingkan dengan nilai kalor batu bara dalam satuan volume masih lebih besar batu bara karena berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan biopellet.

### Grafik Nilai Kadar Air

Analisa kadar air pembakaran pellet seperti pada gambar grafik dibawah ini :

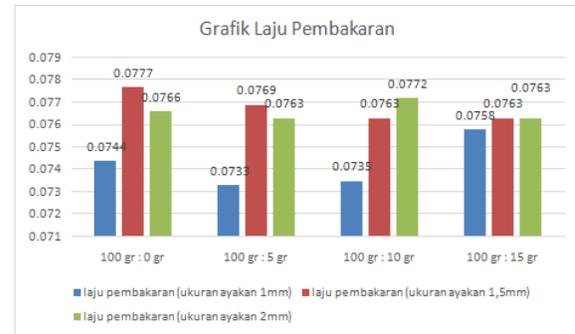


Gambar 2. Kadar air pembakaran pellet

Dari gambar 2. dapat dilihat bahwa nilai Kadar air adalah pengujian sebelum pellet di bakar dan pengujian ini menggunakan alat moisture meter, untuk pengukuran di cari nilai terendah dan di lakukan dengan 3 kali pengujian tiap specimen yang terdiri dari 4 perbedaan komposisi perekat dan 3 macam ukuran ayakan. Dari hasil pengujian mengeluarkan nilai terendah pada data ukuran 1,5 mm dan 2 mm ayakan dengan komposisi campuran menghasilkan nilai terendah 100gr : 0gr ukuran ayakan dan nilai kadar airnya 9,20%. Selanjutnya untuk nilai tertinggi ukuran 1 mm ayakan dengan komposisi campuran 100gr : 15gr dengan nilai kadar air 9,66%. Dari semua percobaan dengan perbedaan komposisi dan ukuran ayakan dapat di katakana bahwa semakin rendah nilai kadar air maka kualitas pellet akan semakin bagus karena jika kadar air banyak akan menghambat pembakaran. Nilai kadar air yang di hasilkan mengalami peningkatan di komposisi campuran perekat. Hal tersebut karena ketika penambahan air pada perekat tepung maizena agar menjadi perekat berpengaruh terhadap kadar airnya. Untuk dari pengujian nilai kalor yang bagus dari semua komposisi campuran perekat dan ukuran ayakan yaitu ukuran 1,5mm dan 2mm ayakan dengan komposisi 100gr : 0gr dengan nilai yang sama 9,20%. Kadar air biopellet serbuk daun tebu dngan perekat tepung maizena pada penelitian ini memenuhi SNI 8021 : 2014 yang mensyaratkan maksimum 12%.

#### Grafik Nilai Laju Pembakaran

Analisa laju pembakaran pembakaran pellet seperti pada gambar grafik dibawah ini :

