

Analisis Kadar Air, Densitas Bulk dan Pembakaran pada Pelet Biomassa Ampas Tebu Variasi Ukuran Partikel dan Penambahan Bahan Aditif (Zeolit, 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. Gufron¹, Mokh. Hairul Bahri^{2*}, Ardhi Fathonisyam PN³

¹Mahasiswa Progam Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember,
Email : gufronengker123@gmail.com

² Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember* Koresponden Author
Email : mhairulbahri@unmuhjember.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : ardhi@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 efisiensi 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 penelitian 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 tertinggi terdapat pada pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh campuran zeolit 50% dan yang paling rendah terdapat pada pelet biomasa 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.*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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 ditorefaksi 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 (CH₂)_n 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 (CH₂)_n lebih lemah dengan densitas yang rendah (Mustiadi, 2019).

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 biomassa.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik pembakaran pelet biomassa dari ampas tebu dengan penambahan bahan aditif (zeolit dan karbon aktif) dan variasi ukuran 20 mesh

dan 30 mesh ?

2. Bagaimana kadar air dan densitas bulk yang dihasilkan pelet biomassa dari ampas tebu dengan penambahan bahan aditif (zeolit dan karbon aktif) dan variasi ukuran 20 mesh dan 30 mesh ?

C. Batasan Masalah

1. Menggunakan ampas tebu sebagai bahan utama, dengan ukuran butir 20 mesh dan 30 mesh.
2. Penggunaan bahan aditif pada penelitian ini adalah zeolit dan karbon aktif, ukuran butir 200 mesh dengan perbandingan pencampuran 50 %.
3. Perekat yang digunakan pelet biomassa dari ampas tebu adalah tepung tapioka dengan perbandingan 1:1 dari bahan utama serta ditekan dengan tekanan 50 kg.
4. Pelet ampas tebu berbentuk silindris , dengan diameter 10 mm.
5. Uji pembakaran dilakukan pada satu pelet biomassa dari ampas tebu, dengan berat 1 gram.
6. Uji kadar air dan uji densitas bulk .

D. Maksud dan tujuan

Adapun maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui pembakaran pelet biomassa dari ampas tebu dengan penambahan bahan aditif (zeolit dan karbon aktif) dan variasi ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh.
2. Untuk mengetahui kadar air dan densitas bulk yang dihasilkan pelet biomassa dari ampas tebu dengan penambahan bahan aditif (zeolit dan karbon aktif) dan variasi ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh.

1. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkembangan Biomassa

Perspektif modern beberapa tahun terakhir menggunakan kayu sebagai bahan bakar hijau (green fuel and green energy) yang dikemukakan dalam berbagai kesempatan sebagai energi ramah lingkungan. Perhatian besar telah ditaruh oleh negara-negara raksasa seperti Amerika, Jerman, Jepang, Cina, Korea

pada pengembangan teknologi pemanfaatan energi hijau atau biomassa. Meningkatnya kebutuhan sumber energi inilah yang menyebabkan tingginya perhatian negara-negara maju menemukan dan menggunakan sumber-sumber energi terbarukan ditunjang dengan kesadaran bahwa sumber energi fosil menjadi salah satu penyumbang pemanasan global akibat gas emisi carbon yang dihasilkan terlalu tinggi. Hal ini energi terbarukan dan berkelanjutan menjadi peluang besar guna menyediakan keamanan pasokan energi sehingga mengurangi pemanasan global (global warming) yang dihasilkan oleh sumber energi fosil (Amirta Rudianto, 2018).



Gambar 1. Konsep *Neutral Carbon* biomassa (Amirta Rudianto, 2018)

B. Biomassa

Biomassa adalah sumber energi terbarukan yang terbuat dari bahan organik dan tersusun dari tumbuh-tumbuhan atau sisa-sisa limbah organik melalui proses pengompakan yang dilakukan dengan tekanan. Limbah sisa hasil hutan, limbah sisa pertanian dan perkebunan, limbah organik sisa dari industri dan rumah tangga merupakan bahan yang dapat dibuat sebagai bahan utama biomassa. Biomassa memiliki kandungan komposisi unsur kimiawi yang terdapat seperti: zat hidrogen (H), arang atau karbon (C), zat lemak atau nitrogen (N), zat asam atau oksigen (O), belerang (S), kadar abu dan kadar air, yang semuanya itu saling berikatan dalam satu sifat senyawa kimia (Ridhuan, 2019).

