

KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN

I.Ardiansah¹, S.Djiwo²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: ifanardiansyah8@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pada biopellet serbuk kayu mahoni dengan variasi campuran minyak biji kapas dan perekat tepung tapioka. Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat biopellet. Bahan yang digunakan merupakan serbuk kayu mahoni dicampur minyak biji kapas sebagai pemicu pembakarannya. Sedangkan untuk perekatnya menggunakan tepung tapioka. Penelitian ini mengetahui karakteristik dari biopellet serbuk kayu mahoni dicampur minyak biji kapas serta perekat tepung tapioka dengan cara pengujian nilai kalor, laju pembakaran, kadar air, SEM dan FTIR. Diketahui hasil nilai kalor dengan campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 5.207 kal/gram, pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 5.321 kal/gram peningkatan nilai kalor sebesar 114 kal/gram, pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 5.672 kal/gram dengan peningkatan sebesar 351 kal/gram, meningkatnya nilai kalor semakin banyak campuran minyak biji kapas maka semakin besar pula nilai kalornya dan di pengaruhi oleh kadar air, bila kandungan kadar air rendah maka akan semakin besar pula nilai kalornya Laju pembakaran pada campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 0,093 gr/menit, pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 0,094 gr/menit kenaikan sebesar 0,001 gr/menit, pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 0,106 gr/menit meningkat sebesar 0,012 gr/menit, Meningkatnya disebabkan rasio campuran persentase minyak biji kapas semakin tinggi persentase dari minyak biji kapas maka akan semakin besar pula laju pembakarannya. Kadar air pada campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 6,4587%, mengalami peningkatan pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 7,2357% dengan peningkatan sebesar 0,777%, mengalami penurunan pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 6,3162% penurunan sebesar 0,9195%, Meningkatnya kadar air pada spesimen campuran 40% : 15% : 45% dikarenakan adanya tingkat pencampuran perekat tepung tapioka yang kurang merata sehingga mempengaruhi kadar air pada biopellet.

Kata Kunci : *Kayu Mahoni, Minyak Biji Kapas, Nilai Kalor, Laju Pembakaran, Kadar Air, SEM, FTIR*

Pendahuluan

Istilah limbah adalah suatu sisa usaha atau pekerjaan yang terdapat bahan berbahaya atau beracun yang disebabkan oleh sifat, konsentrasi dan jumlahnya, dengan cara tidak langsung maupun langsung bisa membahayakan lingkungan, kesehatan, kehdupan manusia dan makhluk lainnya. Misalnya limbah industri penggergajian kayu yang dimana selama ini limbah tersebut hanya ditimbun, di bakar maupun di buang, kalau pun limbah gergaji di bakar bisa berdampak buruk bagi lingkungan sekitar, padahal limbah tersebut terdapat peluang untuk memanfaatkan dengan maksimal untuk sumber energi alternatif yang dapat berguna untuk masyarakat.. Oleh karena itu perlu untuk diproses lebih lanjut dengan teknologi yang aplikatif sehingga membuat produk yang mempunyai nilai tambah dengan pemanfaatan serbuk gergaji kayu menjadi pelet kayu . Masyarakat saat ini menghadapi masalah energi terutama di lingkungan masyarakat. Hingga saat ini, energi yang dipakai masyarakat bersumber dari minyak bumi, gas, dengan harga yang beranjak naik dan terkadang sulit didapatkan. Untuk itu perlu Pengolahan limbah industri tersebut bisa dilakukan dengan mengubahnya menjadi biopellet.

Penggunaan biomassa yang secara langsung memiliki kekurangan terhadap sifat fisiknya seperti densitas yang rendah dalam penanganan, persimpanan. dengan menyelesaikan masalah itu dengan mengubah biomassa dalam bentuk yang simpel dalam bentuk padatan yang dinamai dengan biopellet. Selain limbah industri yang dapat membuat dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan, adapun limbah sisa pemakaian pelumas kendaraan yang salah satu bahannya terbuat dari minyak biji kapas yang saat ini hanya menjadi limbah bagi lingkungan terutama pada perairan dan tanah. Minyakbiji kapas pada umumnya di gunakan sebagai salah satu bahan pelumas rantai motor dan tentunya saja untuk pemanfaatan minyak biji kapas tersebut kurang maksimal karena minyak biji kapas sendiri memiliki kandungan hidrokarbon yang cukup tinggi sehingga bisa dijadikan campuran biopellet.

