

## **Analisis Kadar Air, Densitas Bulk Dan Pembakaran Pada Pelet Biomassa Ampas Tebu Variasi Ukuran Partikel Dan Penambahan Bahan Aditif Zeolit Dan Karbon Aktif**

### ***Analysis Of Water Content, Bulk Density And Combustion In Sugarcane Biomass Pellets Variation Of Particle Size And Addition Of Zeolite And Active Carbon Additives***

**Moh. Gufron<sup>1</sup>, Mokh. Hairul Bahri,<sup>2\*</sup> Ardhi Fathonisyam PN,<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Progam Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember,  
Email : [gufronengker123@gmail.com](mailto:gufronengker123@gmail.com)

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember \*Koresponden Author  
Email : [mhairulbahri@unmuhjember.ac.id](mailto:mhairulbahri@unmuhjember.ac.id)

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email : [ardhifathonisyam@unmuhjember.ac.id](mailto:ardhifathonisyam@unmuhjember.ac.id)

#### **Abstrak**

Konsumsi sumber energi dari fosil dari tahun ketahun yang dibutuhkan semakin meningkat, Hal ini menyebabkan kelangkaan sumber energi dari fosil karena tidak dapat diperbaharui. Salah satu limbah yang banyak ditemukan di Indonesia adalah ampas tebu. Ketersediaan limbah ampas tebu yang melimpah memiliki potensi digunakan sebagai sumber energi terbarukan dengan mengubah limbah ampas tebu menjadi pelet biomasa. Namun, hingga saat ini pelet biomasa yang dihasilkan belum bisa mencapai tingkat efesiensi yang diinginkan untuk menggantikan bahan bakar dari fosil. Oleh sebab itu, perlu untuk dilakukan penelitian untuk mengembangkan energi biomasa. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental, yaitu dengan mencampurkan bahan aditif dan mengubah ukuran partikel. Bahan aditif yang digunakan yaitu zeolit sebanyak 50% dan karbon aktif sebanyak 50% sedangkan ukuran partikel yang digunakan yaitu 20 mesh dan 30 mesh. Tujuan dari penelitan ini adalah untuk mengembangkan sumber energi dari biomasa berbentuk pelet. Hasil pembakaran yang didapatkan adalah pelet biomasa dengan ukuran partikel 30 mesh dengan campuran karbon aktif 50% mencapai tingkat temperatur tertinggi yaitu 496C dan campuran zeolit 50% mencapai waktu paling lama 322 detik. Hasil ensitas bulk tertingi terdapat pada pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh campuran zeolit 50% dan yang paling rendah terdapat pada pelet biomaa ukuran partikel 20 mesh tanpa campuran

***Kata kunci:*** Ampas tebu, Energi Terbarukan, Pelet Biomasa.

#### **Abstract**

*The consumption of energy sources from fossils is needed from year to year, this is causing the scarcity of energy sources from fossils because they cannot be renewed. One of the wastes found in Indonesia is bagasse. The abundant availability of bagasse waste has the potential to be used as a renewable energy source by converting bagasse waste into biomass pellets. However, until now the biomass pellets produced have not been able to reach the desired efficiency level to replace fossil fuels. Therefore, it is necessary to conduct research to develop biomass energy. This research was conducted using an experimental method, namely by mixing additives and changing the particle size. The additives used are zeolite as much as 50% and activated carbon as much as 50% while the particle sizes used are 20 mesh and 30 mesh. The purpose of this research is to develop an energy source from biomass in the form of pellets. The combustion results obtained are biomass pellets with a particle size of 30 mesh with a mixture of 50% activated carbon reaching the highest temperature level of 496C and a 50% zeolite mixture reaching a maximum time of 322 seconds. The highest bulk density results were found in biomass pellets with a particle size of 30 mesh with a 50% zeolite mixture and the lowest in a biomass pellet with a particle size of 20 mesh without a mixture.*

**Keywords:** *Bagasse, Renewable Energy, Biomass Pellets.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan perkembangan jumlah penduduk yang terjadi di Indonesia dari tahun ketahun menunjukkan peningkatan yang melonjak pesat. Akibat dari Hal tersebut konsumsi energi yang dibutuhkan juga semakin meningkat. Secara umum, energi dapat dibedakan menjadi dua, pertama energi yang tidak dapat diperbaharui dan energi yang dapat diperbaharui. Masalah terbesar hari ini adalah energi yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia diperoleh dari fosil seperti batubara dan minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Sumber energi dari fosil sangat digandrungi karena nilai kalor yang dimiliki sangat tinggi dan mudah untuk terbakar.