Secara garis besar penggunaan biomassa sangat menguntungkan dari segi penggunaannya dikarenakan beberapa faktor. Selain mudah untuk diperbaharui biomassa juga merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena

emisi yang dihasilkan tidak setinggi sumber energi fosil. Bahan yang digunakan sumber energi biomas pun juga sangat mudah untuk didapatkan khususnya di negara Indonesia karena negara Indonesia berada di geografis yang beriklim tropis.



Gambar 2. Contoh biomasa
 Sumber : (Ridhuan, 2019)

C. Pelet Biomassa

Pada umumnya pelet kayu berbentuk silindris dengan panjang 1-3 cm dan berdiameter 5-10 mm serta dengan tingkat kepadatan rata-rata 650 kg/m³ atau 1,5 m³/ton yang terbuat dari hasil pengolahan kayu atau limbah kayu yang dikompakan (M. Noer, 2021).

Tabel 1. Komposisi Pelet Kayu Karet

Komposisi	Kontrol	Torefaksi		
		200°C	250°C	300°C
Kadarabu (%)	0,40	0,41	0,48	0,59
Selulosa (%)	43,13	41,27	43,13	42,29
Hemiselulosa (%)	13,59	13,58	13,59	2,33
Lignin (%)	30,11	30,11	38,78	47,38

Sumber : (Rubiyanti, 2019)

D. Analisa Stabilitas Bendung

Proses ekstraksi dari ampas tebu menghasilkan kandungan yang terdapat didalamnya yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Mengutip analisis kimia yang dilakukan setiati ampas tebu memiliki kandungan kimiawi yaitu, SiO₂ 3,01 %, pentosan 27,97 %, sari 1,81 %, selulosa 37,65 %, lignin 22,09 %, abu 3,28 %. Karena ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 90% per produksi dengan serat berdiameter 20 mikro serta panjang 1,7 smpa 2 mm ampas tebu sebenarnya dapat dikelola untuk hal lain selain digunakan sebagai bahan bakar (Setiati, 2016).



Gambar 3. Ampas Tebu
 Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kadar serat kasar yang dihasilkan ampas tebu diperkirakan mencapai 43% dan kadar protein rendah sebesar 2,7%. Maka dari itu diperlukan teknologi tambahan untuk menurunkan kadar serat tinggi guna meningkatkan nilai kalor dan menurunkan kadar abu (Nugroho, 2020).

E. Bahan Perekat

Bahan yang digunakan untuk mengikat bahan utama dan bahan aditif dan membuat teksturnya menjadi padat adalah pemakaian bahan perekat. Selain ditekan untuk dikompakan pemakaian bahan perekat dapat meningkatkan susunan partikel menjadi lebih rapat, padat, halus dan teratur. Sehingga ketangguhan dan kekuatan pelet biomassa akan semakin tinggi dan bagus (Endah, 2009). Bahan perkat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:

1. Perekat organik
2. Bahan perkat an-organik

F. Bahan Aditif

Bahan aditif yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zeolit dan Karbon Aktif. Alasan dalam menggunakan bahan bakar alternatif ini sebab bahan tersebut digunakan untuk memfilter air, yang asumsinya dapat juga digunakan untuk memperlancar pembakaran yang dihasilkan oleh pelet biomassa.

3. METODOLOGI

A. Jenis 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.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

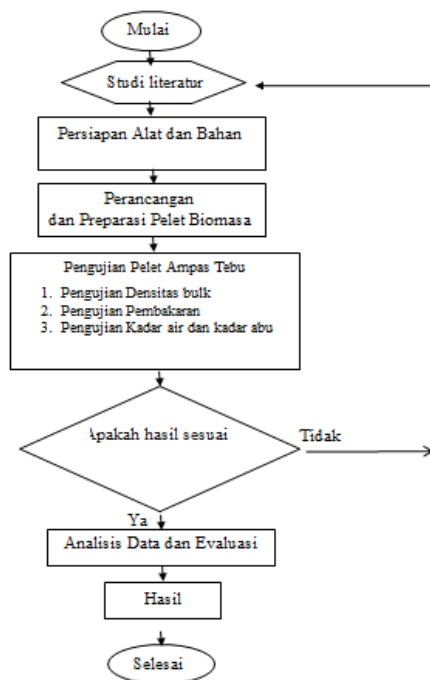
a. Waktu Penelitian

Penelitian ini akan di mulai bulan November 2021 samapai mendapatkan hasil penelitian yang akurat dan dapat bermanfaat bagi masyarakat.

b. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian di Lab Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember dan Lab Teknik Universitas Jember serta tempat lain jika alat yang digunakan untuk penelitian tidak ada di Lab yang bersangkutan.

C. Diagram Alur



Gambar 4. Diagram Alir

D. Tahap Perancangan Pelet

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

Sumber : Perancangan Pribadi

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

E. Alat dan Bahan Preparasi Pelet

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

F. Prosedur Preparasi Pelet

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 sampel 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.

G. Peralatan Pengujian

Peralatan :

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

H. Tahap Pengujian Pelet

a. Pengujian ini densitas bulk

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

b. Pengujian Pembakaran

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.

c. Pengujian kadar air

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

1. Timbang dengan seksama 1-2 gram
2. Masukkan 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 sampel pelet yang ada.(Feringo, 2019)

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air} = \frac{w1-w2}{w} \times 100\%$$

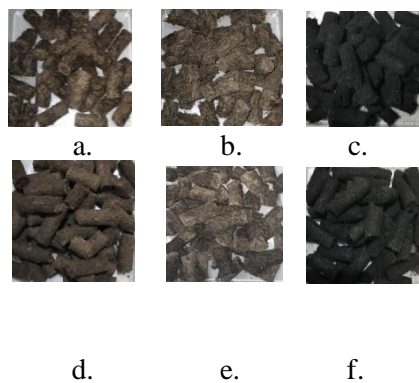
W = bobot pelet sebelum dikeringkan (gram)

W1 = bobot kosong + pelet (gram)

W2 = bobot kosong + pelet setelah dikeringkan (gram)

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan pelet biomasa 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.

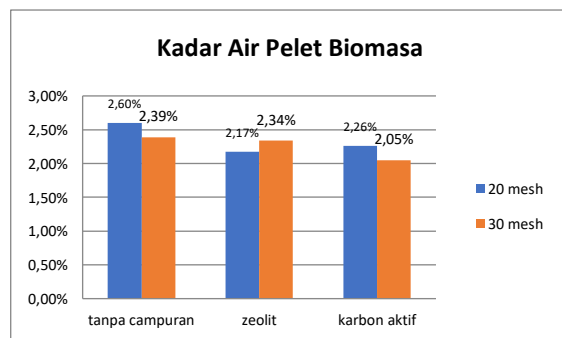


Gambar .5 a. Pelet 20 mesh tanpa campuran, b. Pelet 20 mesh campuran zeolit, c. Pelet 20 mesh campuran karbon aktif, d. Pelet 30 mesh tanpa campuran, e. Pelet 30 mesh campuran zeolit, f. Pelet 30 mesh campuran karbon aktif.
 Sumber : Dokumentasi Pribadi

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.

A. Hasil Kadar Air

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.



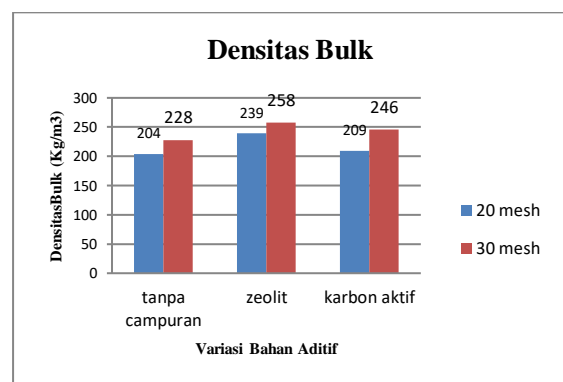
Gambar .6. Perbandingan hasil kadar air pada pelet biomasa variasi ukuran partikel dan variasi bahan aditif

Sumber : Perhitungan

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.