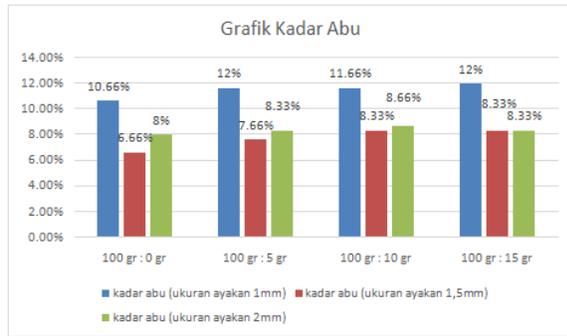


Gambar 3. Laju Pembakaran pellet

Dari gambar grafik 3. dapat dilihat bahwa Laju pembakaran pengujian dari 3 kali percobaan data tiap specimen yang terdiri dari 4 perbedaan komposisi perekat dan 3 ukuran ayakan serbuk daun tebu yang mengeluarkan data untuk ukuran 1mm ayakan dengan komposisi campuran menghasilkan nilai tertinggi 100gr : 15gr dengan nilai kalor sebesar 0,0758 gr/mnt. Selanjutnya untuk ukuran 1,5mm ayakan dengan komposisi campuran perekat tertinggi 100gr : 0gr dengan nilai laju pembakaran sebesar 0,0777 g/mnt. Dan pada ukuran 2mm ayakan dengan komposisi campuran menghasilkan nilai laju pembakaran tertinggi 100gr : 10gr dengan nilai kalor sebesar 0,0772 gr/mnt. Dari semua komposisi dapat di ambil bahwa perbedaan campuran perekat dan ukuran ayakan sangat berpengaruh untuk laju pembakaran. Untuk dari pengujian laju pembakaran yang bagus dari semua komposisi campuran perekat dan ukuran ayakan yaitu ukuran ayakan 1,5mm dan 100gr : 0gr komposisi ayakan dengan nilai 0,0777 gr/mnt.

#### Grafik Nilai Kadar Abu

Analisa kadar abu pembakaran pellet seperti pada gambar grafik dibawah ini :



Gambar 4. kadar abu pellet

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pada pengujian Kadar abu adalah pengujian setelah di lakukan pembakaran untuk mencari nilai terendah dari kadar abu, dan dilakukan dengan 3kali percobaan data tiap specimen yang terdiri dari 4 perbedaan komposisi perekat dan 3 macam. Dari hasil pengujian nilai terendah yaitu dengan ukuran 1mm ayakan dengan komposisi perekat 100gr : 0gr dengan menghasilkan nilai ukuran 6,66 %. Selanjutnya untuk nilai tertinggi pada ukuran 1 mm ayakan dengan komposisi campuran perekat 100gr : 15gr dengan nilai kadar abu 12 %. Dari semua komposisi dapat dijelaskan bahwa semakin rendah kadar abu maka semakin bagus kualitas pellet tersebut. Berdasarkan penelitian ini nilai kadar abu mengalami penurunan di perbedaan ukuran ayakan. Karena semakin besar ukuran serbuk maka akan mudah terbakar dan di ukuran serbuk yang besar masih ada cela-cela udara, sehingga pembakaran lebih merata. Tetapi berdasarkan komposisi perekat nilai kadar abu meningkat. Karena perekat tepung maizena ketika di bakar juga masih mengeluarkan abu. Dan dari semua komposisi campuran perekat dan ukuran ayakan yang paling terendah yaitu ayakan 1 mm dan 100gr : 0gr dengan nilai kadar abu 6,66%..

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari semua penelitian yang sudah ini dapat di simpulkan bahwa :

1. Karakteristik pembakaran bahan bakar daun tebu dengan perekat tepung maizena meningkat, karena komposisi perekat dan ukuran ayakan yang mempengaruhi perubahan karakteristiknya.
2. Karakteristik bahan bakar biopellet daun tebu dengan menggunakan perekat tepung maizena terdiri dari nilai kalor 5554,711 cal/gr – 8611,089 cal/gr, nilai kadar abu 6,66% - 12%, nilai kadar air 9,2% - 9,8%, dan nilai laju pembakaran 0,0733 gr/menit – 0,0777 gr/menit.

### Saran

Setelah dilakukan penelitian, ada beberapa saran terdapat di dalam penelitian yang sudah dilakukan :

1. Diperlukan alat pengujian yang lebih baik lagi supaya data yang didapatkan lebih sangat akurat.
2. Perlu di lakukan pembahasan penambahan penelitian ukuran mesh yang digunakan karena ukuran butir dapat mempengaruhi kepadatan terhadap nilai pembakaran.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, peneliti dapat menambahkan variasi perekat dan campuran bahan baku dalam pembuatan biopellet sehingga didapatkan untuk mengetahui pembakaran biopellet yang lebih bagus.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AEAT]. 2003. AET, Wood Pellet Manufacture in Scotland-A report produced for Scottish Enterprise Forest Industries Cluster, Issue 1.