Total energi primer yang berhasil diproduksi pada tahun 2018 mencapai 411,6 *Million Ton Oil Equivalent* (MTOE) yang terdiri dari minyak bumi, gas bumi, batubara, dan energi terbarukan. Setengah dari hasil produksi tersebut diekspor terutama batubara dan *Liquefied Natural Gas* (LNG). Di lain sisi, impor energi terutama minyak mentah dan produk Bahan Bakar Minyak (BBM) sebesar 43,2 MTOE juga dilakukan oleh Indonesia untuk memenuhi energi dalam negeri. *business as usual* (BAU), memprediksi selama tahun 2018-2050 kebutuhan energi di Indonesia meningkat sebesar 3,9% dari tahun ke tahun. Lain halnya dengan sektor industri sebagai penggerak ekonomi, kebutuhan energi diprediksi terus mengalami peningkatan dan akan mengalahkan total kebutuhan energi final pada tahun 2050 (1).

Energi terbarukan sedang gencar diperbincangkan karena diprediksi dapat menggantikan sumber energi yang berasal dari fosil. Biomassa merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang terbuat dari bahan organik terbentuk dengan proses fotosintesis. Contoh dari energi biomassa diantaranya yaitu ranting pohon, dedaunan, tanaman, sisa limbah pertanian, sisa limbah hutan, dan kotoran ternak. Penggunaan bahan

baku biomassa tidak hanya sebagai bahan pangan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, sumber energi juga bisa didapatkan dari penggunaan biomassa. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) memberikan data dari catatannya mengenai potensi biomassa di Indonesia telah meningkat sebesar 32,6 gigawatt (GW). Total potensi yang disampaikan, hanya sebesar 1,9 GW atau sekitar 5,7 persen yang baru dimanfaatkan secara optimal (ESDM, 2021). Bahan bakar adalah yang terbuat dari limbah yang sudah tidak terpakai dan memiliki nilai ekonomi rendah pada umumnya disebut biomassa (Widiyandari, 2016).

Negara Indonesia dikenal dengan hasil sumber daya alamnya yang sangat banyak dan melimpah di lain sisi Indonesia juga dikenal penghasil limbah organik dan anorganik terbesar. Salah satu limbah yang banyak ditemukan di Indonesia adalah ampas tebu. Industri pengolahan tanaman tebu menjadi gula menghasilkan ampas tebu dengan jumlah 90% setiap tanaman tebu yang berhasil di kelolah. (Yudo, 2012). Ketersediaan limbah ampas tebu yang melimpah memiliki potensi digunakan sebagai sumber energi dari limbah dengan mengubah limbah ampas tebu menjadi pelet biomassa. Pelet biomassa memiliki komposisi yang berbeda tergantung pada bahan pembuatannya.

Melihat potensi tersebut berbagai penelitian dilakukan untuk mengetahui faktor yang dapat meningkatkan efisiensi dari pelet biomassa. Menurut penelitian sebelumnya pelet hasil torefaksi mempunyai sifat hidrofobik sehingga memungkinkan untuk dilakukan penyimpanan dalam waktu yang cukup lama. Pelet yang ditorefaksi dapat meningkatkan nilai kalor sekitar 13,15% dari 15,82 MJ/kg menjadi 17,90 MJ/kg. Namun kadar abu yang dimiliki pelet memiliki torefaksi masih sangat tinggi (13,49%) melewati batas Standar Nasional Indonesia (Dewanatan, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh Hasna dkk dapat

menghasilkan pelet yang bagus dengan menambahkan terpurung kelapa sebesar 50% serta mengubah ukuran partikel menjadi 60-80 mesh dan memiliki sifat kadar abu yang rendah (0,79%) dan nilai kalor yang tinggi (5129,07 Kal/g), serta keteguhan tekan yang masih cukup tinggi (444,75N) (Hasna, 2019). Sedangkan