B. Hasil Densitas Bulk

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

Sumber : Perhitungan

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.

C. Hasil Pembakaran

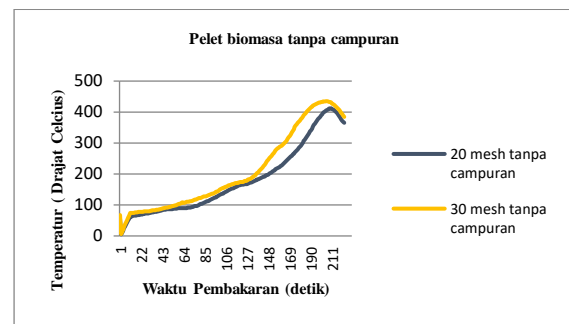
Karakteristik pembakaran dari berbagai tipe biomasa bervariasi tergantung pada komposisi kimia, sifat fisis, dan karakteristik abu dari bahan bakar tersebut. Pembakaran pelet biomasa terbagi didalam empat tahap. Tahap pertama adalah saat permukaan pelet melepaskan uap air dan gas-gas (CO , CO_2 , CH_4 dan H_2), 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.

a. Pengaruh ukuran partikel

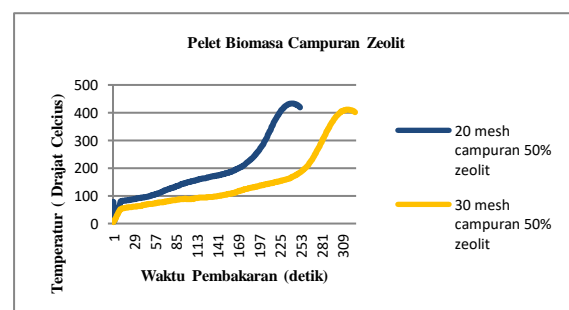
Secara teoritis, pembakaran sempurna terjadi pada saat kondisi stoikiometri dan menghasilkan temperatur puncak pembakaran yang paling tinggi.



Gambar.8. Perbandingan pembakaran pelet biomasa tanpa campuran.

Sumber : Data alat Uji (Ardiuno)

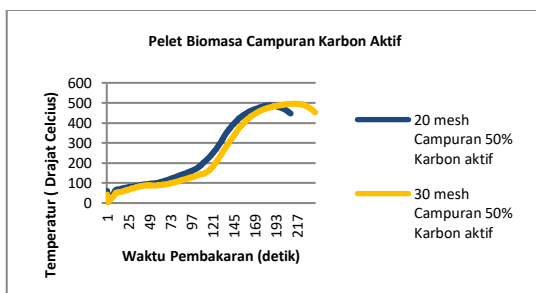
Perbandingan Pelet biomasa tanpa campuran dengan ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh. Temperatur pembakaran paling tinggi dihasilkan oleh pelet biomasa 30 mesh sebesar 435 °C dengan waktu pembakaran 225 detik. Sedangkan pelet biomasa 20 mesh memiliki nilai pembakaran sebesar 412°C dengan waktu pembakaran 215 detik. Hal tersebut membuktikan pengaruh ukuran partikel 20 mesh dan 30 mesh tidak terlalu signifikan terhadap pembakaran pelet biomasa.



Gambar.9. Perbandingan pembakaran pelet biomasa campuran zeolit 50%.

Sumber : Data alat Uji (Ardiuno)

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.

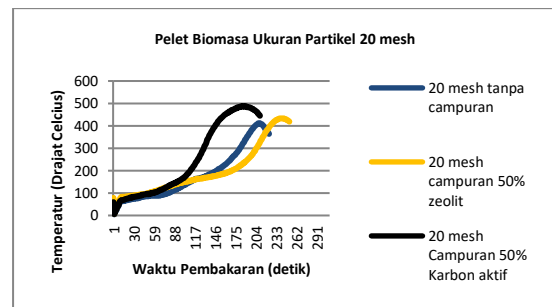


Gambar.10. Perbandingan pembakaran pelet biomasa campuran karbon aktif 50%
 Sumber : Data alat Uji (Ardiuno)

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.