Dasar Teori

A. Biopellet

Biomassa adalah suatu energi terbarukan dan bertumbuh sebagai tanaman. Kebanyakan biomassa mempunyai nilai ekonomis yang rendah (El Bassam dan Maegaard, 2004). Indonesia mempunyai peluang energi biomassa sebesar 50.000 MW dari segala biomassa limbah pertanian, seperti: hasil samping kelapa sawit, penggilingan padi, dan limbah pertanian. Sumber energi biomassa yang bisa dipakai sebagai energi alternatif merupakan limbah serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit.



Gambar 1. Biopellet

Biopellet dihasilkan oleh sebuah alat dengan mekanisme masuknya bahan yang berkelanjutan dengan dorongan bahan yang sudah dikeringkan dan terpadatkan melalui bulatan logam dari beberapa lobang yang mempunyai ukuran tersendiri. Proses pemadatan itu mendapatkan bahan yang padat (Ramsay 1982 dalam Zamiraza, 2009). Adapun biopellet yang dihasilkan harus memenuhi standart yang telah ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia 8021 : 2014.

Tabel 1. standar biopellet SNI 8021

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kerapatan	g/cm ³	Min. 0,8
2	Kadar air	%	Maks. 12
3	Kadar abu	%	Maks. 1,5
4	Zat yang mudah menguap	%	Maks. 80
5	Kadar karbon	%	Min. 14
6	Nilai kalor	Kal/g	Min. 4.000

B. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah panas yang bisa didapatkan oleh bahan bakar satu gram dengan menaikkan satu gram air temperatur dan mempunyai satuan yang bernama kalori. Penentuan nilai kalor bertujuan mengetahui nilai panas pembakarannya, jika nilai kalor yang dihasilkan tinggi, maka kualitasnya bisa lebih baik, Nilai kalor tinggi disebabkan oleh kandungan air dan abu yang rendah (Fatmawati, Dian 2014). Adanya peningkatan nilai kalor disebabkan oleh karena pembakaran dan kandungan air pada pellet (Nitjano, Fisher Natalius. 2020)

C. Laju Pembakaran

Uji laju pembakaran yaitu proses uji dengan membakar pellet untuk mengetahui waktu pembakaran suatu bahan bakar, Setelah itu menimbang massa pellet yang dibakar, waktu pembakaran dihitung dengan stopwatch, setelah itu biopellet di timbang dengan timbangan digital. laju pembakaran dan lama tidaknya pembakaran itu disebabkan oleh kandungan air pada biopellet. Kadar air meningkat bisa membuat pembakaran semakin lambat disebabkan oleh api yang dihasilkan kecil dan banyaknya asap (Rahman 2011)

D. Kadar Air

Kadar air mempengaruhi kualitas biopellet. Apabila kadar air dihasilkan rendah maka nilai kalor dan laju pembakarannya juga semakin besar. Apabila nilai kadar airnya tinggi maka nilai kalor dan laju pembakarannya juga akan kecil. penetapan kadar air dilakukan dengan cara di oven selama 6 jam pada temperatur 105⁰, setelah di oven kemudian dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan timbanglah berat sampel tersebut, ulangi tahap tahap tersebut sampai beratnya tidak berubah lagi (konstan). Kadar air adalah salah satu tolak ukur agar bisa menentukan kualitas biopellet pada nilai pembakaran nilai kalor, mudahnya penyalaan, lama pembakaran dan jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran. Kandungan air yang tinggi di biopellet bisa menurunkan pembakaran nilai kalor, yang membuat saat penyalaan lebih sukar dan mengeluarkan lebih banyak asap saat dibakar (Rahman, 2011).

E. SEM

Karakteristik bahan alam bisa diidentifikasi dengan Uji SEM. Alat SEM dipergunakan agar bisa melihat morfologi partikel yang ada di permukaan sampel sebelum dan sesudah kalsinasi dan juga komposisi unsurnya. SEM sangatlah