Berdasarkan penelitian Mustiadi dkk katalis akan berinteraksi dan mengikat hydrogen dari minyak dengan cepat dengan meningkatnya massa campuran minyak (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> pada partikel arang sampah organik, sehingga massa molekul hydrogen yang terdapat pada minyak menjadi berkurang, molekulnya lebih cepat reaktif saat menyerap energi panas dan membentuk struktur ikatan molekul minyak (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> lebih lemah dengan densitas yang rendah (Mustiadi, 2019). Percobaan yang dilakukan (Hairul, 2020) menambahkan biomasa dengan zeolite alam mampu mempercepat laju pembakaran

Berdasarkan uraian di atas penulis ingin mencari tahu lebih dalam “Analisis Pengaruh Penambahan Bahan aditif ( Zeolit dan Karbon Aktif ) dan Variasi Ukuran Butir pada Pelet Biomassa Ampas Tebu Terhadap Pembakaran dan densitas bulk ”. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bahan bakar biomasa.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental, Dengan berpedoman pada peneliti terdahulu lalu peneliti membuat inovasi untuk mengembangkan penelitian terdahulu. Membuat prosedur dari awal sampai akhir untuk mencari tahu karakteristik pembakaran pada pelet ampas tebu dengan berbagai varian zat aditif dan varian ukuran partikel.

Berkaitan dengan pelet biomasa penelitian ini akan melakukan sudi literatur pada tahap awal dan melakukan persiapan alat serta bahan, setelah persiapan sudah dilakukan dilanjutkan tahap perancangan dan pembuatan pelet dan melangsungkan penelitian. Penelitian utamanya menyangkut

3 hal, yaitu perancangan, preparasi, dan pengujian. Adapun hal-hal yang diuji meliputi emisi, efisiensi termal, dan penerimaan masyarakat. Kesimpulan dapat diambil jika penelitian sudah dilakukan serta melakukan analisis serta mengevaluasi hasil penelitian.

Setelah melakukan studi literatur, maka tahap berikutnya adalah penelitian. Perancangan ini meliputi penentuan bahan baku dan ukuran pelet yang akan digunakan. Prosedur umum perancangan bahan bakar yaitu:

1. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah ampas tebu dengan tambahan bahan aditif yaitu zeolit dan Karbon aktif, dengan perbandingan campuran 50% .
2. Ukuran partikel ampas tebu dalam penelitian ini adalah 20 mesh, 30 mesh.
3. Ukuran pelet yang dibuat adalah 10 mm dengan bentuk silindris.

Tabel .1. Tabel variasi pelet

| Ukuran Partikel | Tanpa Campuran | Zeolit | Karbon Aktif |
|-----------------|----------------|--------|--------------|
| 20 mesh         | 0              | 12,5 g | 12,5 g       |
| 30 mesh         | 0              | 12,5 g | 12,5 g       |

Dari tabel diatas terbaca sampel yang akan diuji adalah 6 sampel pelet biomasa dari ampas tebu.

Peralatan:

1. Cetakan pelet
2. Besi penekan dan Timbangan
3. Oven laboratorium
4. Cawan

Bahan:

1. Ampas Tebu
2. Tepung Kanji
3. Zeolit
4. Karbon Aktif
5. Air

Prosedur umum dalam preparasi tiap jenis bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan baku pembuatan pelet biomasa (Yaitu, Ampas Tebu).

2. Ampas tebu yang sudah dikumpulkan lalu di keringkan atau diopen selama 4 jam dengan suhu 250 C setelah itu di tumbuk hingga membetuk serbuk. Jika sudah halus ampas tebu di ayak atau difilter dengan partikel 10 mesh, 20 mesh dan 30 mesh.
3. Timbang serbuk ampas tebu dengan berat 25 gram untuk satu sempel pelet biomasa yang akan dibuat. Setelah itu timbang tepung tapioka seberat 25 gram dan campur dengan air panas lalu aduk hingga menjadi lem.
4. Jika tepung tapioka sudah menjadi lem campurkan dengan bahan aditif dengan berat 12,5 gram setelah itu campurkan bahan utama serbuk ampas tebunya dan diaduk hingga kalis.
5. Memasukkan adonan dalam pencetak berdiameter cetakan 1 cm kemudian tekan diatas timbangan dengan kuat 50/kg.