- Anang, Patrick. 2009. Bahan bakar padat. [www.  
http://patrickanang.blogspot.com/2009/10/aku-adalah-aku.html](http://patrickanang.blogspot.com/2009/10/aku-adalah-aku.html) (2010)
- Anita, S. H., Yanto, D. H. Y., & Fatriasari, W. (2011). Pemanfaatan Lignin Hasil Isolasi dari Lindi Hitam Proses Biopulping Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) sebagai Media Selektif Jamur Pelapuk Putih. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(4), 312–321
- Bassam EL dan Maegaard. Uji Kinerja Rotary Dryer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan Serbuk Kayu untuk Pembuatan Biopellet. *Jurnal Teknik Kimia* No. 21(2), April 2015.
- Batubara, Winarno 2013. Pengaruh Gaji, Upah dan Tunjangan Karyawan terhadap Kinerja Karyawan pada PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri FTUSU*. Volume 3(5): Medan: Universitas Sumantra Utara
- Engsminger, M. E. and C. G. Olentine. 1980. *Feed and Nutrition*. 1 st Ed. The Engsminger Publishing Company. California. U. S. A.
- Hadiwiyoto. S. 2009. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: Yayasan Idayu.
- Mochtar, M., dan Tedjowahjono, S. 1985. Pemanfaatan Tetes Sebagai Hasil Samping Industri Gula dalam Menunjang Perkembangan Peternakan. Dalam Seminar Pemanfaatan Pucuk Tebu Untuk Pakan Ternak. Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Musofie, A., K.N. Wardhani dan S. Tedjowahjono. 1983. Pengaruh berbagai potongan pucuk tebu sebagai sumber hijauan makanan ternak terhadap palatabilitas ransum. *Pros. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar*. Sub Balai Penelitian Ternak Grati
- Mochtar, M., dan Tedjowahjono, S. 1985. Pemanfaatan Tetes Sebagai Hasil Samping Industri Gula dalam Menunjang Perkembangan Peternakan. Dalam Seminar Pemanfaatan Pucuk Tebu Untuk Pakan Ternak. Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Nasir, A. (2015). Karakteristik Wood Pellet Campuran Cangkang Sawit dan Kayu Bakau (*Rhizophora spp.*) (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Ningrum, K dan Munawar. 2014. Pembuatan Biopellet dari Bungkil Jarak Pagar (*Jathropacurcas L.*) Dengan Penambahan Sludge dan Perikat Tapioka, (Skripsi). Fakultas Pertanian Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- [PFI] Pelet Fuels Institute. 2007. *The Wider World of Pelet Fuel*. [www.peletheat.org](http://www.peletheat.org). Arlington, Vancouver. [8 Maret 2007].
- Pasangulapati, V., Ramachandriya, K. D., Kumar, A., Wilkins, M. R., Jones, C. L., & Huhnke, R. L. (2012). Bioresource Technology Effects of Cellulose, Hemicellulose and Lignin on Thermochemical Conversion Characteristics of The Selected Biomass. *Journal Bioresource Technology*, 114, 663–669.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.036>

PLTU Batubara.

*Jurnal Technology, Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 10(2), 87–94.

Rahman, J. 1991. Pemanfaatan Silase Pucuk Tebu sebagai Sumber Hijauan pada Ternak Domba. Tesis. Pendidikan Pascasarjana KPK IPB – UNAND, Bogor

Saptoadi H. 2006. The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size. The 2<sup>nd</sup> Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE2006)” 21-23 November 2006. Bangkok.

Susila, M. A. D., Medhina, M., Adilla, I., Sihombing, A. L. S. M., & Lestari, E. (2011). Pengaruh Konsentrasi Ion Bikarbonat Larutan Penjerab terhadap Efisiensi Penjerab Sistem

Wang, C., Wang, F., Yang, Q., & Liang, R. (2009). Thermogravimetric Studies of The Behavior of Wheat Straw with Added Coal During Combustion. *Journal Biomass and Bioenergy*, 33, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.04.013>

Widiarti, W. 2008. Uji Sifat Fisik dan Palatabilitas Ransum Komplit Wafer Pucuk dan Ampas Tebu untuk Ternak Pedet Sapi Fries Holland. Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

World Coal Statistic. 2009. *Majalah Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara*. Warta Minerba Edisi XIX 2014.

Windarwati S. 2011. Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu. Bogor

Zamirza F. 2009. Pembuatan Biopelet dari Bungkil Jarak Pagar (*Jathropa curcas* L.) Dengan Penambahan Sludge Dan Perekat Tapioka. (Skripsi): Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.