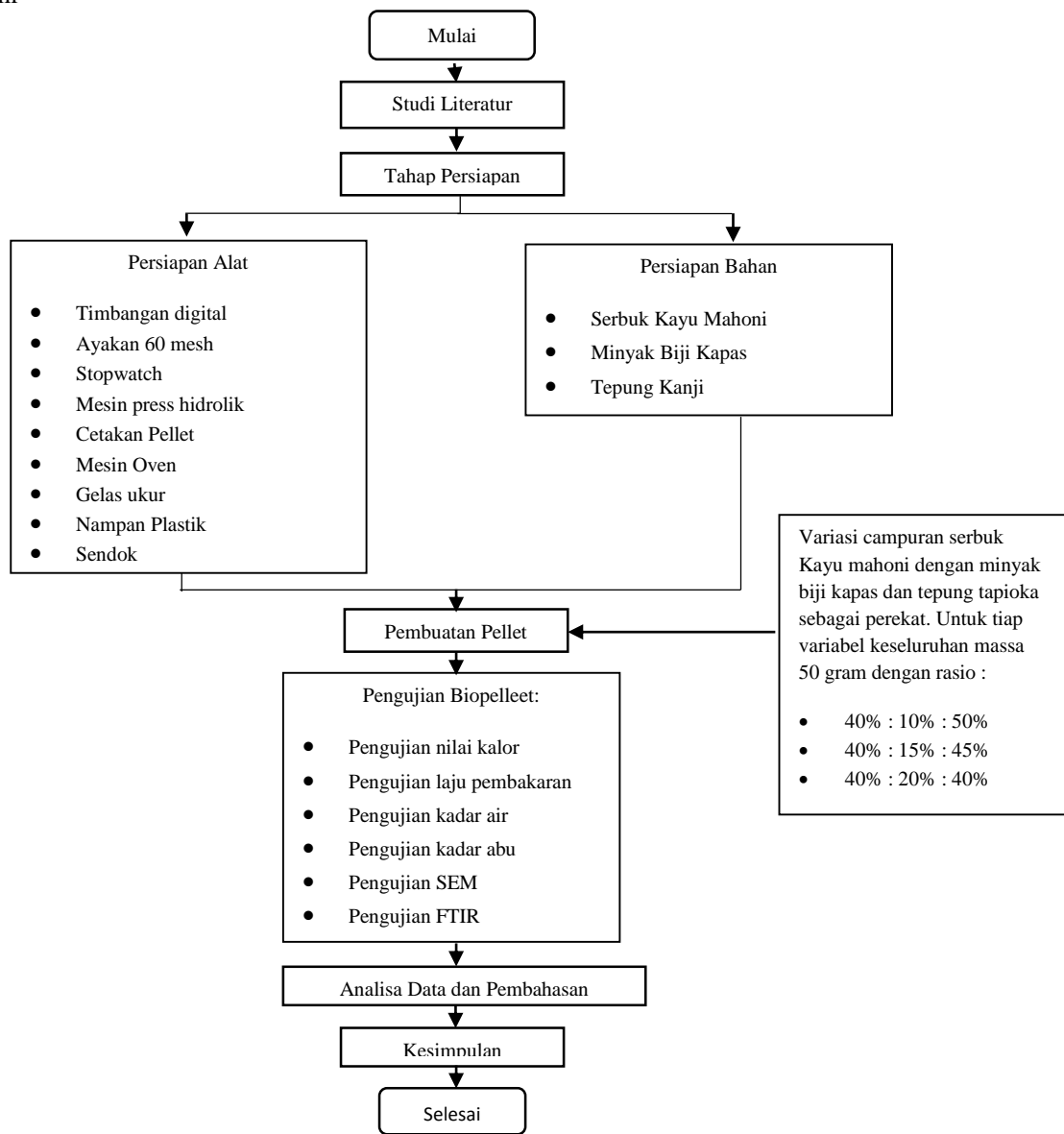
cocok untuk dipergunakan pada situasi yang dimana perlu mengamati permukaan yang kasar pada perbesaran dari 20x sampai 500.000x,. Syarat supaya SEM dapat menghasilkan gambar yang tajam yaitu permukaan obyek harus bersifat sebagai reflector electron. Material yang memiliki sifat demikian adalah logam, untuk analisis partikel non logam umumnya melibatkan tambahan film logam pada permukaan sampel seperti karbon, platinum dan emas. (Rani Kusumaningtyas., 2019).