Peralatan :

1. Timbangan
2. 1 buah termokopel
3. Data aquisisi (Menggunakan alat dari arduino)
4. 3 Kaleng
5. Cawan laboratorium volume 200
6. Camera handphone

Pengujian ini densitas bulk dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin.

1. Menyiapkan wadah dengan volume 200 ml
2. Menimbang massa kosong wadah tersebut, dan mencatat hasilnya
3. Menyiapkan pelet biomasa yang telah dibuat sebelumnya
4. Memasukkan pelet tersebut ke dalam wadah hingga penuh
5. Menimbang massa wadah yang telah berisi pelet
6. Menghitung densitas bulk pelet dengan membagi massa pelet dengan volume wadah
7. Mencatat hasil yang didapat

Prosedur dalam pengujian pembakaran

adalah sebagai berikut dimana performa pelet yang akan ditinjau adalah temperatur pembakaran dan emisi yang dihasilkan.

1. Melubangi pelet biomasa pada bagian tengah dengan bor berdiameter 1.5 mm
2. Timbang pelet biomasa dengan berat 1 gram
3. Memasukkan sebuah termokopel kedalam lubang pada pelet biomasa
4. Meletakkan pelet biomasa yang telah terhubung dengan termokopel di dalam kaleng yang sudah didesain untuk ruang bakar.
5. Mengeset Hot air gun pada 450oC dengan kecepatan angin 10.
6. Mencatat temperatur awal pelet biomasa yang mulai terbakar
7. Menunggu laju pembakaran pada pelet hingga pelet habis dan mencatat suhu maksimal serta waktu yang dibutuhkan pelet sampai pelet habis total.
8. Pengujian dilakukan pada tiap variasi pelet biomasa yang telah dibuat sebelumnya.

Pengujian kadar air dilakukan di lab teknik sipil. Dengan prosedur sebagai berikut:

1. Timbang dengan seksama 1-2 gram
2. Masukan pada oven suhu 105oC selama 3 jam.
3. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit.
4. Timbang ulang pelet biomasa hasil dan catat.
5. Ulangi pekerjaan ini pada setiap sempel pelet yang ada.(8)

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100\%$$

W = bobot pelet sebelum dikeringkan (gram)

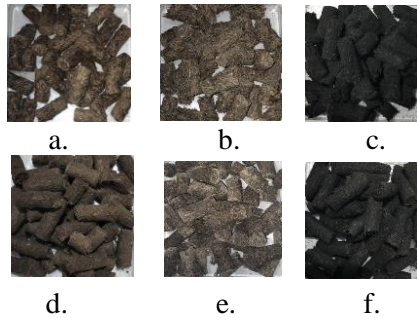
W1 = bobot kosong + pelet (gram)

W2 = bobot kosong + pelet setelah dikeringkan (gram)

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan pelet biomas dari ampas tebu dapat dilihat dengan mata telanjang perbedaan antara pelet biomasa dari ampas tebu diketahui bawa pelet biomasa

yang berukuran 10 mesh terlihat lebih banyak rongga dan sulit untuk pada dengan sempurna. Berbeda dengan pelet biomasa yang berukuran 20 mesh dan 30 mesh pelet dengan ukuran partikel ini lebih rapat secara utuh dan terlihat sangat solid.