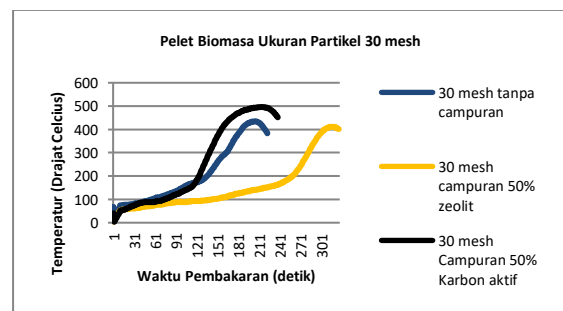
b. Pengaruh bahan aditif

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 .11. Perbandingan pelet ukuran partikel 20 mesh terhadap penambahan bahan aditif.
 Sumber : Data alat Uji (Ardiuno)

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 .12. Perbandingan pelet biomasa ukuran partikel 30 mesh terhadap penambahan bahan aditif.
 Sumber : Data alat Uji (Ardiuno)

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°C keatas. Sedangkan waktu pembakaran paling lama didapatkan pada pelet pelet biomasa campuran zeolit yaitu 250 detik keatas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. 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 kg/m³.
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°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.

b. 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 metter, 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.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amie, N. L. L., & Nugraha, A. (2014). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa Dan Desain*, 1, 1–7.
- Amirta Rudianto. (2018). *Pellet kayu*. 81.
- BPPT. (2020). Indonesia Energy Outlook 2020 - Special Edition Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia. In *PPIPE dan BPPT*. https://www.researchgate.net/publication/343903321_OUTLOOK_ENERGI_IN_DONESIA_2020_Dampak_Pandemi_COVID-19_terhadap_Sektor_Energi_di_Indonesia
- Dewanatan, W. W., Adiputra, M. K., Hakim, I. P., Zainuddin, A. P., Putro, I. K., & Cahyono, R. B. (2020). Peningkatan Efisiensi Energi Melalui Optimasi Cycle Steam Boiler pada Operasi Boiler: Studi Kasus di PT. Kaltim Methanol Industri (KMI). *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(2), 182. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.59172>
- Endah, D. W. I. (2009). *Perancangan Bahan Bakar Pelet Biomassa Dengan Nilai Kalor Optimal dan Emisi Rendah Untuk Masyarakat Perkotaan di Indonesia*.
- Hasna, A. H., Sutapa, J. P. G., & Irawati, D. (2019). Pengaruh Ukuran Serbuk dan Penambahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Pelet Kayu Sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2), 170. <https://doi.org/10.22146/jik.52428>
- Mustiadi, L., Astuti, S., & Purkuncoro, A. E. (2019). Pengaruh (CH₂)_n Terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Pelet Partikel Arang Sampah Organik. *Prosiding SENTIKUIN (Seminar ...)*, 2. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikui/article/download/146/113>

- Nugroho, R. S. (2020). *Analisis Pengaruh Fermentasi Terhadap Karakteristik Briket Menggunakan Limbah Ampas Tebu*.
- 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. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>
- Ridhuan, K., Irawan, D., Zanaria, Y., & Firmansyah, F. (2019). Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi Bioarang - Asap Cair Yang Dihasilkan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 20(1), 18–27. <https://doi.org/10.23917/mesin.v20i1.7976>
- Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G., & Bakri, S. (2019). Karakterisasi Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Hasil Torefaksi dengan Menggunakan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB). *Jurnal Sylva Lestari*, 7(3), 321–331. <http://digilib.unila.ac.id/59044/>
- Setiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., & Marhaendrajana, T. (2016). Ethos (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat): 257-264 OPTIMASI PEMISAHAN LIGNIN AMPAS TEBU DENGAN MENGGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 4, 257–264.
- Widiyandari, H., Setiabudi, W., Subagio, A., Haryanti, S., Siahaan, P., & Tjahjana, H. (2016). Pengaruh Penggunaan Binder terhadap Densitas dan Kalor Pembakaran Briket dari Limbah Sagu. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3(02), 188. <https://doi.org/10.13057/ijap.v3i02.1270>
- Yudo, H., & Jatmiko, S. (2012). Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. *Kapal*, 5(2), 95–101.