F. FTIR

Fourier Transform Infra Red (FTIR) diketahui senyawa unsur penyusun adalah pengujiannya berfungsi untuk mendapatkan gugus fungsi terhadap FTIR dengan memakai spektroskopi .spektroskopi merupakan suatu metode analisa mempelajari interaksi materi dan radiasi gelombang elektromagnetik. Interaksi ini dapat menyebabkan perubahan arah radiasi atau transnsi antar tingkat energi atom atau molekul. Hampir semua senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di sekitar spectrum IR. Fungsi dari FTIR yang sangat penting ialah mengidentifikasi senyawa organik, dikarenakan spectrumnya yang kompleks, yang tersusun dari banyaknya puncak – puncak. Spectrum senyawa organiknya memiliki keunikan pada fisknya dan bahwa kedua senyawa tersebut memiliki spectrum yang sama (Bintang., 2010).

Metodologi Penelitian

A. Diagram Alir



B. Alat dan Bahan

Bahan - bahan yang dipakai saat penelitian sebagai berikut : Serbuk Kayu Mahoni, Minyak Biji Kapas dan Perekat Tepung Tapioka.

Alat – alat yang dipakai saat penelitian sebagai berikut : Timbangan Digital, Ayakan 60 Mesh, Stopwatch, Mesin

Press Hidrolik, Cetakan Pellet, Mesin Oven, Gelas Ukur, Nampan Plastik, Sendok.

C. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dimulai dari bulan maret 2022 hingga agustus 2022, Penelitian ini dilakukan di :

- Pencetakan Biopellet dilakukan di Jl Golf D'campus Inside Kav 5 Desa Tasikmadu Kec Lowokwaru Kab Malang
- Uji Nilai Kalor dilakukan di Lab Kimia Universitas Negeri Malang
- Uji Laju Pembakaran dilakukan di Jl Golf D'campus Inside Kav 5 Desa Tasikmadu Kec Lowokwaru Kab Malang
- Uji Kadar Air dilakukan di Lab Kimia Universitas Negeri Malang
- Uji SEM dilakukan di Lab Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang
- Uji FTIR dilakukan di Lab Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang

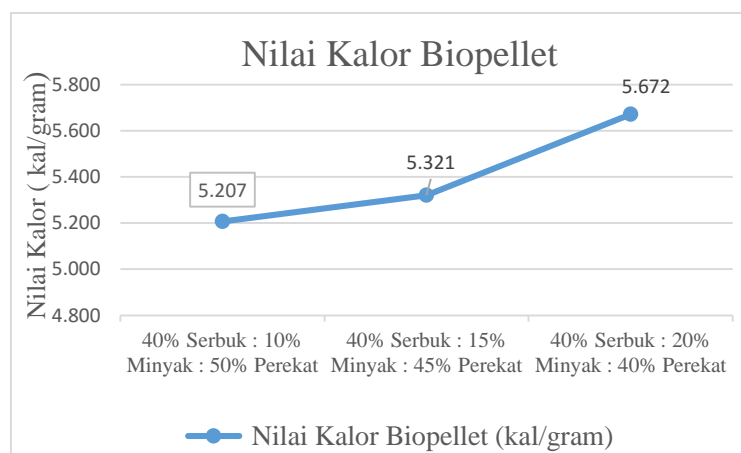
Analisa Data dan Pembahasan

1. Hasil Pengujian Nilai Kalor

Data Uji nilai kalor dengan variasi campuran serbuk kayu mahoni, minyak biji kapas dan perekat tepung tapioka 40% : 10% : 50%, 40% :15% : 45%, 40% : 20% : 40%, adapun hasil nilai kalor pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Kalor

No	Variasi Campuran	Nilai Kalor (kal/gram)
1	40% : 10% : 50%	5.259
2	40% : 10% : 50%	5.234
3	40% : 10% : 50%	5.128
4	40% : 15% : 45%	5.339
5	40% : 15% : 45%	5.286
6	40% : 15% : 45%	5.340
7	40% : 20% : 40%	5.655
8	40% : 20% : 40%	5.602
9	40% : 20% : 40%	5.759



Grafik 1. Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Nilai Kalor

Berdasarkan grafik 1 dapat diketahui bahwa nilai terendah adalah 5.207 kal/gram pada spesimen biopellet 1 variasi persentase 40% : 10% : 50% sedangkan nilai kadar air tertinggi adalah 5.672 kal/gram pada spesimen biopellet 3 variasi persentase 40% : 20% : 40%. Rata-rata nilai kalor pada spesimen biopellet 1 campuran serbuk serbuk kayu mahoni dan