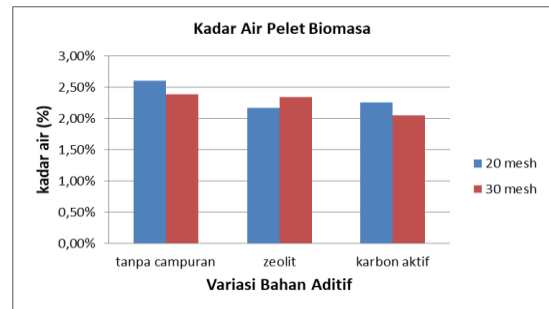


Gambar .1 a. Pelet 20 mesh tanpa campuran, b. Pelet 20 mesh campuran zeolit, c. Pelet 20 mesh campuran karbon aktif, d. Pelet 30 mesh tanpa campuran, e. Pelet 30 mesh campuran zeolit, f. Pelet 30 mesh campuran karbon aktif.

Palet biomasa dari ampas tebu dengan variasi bahan aditif secara kasat mata memiliki perubahan pada warna yang melekat pada pelet, pelet biomasa yang menggunakan campuran bahan aditif karbon aktif terlihat berwarna lebih hitam pekat dibandingkan dengan pelet biomasa tanpa campuran dan campuran zeolit.

### 3.1 Hasil Kadar Air Pelet Biomasa dari Ampas Tebu

Hasil kadar air yang berhasil di dapatkan pada pelet biomasa dari ampas tebu dengan tambahan bahan aditif dan variasi ukuran partikel mendapatkan hasil yang beragam sesuai dengan material/bahan penyusun pelet biomasa, Berikut tampilan grafik hasil dari pengujian kadar air pelet biomasa dari ampas tebu.

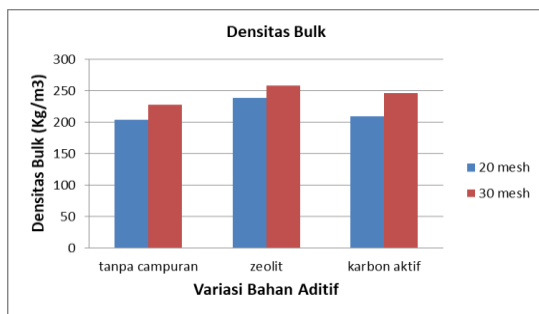


Gambar .2. Perbandingan hasil kadar air pada pelet biomasa variasi ukuran partikel dan variasi bahan aditif

Berdasarkan data dari grafik pengujian kadar air pelet biomasa diatas, Sempel pelet biomasa dari ampas tanpa campuran memiliki kadar air yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel yang lainnya yaitu sebesar 2,6%. Sedangkan hasil kadar air pelet biomasa dari ampas tebu paling rendah didapatkan 2% yang dimiliki oleh sampel pelet biomasa dengan campuran karbon aktif dan zeolit. Hal ini disebabkan pelet biomasa dengan tambahan bahan aditif berupa zeolit dan karbon aktif memiliki kemampuan menyerap air yang rendah sehingga nilai kadar air yang di dapatkan juga rendah, fenomena ini sangat menguntungkan dikarenakan jika pelet biomasa memiliki kadar airnya rendah, maka nilai kalor yang dihasilkan akan tinggi.

### 3.2 Hasil Densitas Bulk Pelet Biomasa dari Ampas Tebu

Perbandingan volume terhadap massa pelet biomasa ditunjukkan oleh densitas bulk. Hasil Pengujian dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel maka densitas bulk yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini jelas karena pelet dengan ukuran partikel yang lebih kecil dapat lebih banyak tertampung dalam wadah dengan volume yang sama daripada pelet dengan ukuran yang lebih besar.



Gambar .3. Perbandingan hasil densitas bulk pada pelet biomasa variasi ukuran partikel dan variasi bahan aditif

Tidak jauh berbeda dengan pelet yang memiliki kadar air tinggi, semakin tinggi kadar air pelet maka densitas bulk akan turun. Tingginya kadar air dalam pelet dipengaruhi oleh kadar air pada bahan baku biomasa. Kadar air yang tepat dalam biomasa menghasilkan pelet yang bersifat compact (padat) sedangkan kadar air pada biomasa yang terlalu berlebih menyebabkan lignin tidak dapat berfungsi menjadi perekat bila pembuatan pelet dilakukan dengan tekanan dan temperatur yang sama sehingga pelet bersifat mengembang (tidak padat). Hal ini menghasilkan pelet dengan densitas bulk yang lebih kecil pada pelet dengan panjang yang sama.

Densitas bulk merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam menentukan volume penyimpanan pada transportasi. Dengan meningkatkan densitas bulk, jumlah pelet biomasa yang didistribusikan dan disimpan akan lebih banyak pada volume yang sama. Hal ini mereduksi biaya transportasi. Tempat penyimpanan pun dapat direduksi.

### 3.3 Hasil Pembakaran Pelet Biomasa dari Ampas Tebu

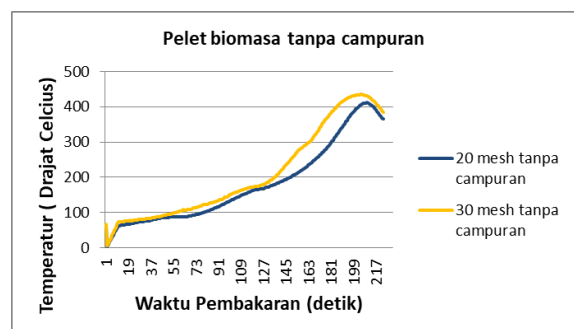
Karakteristik pembakaran dari berbagai tipe biomasa bervariasi tergantung pada komposisi kimia, sifat fisis, dan karakteristik abu dari bahan bakar tersebut. Pembakaran pelet biomasa terbagi didalam empat tahap. Tahap pertama adalah saat permukaan pelet melepaskan uap air dan gas-gas (CO, CO<sub>2</sub>,

CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>), beberapa diantaranya gas yang mudah terbakar. Tahap pembakaran ini terjadi hingga temperatur 50 - 100 °C. Pada tahap kedua, yaitu pada rentang temperatur 100 °C hingga 200 °C, bahan mudah menguap pada pelet (*volatile matter*) mulai terbakar dan terjadi reaksi yang menghasilkan panas. Pada tahap ini belum terjadi api hingga temperatur naik. Pada tahap ketiga saat temperatur naik dari 200°C hingga 300 °C, gas-gas yang telah terlepas bereaksi kembali, terignitasi sehingga membentuk api. Zat yang tersisa setelah semua gas habis bereaksi adalah karbon atau arang. Carbon atau arang inilah yang kemudian terbakar pada temperatur diatas 350 °C yaitu pada tahap keempat.

Pada pembahasan berikutnya akan kita lihat pengaruh ukuran partikel pelet dan penambahan bahan aditif pada pelet terhadap temperatur pembakaran, sehingga pada kurva selanjutnya hanya akan disajikan kurva temperatur pelet terhadap waktu.

#### 1. Pengaruh ukuran partikel

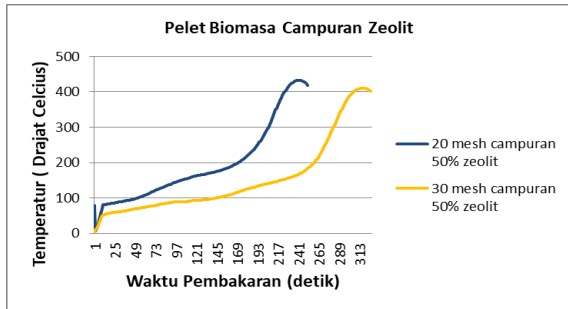
Secara teoritis, pembakaran sempurna terjadi pada saat kondisi stoikiometri dan menghasilkan temperatur puncak pembakaran yang paling tinggi.



Gambar.4. Perbandingan pembakaran pelet biomasa tanpa campuran

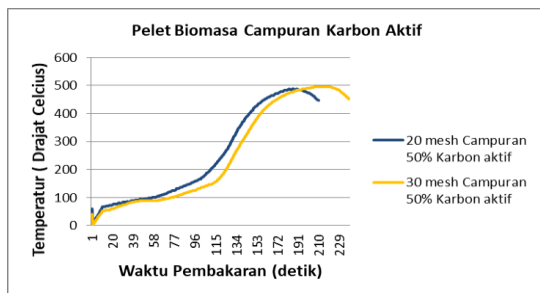
Perbandingan Pelet biomasa tanpa campuran dengan ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh. Temperatur pembakaran paling tinggi dihasilkan oleh pelet biomasa 30 mesh sebesar 435 °C dengan waktu pembakaran 225 detik. Sedangkan pelet biomasa 20 mesh memiliki nilai pembakaran sebesar 412°C

dengan waktu pembakaran 215 detik. Hal tersebut membuktikan pengaruh ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh tidak terlalu signifikan terhadap pembakaran pelet biomasa.