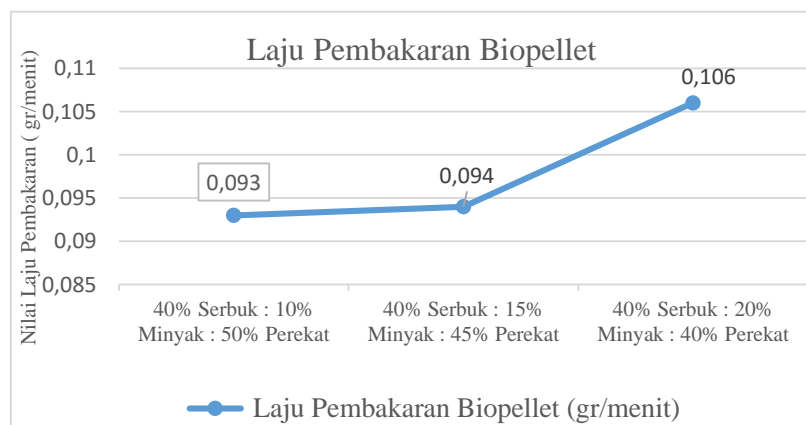
minyak biji kapas serta perekat tepung tapioka 40% : 10% : 50% yang mempunyai nilai kalor 5.207 kal/gram mengalami kenaikan pada spesimen biopellet 2 variasi persentase 40% : 15% : 45% yang mempunyai nilai kalor 5.321 kal/gram dengan peningkatan nilai kalor sebesar 114 kal/gram, ada peningkatan nilai kalor pada spesimen biopellet 3 campuran serbuk kayu mahoni dan minyak biji kapas serta perekat tepung tapioka 40% : 20% : 40% yang mempunyai nilai kalor 5.672 kal/gram dengan peningkatan sebesar 351 kal/gram. Meningkatnya nilai kalor disebabkan oleh rasio campuran minyak biji kapas, semakin banyak campuran minyak biji kapas maka semakin besar nilai kalornya, dan besar kecilnya nilai kalor di pengaruhi oleh kadar air jika kadar air rendah nilai kalor akan naik. Hal ini ditunjang pada beberapa penelitian lainnya. Menurut (Soares, Jose. 2019) semakin meningkat saat rasio campuran minyak matahari ditambahkan, ini menunjukkan bahwa variasi rasio campuran berpengaruh terhadap bertambahnya nilai kalor pembakaran pelet. Menurut (Rahman. 2011) Kadar air rendah bisa memperbesar nilai kalornya. Rendahnya kadar air akan mempermudah dalam pembakaran dan meminimalisir asap pembakaran.

2. Hasil Pengujian Laju Pembakaran.

Hasil Uji laju pembakaran dengan variasi campuran Serbuk Kayu Mahoni 40 % : Minyak Biji Kapas 10 % : Perekat Tepung Tapioka 50, maka di dapatkan hasil laju pembakaran pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Laju Pembakaran

No	Variasi Campuran	Laju Pembakaran (Gram/menit)
1	40% : 10% : 50%	0,095
2	40% : 10% : 50%	0,092
3	40% : 10% : 50%	0,092
4	40% : 15% : 45%	0,092
5	40% : 15% : 45%	0,096
6	40% : 15% : 45%	0,094
7	40% : 20% : 40%	0,108
8	40% : 20% : 40%	0,103
9	40% : 20% : 40%	0,107



Grafik 2 Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Laju Pembakaran

Berdasarkan grafik 2 dapat diketahui bahwa laju pembakaran terendah adalah 0,093 gr/menit pada spesimen 1 variasi persentase 40% : 10% : 50% sedangkan nilai laju pembakaran tertinggi adalah 0,106 gr/menit pada spesimen biopellet 3 variasi persentase 40% : 20% : 40%. Rata-rata laju pembakaran pada spesimen biopellet dengan campuran serbuk kayu mahoni dan minyak biji kapas serta perekat tepung tapioka 40% : 10% : 50% yang mempunyai laju pembakaran 0,093 gr/menit, mengalami kenaikan pada spesimen biopellet 2 variasi persentase 40% : 15% : 45% yang mempunyai laju pembakaran 0,094 gr/menit dengan peningkatan laju pembakaran sebesar 0,001 gr/menit, ada peningkatan laju pembakaran pada spesimen biopellet 3 variasi persentase 40% : 20% : 40% yang mempunyai laju pembakaran 0,106 gr/menit dengan peningkatan sebesar 0,012 gr/menit.