Gambar.5. Perbandingan pembakaran pelet biomasa campuran zeolit 50%

Pelet biomasa dari ampas tebu ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh dengan campuran bahan aditif zeolit sebesar 50% setelah dilakukan uji pembakaran mendapatkan hasil perubahan yang signifikan terhadap waktu pembakaran yang diperoleh. Pelet biomasa dengan ukuran partikel 20 mesh mendapatkan temperatur pembakaran tertinggi sebesar 433°C dengan waktu pembakaran 250 detik. Sedangkan pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh temperaturnya menurun sehingga didapatkan nilai sebesar 411°C namun waktu pembakarannya menjadi lebih lama menjadi 322 detik.



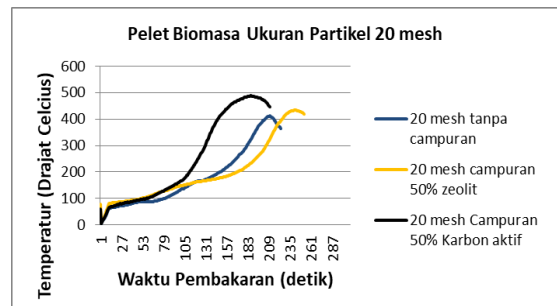
Gambar.6. Perbandingan pembakaran pelet biomasa campuran karbon aktif 50%

Pada ukuran partikel yang berbeda ternyata susunan temperatur puncak pembakaran yang dihasilkan juga berbeda.

Pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh menghasilkan temperatur yang tinggi pada campuran karbon aktif yaitu sebesar 496°C dengan waktu pembakaran 220 detik, sedangkan pelet biomasa ukuran partikel 20 mesh menghasilkan temperatur puncak pembakaran sedikit rendah yaitu 488°C dengan waktu pembakaran 191 detik.

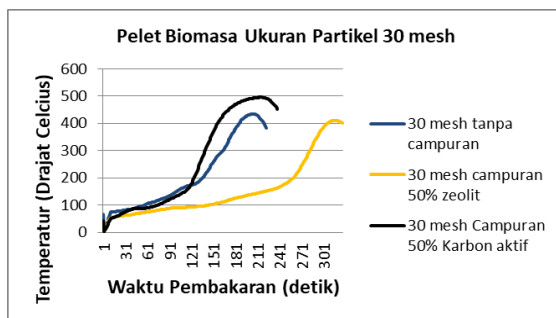
## 2. Pengaruh bahan aditif

Pengaruh penambahan bahan aditif pada pelet biomasa dari ampas tebu menghasilkan temperatur puncak yang berbeda sesuai dengan campuran bahan aditif yang diberikan. Pada penelitian ini memperbandingkan pelet biomasa tanpa campuran dengan pelet biomasa campuran zeolit 50%, Karbon aktif 50%. Grafik temperatur pembakaran didapatkan oleh masing masing sampel yang sudah di uji pembakaran, dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 7. Perbandingan pelet ukuran partikel 20 mesh terhadap penambahan bahan aditif

Penambahan bahan aditif berupa zeolit mampu untuk meningkatkan waktu pembakaran pada pelet dibandingkan dengan karbon aktif atau pun pelet biomasa tanpa campuran, namun temperatur yang dihasilkan tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu. Berbeda halnya dengan pelet biomasa campuran karbon aktif yang menunjukkan perubahan signifikan pada temperatur pembakaran namun mengalami penurunan terhadap waktu pembakaran



Gambar 8. Perbandingan pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh terhadap penambahan bahan aditif

Sama halnya dengan ukuran partikel yang berbeda, pada pelet biomasa penambahan bahan aditif temperatur puncak tertinggi cenderung didapatkan pada penambahan karbon aktif 50% dengan temperatur  $450^{\circ}\text{C}$  keatas. Sedangkan waktu pembakaran paling lama didapatkan pada pelet pelet biomasa campuran zeolit yaitu 250 detik keatas.