Meningkatnya laju pembakaran disebabkan rasio campuran persentase minyak biji kapas semakin tinggi persentase dari minyak biji kapas maka akan semakin besar pula laju pembakarannya, tak hanya itu pengurangan

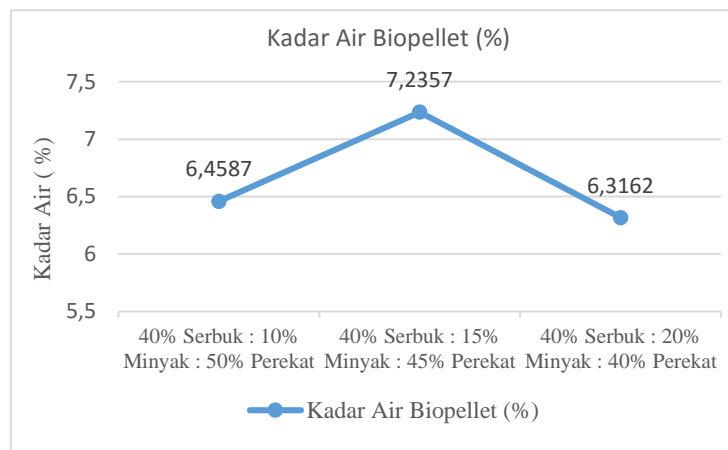
persentase perekat termasuk bisa meningkatkan laju pembakaran dikarenakan di dalam perekat sendiri terdapat kandungan air maka semakin sedikit perekat yang ditambahkan maka semakin cepat pula pembakarannya. Hal ini di tunjang pada beberapa penelitian lainnya. Menurut (Nitjano, F.N. 2020) Nilai laju pembakaran menagalami peningkatan sesuai variasi pencampuran minyak nabati, semakin banyak campuran minyak nabati, tingkat laju pembakaran semakin tinggi.. Menurut (Kurniawan, Andis 2020) apabila semakin besar campuran perekat maka nilai laju pembakaran juga semakin lama. Menurut (Prayuda, Danan Aditya (2020) Jika campuran perekat tinggi akan menyebabkan laju pembakaran yang rendah begitupun sebaliknya nilai laju pembakaran yang besar dikarenakan kandungan air yang kecil sehingga pembakarannya cepat.

3. Hasil Pengujian Kadar Air

Data pengujian kadar air dengan variasi campuran serbuk kayu mahoni, minyak biji kapas dan perekat tepung tapioka 40% : 10% : 50%, 40% :15% : 45%, 40% : 20% : 40%, Adapun hasil nilai kalor berikut tabel hasilnya :

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air

No	Variasi Campuran	Kadar Air %
1	40 % : 10% : 50%	6,4587
2	40% : 15% : 45%	7,2357
3	40% : 20% : 40%	6,3162



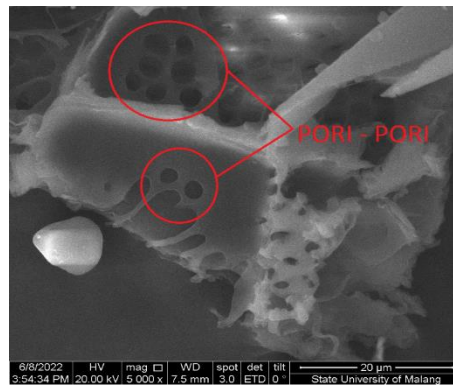
Grafik 3 Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Kadar Air

Berdasarkan Grafik 3 dapat diketahui bahwa nilai terendah adalah 6,3162 % pada spesimen biopellet 3 variasi persentase 40% : 20% : 40% sedangkan nilai kadar air tertinggi adalah 7,2357% pada spesimen biopellet 2 variasi campuran 40% : 15% : 45%. Hasil kadar air pada spesimen biopellet variasi persentase 40% : 10% : 50% yang mempunyai kadar air 6,4587%, mengalami kenaikan pada spesimen biopellet variasi persentase 40% : 15% : 45% yang mempunyai kadar air 7,2357% dengan peningkatan kadar air sebesar 0,777%, ada penurunan pada hasil kadar air spesimen biopellet campuran variasi persentase 40% : 20% : 40% yang mempunyai kadar air 6,3162% dengan penurunan sebesar 0,9195%.

Meningkatnya kadar air pada spesimen campuran 40% : 15% : 45% dikarenakan adanya tingkat pencampuran perekat tepung tapioka yang kurang merata sehingga mempengaruhi kadar air pada biopellet tersebut. Kadar air kembali menurun pada spesimen campuran 40% : 20% : 40% sebesar 0,9195% hal ini dikarenakan adanya pengurangan persentase perekat dengan itu semakin sedikit campuran perekat maka sedikit pula kadar air pada biopellet tersebut begitupun sebaliknya, hal ini di tunjang beberapa penelitian lainnya. Menurut (Saugi, M., 2019) Hal ini disebabkan oleh pengolahan terhadap bahan baku, komposisi, dan pengeringan. Menurut (Prayuda, Danan Aditya, 2020) bahwa nilai kadar air mengalami peningkatan setelah dilakukan campuran perekat hal ini dikarenakan pada saat pembuatan perekat ditambahkan air agar dapat menyatukan perekat dengan bahan. tambahnya campuran perekat maka akan naik kadar airnya

4. Hasil Pengujian SEM

Hasil Penelitian uji SEM pada bahan serbuk kayu mahoni sebagai berikut:

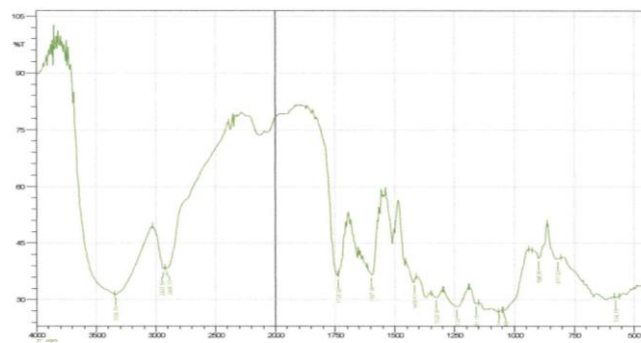


Gambar 2. Electron Image 500x,1kx,5kx,10kx 20kx Perbesaran

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa serbuk kayu mahoni ukuran mesh 100 dengan perbesaran 5000x terlihat permukaan partikel berpori-pori dimana bisa menimbulkan daya serap dan ruang udara yang berhubungan langsung dengan kerapatan kayu. hal ini bisa membantu pada kualitas biopellet itu sendiri

5. Hasil Pengujian FTIR

Berdasarkan hasil Pengujian FTIR serbuk kayu mahoni pada spesimen serbuk kayu mahoni butir mesh 100, diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :



Gambar 3. Spektra FTIR Serbuk Kayu Mahoni

Dari data yang telah dihasilkan dari pengujian FTIR spesimen Serbuk Kayu Mahoni yaitu sebagai berikut :

1. Muncul puncak pada panjang gelombang 675-995 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H Alkena yang biasanya muncul pada panjang gelombang 3010-3095 & 675-995 cm^{-1}
2. Muncul puncak pada panjang gelombang 690-900 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang 3010-3100 & 690-900 cm^{-1}
3. Muncul puncak pada panjang gelombang 1050-1300 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-O Alkohol eter/asam Karboksilat/ester yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
4. Muncul puncak pada panjang gelombang 1180-1360 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-N Amina/amida yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut
5. Muncul puncak pada panjang gelombang 2850-2970 & 1340-1470 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H Alkana yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
6. Muncul puncak pada panjang gelombang 1500-1600 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-C cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
7. Muncul puncak pada panjang gelombang 1500-1570 & 1300-1370 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi NO₂ senyawa-senyawa nitro yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
8. Muncul puncak pada panjang gelombang 1690-1760 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-O aldehid/keton/asam karboksilat/ester yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
9. Muncul puncak pada panjang gelombang 2100-2260 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-C Alkana yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
10. Muncul puncak pada panjang gelombang 3200-3600 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi O-H Alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
11. Muncul puncak pada panjang gelombang 3300-3500 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi N-H Amina/amida yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.