#### 4 KESIMPULAN DAN SARAN

##### 1. Kesimpulan

Penelitian pelet biomasa dari ampas tebu dengan variasi ukuran partikel dan penambahan bahan aditif berupa zeolit dan karbon aktif dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kadar air pelet biomasa ukuran partikel 20 mesh mendapatkan nilai paling tinggi yaitu 2,6% sedangkan nilai kadar air paling rendah terdapat pada pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh dengan campuran zeolit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pelet biomasa tanpa campuran sangat kuat untuk menyimpan air.
2. Densitas bulk yang semakin besar dipengaruhi kandungan air yang semakin besar maka densitas bulk yang dihasilkan akan menurun. Densitas bulk tertinggi terdapat pada pelet biomasa ukuran partikel 20 mesh campuran zeolit sebesar  $258\text{ kg/m}^3$ .
3. Temperatur puncak pembakaran yang semakin besar dipengaruhi bahan

aditif dan ukuran partikel. Temperatur puncak pembakaran tertinggi dimiliki oleh pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh dengan campuran karbon aktif yaitu sebesar  $498^{\circ}\text{C}$

4. Waktu lama terbakar dipengaruhi oleh ukuran partikel dan bahan aditif. Waktu paling lama terbakar terdapat pada pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh dengan campuran zeolit yaitu 322 detik.

##### 2. Saran

Bagi Peneliti selanjutnya ada berapa hal yang perlu diperhatikan dan dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih maksimal untuk mengembangkan pelet biomasa dari ampas tebu dengan variasi bahan aditif sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu untuk dilakukan berbagai pengujian seperti pengujian nilai kalor, volatil matter, fixed carbon dan analisa ultimate.
2. Pengujian pembakaran sebaiknya dilakukan di ruangan tertutup agar mendapatkan suhu dan waktu yang sebenarnya.
3. Dalam melakukan pengujian perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengujian seperti suhu ruangan, keakuratan alat uji, prosedur pengujian yang memenuhi standart, dan sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. BPPT. Indonesia Energy Outlook 2020 - Special Edition Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia. PPIPE dan BPPT. 2020. 70 p.
2. Widiyandari H, Setiabudi W, Subagio A, Haryanti S, Siahaan P, Tjahjana H. Pengaruh Penggunaan Binder terhadap Densitas dan Kalor Pembakaran Briket dari Limbah Sagu. Indones J Appl Phys. 2016;3(02):188.
3. Yudo H, Jatmiko S. Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit



- Berperkuat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. Kapal. 2012;5(2):95–101.
4. Dewanatan WW, Adiputra MK, Hakim IP, Zainuddin AP, Putro IK, Cahyono RB. Peningkatan Efisiensi Energi Melalui Optimasi Cycle Steam Boiler pada Operasi Boiler : Studi Kasus di PT. Kaltim Methanol Industri (KMI). *J Rekayasa Proses*. 2020;14(2):182.
  5. Hasna AH, Sutapa JPG, Irawati D. Pengaruh Ukuran Serbuk dan Penambahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Pelet Kayu Sengon. *J Ilmu Kehutan*. 2019;13(2):170.
  6. Mustiadi L, Astuti S, Purkuncoro AE. Pengaruh (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> Terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Pelet Partikel Arang Sampah Organik. *Pros SENTIKUIN (Seminar 2019;2)*
  7. Hairul Bahri M, Wijayanti W, Hamidi N, Wardana ING. The role of alkali metal and alkaline metal earth in natural zeolite on combustion of Albizia Falcataria sawdust. *Int J Energy Environ Eng*. 2020;11(2).
  8. Feringo T. Analisis Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Abu Tak Larut Asam Dan Kadar Lemak Pada Makanan Ringan Di Balai Riset Dan Standarisasi Industri Medan. *Univ Sumatera Utara*. 2019;8(5):55.