Kesimpulan

1. pengujian nilai kalor didapatkan rata-rata nilai kalor pada spesimen biopellet 1 dengan campuran 40% : 10% : 50% yang mempunyai nilai kalor 5.207 kal/gram, pada spesimen biopellet 2 dengan campuran 40% : 15% : 45% yang mempunyai nilai kalor 5.321 kal/gram peningkatan nilai kalor sebesar 114 kal/gram, pada spesimen 3 dengan campuran 40% : 20% : 40% yang mempunyai nilai kalor 5.672 kal/gram dengan peningkatan sebesar 351 kal/gram, meningkatnya nilai kalor disebabkan oleh rasio campuran minyak biji kapas, semakin banyak campuran minyak biji kapas maka akan semakin besar pula nilai kalornya, dan tinggi rendahnya nilai kalor bisa di pengaruhi oleh kadar air
2. Berdasarkan hasil penelitian pengujian laju pembakaran didapatkan rata-rata nilai kalor pada biopellet 1 dengan campuran 40% : 10% : 50% mempunyai 0,093 gr/menit, biopellet 2 dengan campuran 40% : 15% : 45% mempunyai 0,094 gr/menit kenaikan sebesar 0,001 gr/menit, biopellet 3 dengan campuran 40% : 20% : 40% mempunyai 0,106 gr/menit meningkat sebesar 0,012 gr/menit, Meningkat disebabkan rasio campuran persentase minyak biji kapas semakin tinggi persentase dari minyak biji kapas maka akan semakin besar pula laju pembakarannya.
3. Berdasarkan hasil penelitian pengujian kadar air pada campuran 40% : 10% : 50% mempunyai kadar air 6,4587%, mengalami peningkatan pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai kadar air 7,2357% dengan peningkatan kadar air sebesar 0,777%, mengalami penurunan pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai kadar air 6,3162% penurunan sebesar 0,9195%, Meningkatnya kadar air pada spesimen campuran 40% : 15% : 45% dikarenakan adanya tingkat pencampuran perekat tepung tapioka yang kurang merata sehingga mempengaruhi kadar air pada biopellet tersebut.

Saran

1. Perlu adanya penambahan pengujian EDX saat melakukan pengujian SEM agar pembahasan tentang bahan utama biopellet bisa lebih kompleks.
2. Pada pencampuran bahan perekat harus benar benar merata agar mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan saat pengujian biopellet.

Daftar Pustaka

- [1] Rahayu, R. (2015). *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Dan Serbuk Kayu Menjadi Ekobriket Sebagai Energi Alternatif*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- [2] Nitjano, F. N. (2020). *Analisa Kinerja Boiler Pipa Api Terhadap Variasi Bahan Bakar Pelet Dan Minyak Nabati*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- [3] Kurniawan, Andis (2020). *Analisa Kualitas Pembakaran Biopellet Kulit Buah Mahoni Dengan Perekat Tepung Kanji*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- [4] Tasiputra, A. (2017). *Analisa Nilai Kalor Bahan Bakar Alternatif (Biopellet) Dari Kayu Jati, Kayu Sengon Dan Sekam Padi*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang
- [5] Girsang, M. A. P. (2019). *Analisa Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Biopellet Dari Serbuk Kayu Dan Sekam Padi Terhadap Lama Waktu Pembakaran*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Mustiadi, L., Astuti, S., & Purkuncoro, A. E. (2019). *Buku Ajar Mengubah Sampah Organik dan Anorganik Menjadi Bahan Bakar Pelet Partikel Arang*.
- [7] Santoso, U, Setyaningsih, W., Ningrum, A., & Ardhi, A. (2021). *Analisis Pangan*. UGM PRESS.
- [8] Dilianti, F. (2016). *Analisis spektral pencari glukosa pada darah penderita diabetes mellitus menggunakan FTIR spectroscopy*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] Ridjayanti, S. M. (2021). *Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (Falcataria moluccana) dengan Variasi Kadar Perekat Tapioka dan Tipe Tungku Pirolisis*. Lampung : Universitas Lampung.
- [10] Zainul, R. (2021). *Teknik Karakterisasi Kimia Fisika. Teknik Karakterisasi Kimia Fisika*, 1-249.
- [11] Prayuda, D.A. (2020). *Analisa Kualitas Pembakaran Biopellet Kulit Buah Kapuk Dengan Perekat Tepung Kanji*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.

- [12] Saugi, M. (2019). *Analisa Nilai Kadar Air Dan Kadar Abu Terhadap Kualitas Biopellet Limbah Ampas Tebu*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- [13] Soares, Jose. (2019) *Analisa Pengaruh Campuran Minyak Biji Bunga Matahari Terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Pellet Arang*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- [14] Rahman. (2011) *Uji Keragaan Biopellet dari Biomassa Limbah Sekam Padi (Oryza sativa sp.) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian.