

Analisa Termogravimetri Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dan Blotong Sebagai Energi Terbarukan

Mokh. Hairul Bahri¹, Didik Budi Fariadi²

¹Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata 49 Jember

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Mokh. Hairul Bahri

Jl. Karimata 49 Jember

E-mail: mhairulbahri@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Bahan bakar fosil yang semakin menipis, membuat pemerintah melalui kementerian ESDM memutuskan mencari energi alternatif untuk menggantinya. Salah satu sumber energi alternatif terbarukan adalah limbah biomasa dalam hal ini adalah serbuk gergaji kayu Sengon dan Blotong. Pengujian termogravimetri serbuk gergaji kayu sengon dan blotong menghasilkan perubahan massa dan perubahan temperatur yang dapat digunakan untuk menentukan nilai kalor bahan uji tersebut dalam skala mikro sehingga alat ini dapat dengan tepat menentukan properties bahan bakar. Hasil uji menunjukkan bahwa Enthalpi serbuk gergaji kayu sengon 6365,16 J/g sedangkan enthalpy Blotong 3284,27 J/g dan analisa abu menunjukkan kandungan K pada Serbuk Gergaji Kayu Sengon 2,93% dan Blotong 4,18%. Serbuk gergaji kayu Sengon lebih berpotensi menjadi bahan bakar alternatif dan lebih tahan terhadap korosi karena potensi kandungan abu membentuk slagging dan fouling lebih sedikit.

Kata kunci : Serbuk Gergaji Kayu Sengon, Blotong, Enthalpi, Termogravimetri,

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi fosil yang terbatas membuat pemerintah melalui kebijakan SMRTI 2006 sedang menggerakkan penelitian bidang energi dalam rangka mencari sumber energi alternatif. Energi fosil di Indonesia yang berupa minyak bumi diperkirakan akan habis beberapa puluh tahun ke depan jika tidak ditemukan sumber minyak bumi baru. Sehingga hal inilah yang membuat pemerintah untuk mendukung ketersediaan energi 2025 melakukan identifikasi energi alternatif bidang sumber energi baru dan terbarukan[1]. Potensi energi terbarukan di Indonesia sangat banyak diantaranya adalah limbah biomasa, limbah pertanian dan limbah perkebunan yang dapat dimanfaatkan untuk sumber energi pengganti fosil.

Salah satu limbah perkebunan adalah ketersediaan limbah biomasa serbuk gergaji kayu sengon semakin meningkat, karena umur kayu sengon yang produktif relatif pendek sekitar 5 – 7 tahun. Dari sisi pemanfaatannya, serbuk gergaji kayu sengon biasanya digunakan untuk campuran pupuk. Perusahaan penggergajian kayu menghasilkan limbah biomasa berupa serbuk kayu (*sawdust*) dan sisa – sisa potongan kayu. Sekarang ini kayu jenis Sengon yang sedang diproduksi secara masal, baik penggergajian industri kecil sampai industri penggergajian skala menengah. Produksi kayu sengon di Jawa Timur, mencapai lebih dari 1 juta meter kubik per tahun dari lahan hutan rakyat yang ditanami sengon [2]. Limbah berupa serbuk kayu akan semakin meningkat disebabkan industri penggergajian kayu yang tumbuh pesat. Proses pengolahan kayu menjadi produk hanya 60% - 70%, sisanya merupakan limbah kayu dan serbuk kayu gergaji mencapai 30% - 40% [3].

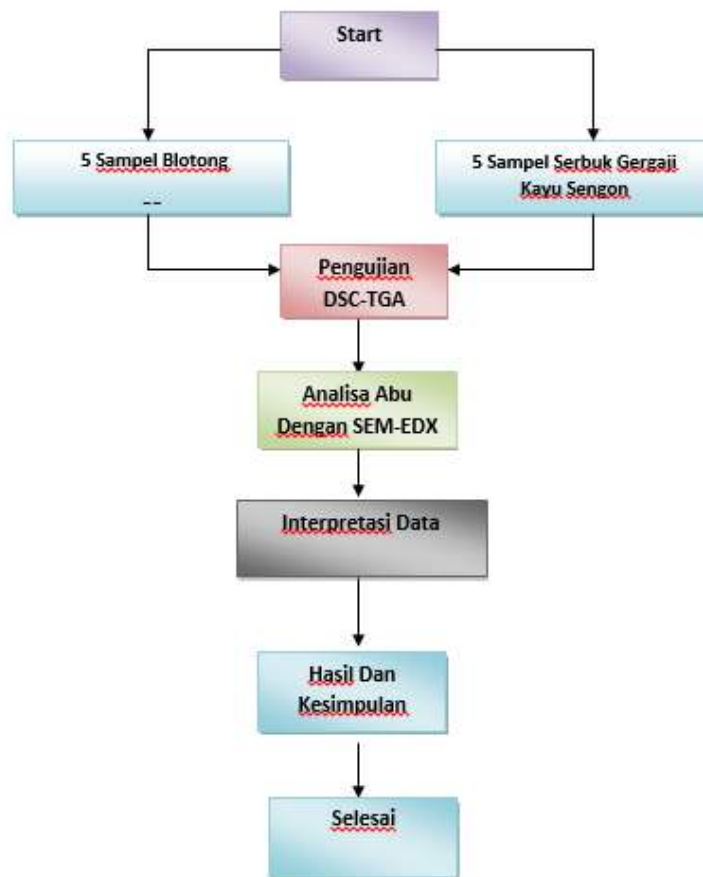
Sumber energi baru lainnya adalah *filter mud* atau yang di masyarakat dikenal dengan Blotong yang merupakan salah satu limbah pabrik gula dari pengolahan tebu menjadi gula. Proses produksi tebu menjadi gula tebu menghasilkan limbah padat organik (LPO) yang kuantitasnya sangat besar. Oleh [4] disebutkan kalau satu batang tebu menghasilkan pucuk (*cane tops*) dan serasah (*trash*) dengan jumlah rata-rata sekitar 4-10 ton per hektar. Proses pembuatan gula di dalam pabrik menghasilkan 4% tetes (*molase*), 32% ampas (*bagasse*). Pada PG. Sulfitasi dihasilkan Blotong 3,5% sedangkan pada PG. Karbonasi 7,5% dan abu ketel (*boiler ash*) 0,3% .

Produksi gula pabrik gula Semboro Jember menargetkan setiap tahun rata - rata 73 ton setiap tahun. Dari total tebu yang diolah dihasilkan blotong sebesar 7,5% yaitu: 5,5 ton. Masyarakat sekitar pabrik gula biasa menggunakan blotong untuk memasak sebagai pengganti kayu bakar, caranya dengan dibentuk kubus dan di keringkan.

Penyelidikan tentang potensi serbuk gergaji kayu Sengon dan Blotong sebagai bahan bakar alternatif yang dibutuhkan pemerintah perlu di lakukan karena dilapangan masih relatif sedikit kajian tentang dua bahan tersebut. Percobaan ini mengkaji kandungan energi secara elemental dan molekuler.

2. METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan dengan alat - alat yang ada di laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang. Penelitian ini yang dilakukan untuk menentukan *Ultimate elemental*, mengetahui *Properties* bahan bakar padat, *Proximate Composition*, dan kandungan mineral pada abu hasil pembakaran Blotong dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon. Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 yang merupakan diagram alir tahapan penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

Adapun alat - alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- DSC- TGA (*Differential Scanning Calorimetry- Termogravimetric Analysis*)[5]



Gambar 2. Alat DSC-TGA

Tahap - tahap percobaan menggunakan DSC-TGA,

1. Serbuk Gergaji Kayu Sengon sebanyak 200 gram sampel digerus sampai ukuran 100 mesh.
2. Mengisi cawan penguji 10 mg lalu diletakkan pada alat uji DSC-TGA. Alat dipanaskan sampai 900°C dengan laju aliran panas 80°C /menit dan aliran udara 5 ml/menit (Standard ASTM D 5142)
3. Pemanasan di tahan pada 900°C selama 30 menit agar panas merata.
4. Untuk pengujian Blotong dilakukan dengan cara yang sama mulai awal nomer 1.

Hasil pengujian DSC-TGA di buat grafik hubungan *Heat flow* dan temperatur serta di bawahnya grafik hubungan *release mass change* dan temperatur. Grafik pertama untuk mengetahui seberapa besar panas yang di butuhkan untuk merubah fase material dan grafik kedua untuk mengetahui seberapa besar penurunan massa akibat kenaikan temperatur.

Selanjutnya abu hasil percobaan DSC – TGA akan di uji kandungan unsur – unsurnya menggunakan alat SEM-EDX (*Scanning Elemental Methode – Energy Dipsersive Xray*) [6]–[10]

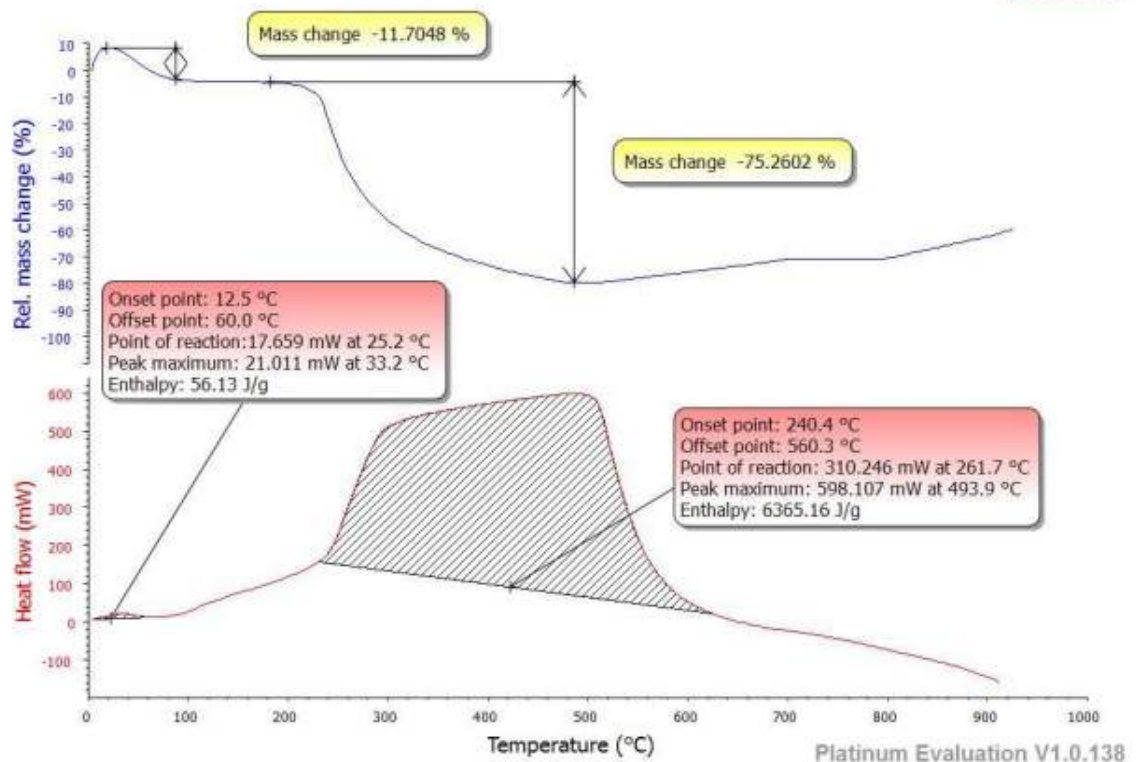


Gambar 3. Alat uji SEM-EDX

Penelitian akan menghasilkan peubah yang diukur yaitu: Kandungan Oksigen, Karbon, Nitrogen, Nilai Kalor dan Elemen Abu.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil uji DSC-TGA ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4 dan 5 dibawah ini :



Gambar 4. Grafik Hasil Uji DSC-TGA Serbuk Gergaji Kayu Sengon

Pada gambar 4 terlihat bahwa penurunan pertama massa serbuk gergaji kayu Sengon sebesar 11,7 % dengan enthalpi yang di butuhkan 56,13 J/g merupakan proses penguapan kandungan air. Pada penurunan tahap kedua yang merupakan proses oksidasi terjadi lebih banyak, sebesar 75,26 %. Entalpi yang dibutuhkan untuk proses oksidasi ini sebesar 6365,16 J/g. Proses oksidasi disini merupakan proses eksoterm yang berarti mengeluarkan panas.

Selanjutnya pengujian blotong kering dengan hasil dalam bentuk grafik di gambar 5. Pada gambar 5 terjadi hal yang sebaliknya, pada penurunan pertama membutuhkan entalpi yang sangat besar yaitu 1310,54 J/g hal ini dikarenakan kandungan air pada blotong yang banyak sehingga dibutuhkan entalpi yang besar untuk menguapkan kandungan air didalamnya yang terlihat dari penurunan massa yang drastis sebesar 87,13 % dari berat awal.

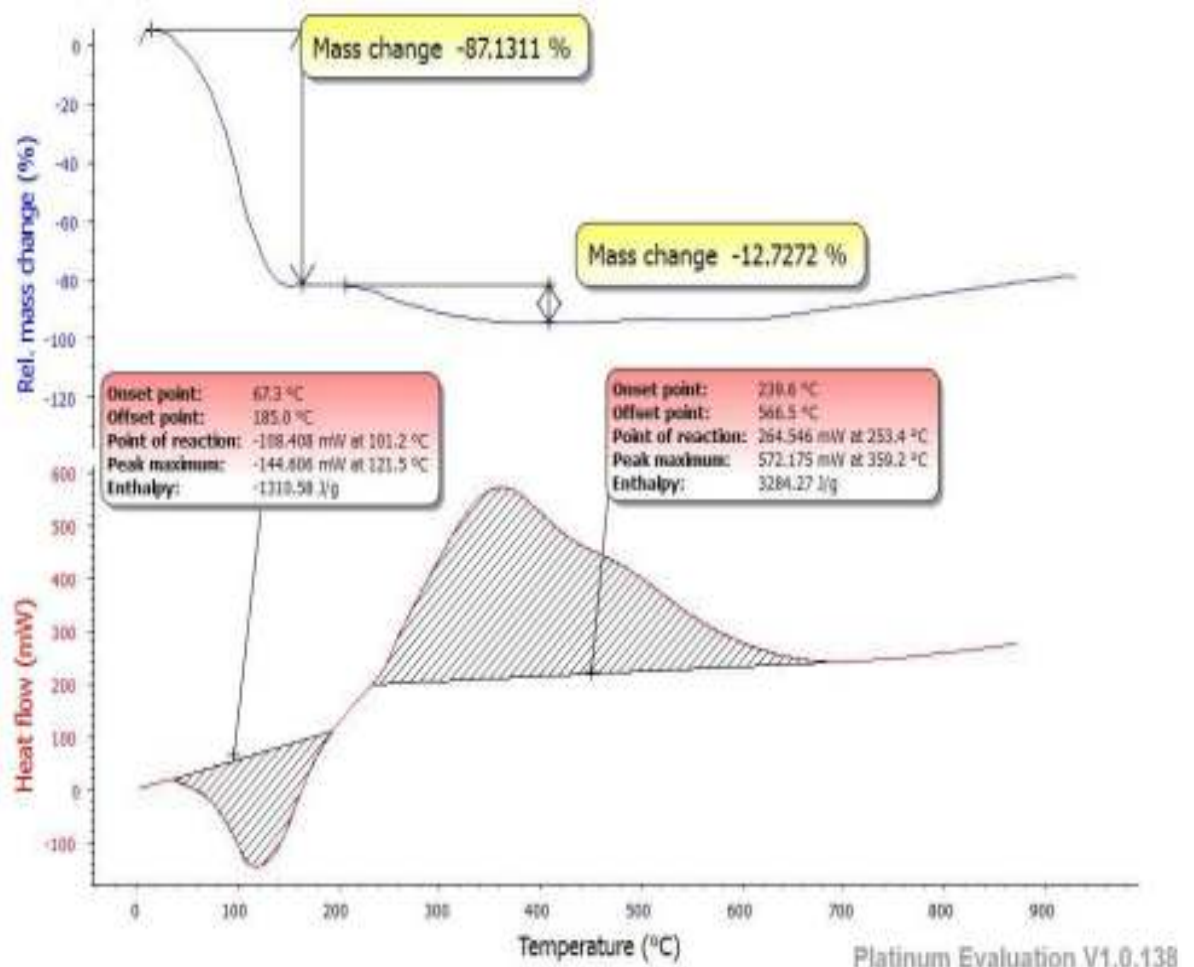
Dari gambar 4 dan 5 serta tabel dapat dijelaskan bahwa suhu reaksi awal blotong lebih tinggi yaitu 101,2 °C sedangkan serbuk gergaji kayu sengon 25,2 °C sehingga energi yang dibutuhkan lebih besar yaitu 1310,58 J/g sedangkan serbuk gergaji kayu sengon membutuhkan energi 56,13 J/g. Hal ini menunjukkan bahwa blotong memerlukan panas untuk pemanasan awal karena msh dalam keadaan segar tetapi dengan laju pemanasan 80 °C/det. secara cepat akan terdekomposisi dan terbakar sedangkan serbuk gergaji kayu sengon tidak memerlukan panas yang banyak untuk terjadinya reaksi awal.

Dari hasil uji didapat bahwa

Tabel 1 Resume Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Blotong

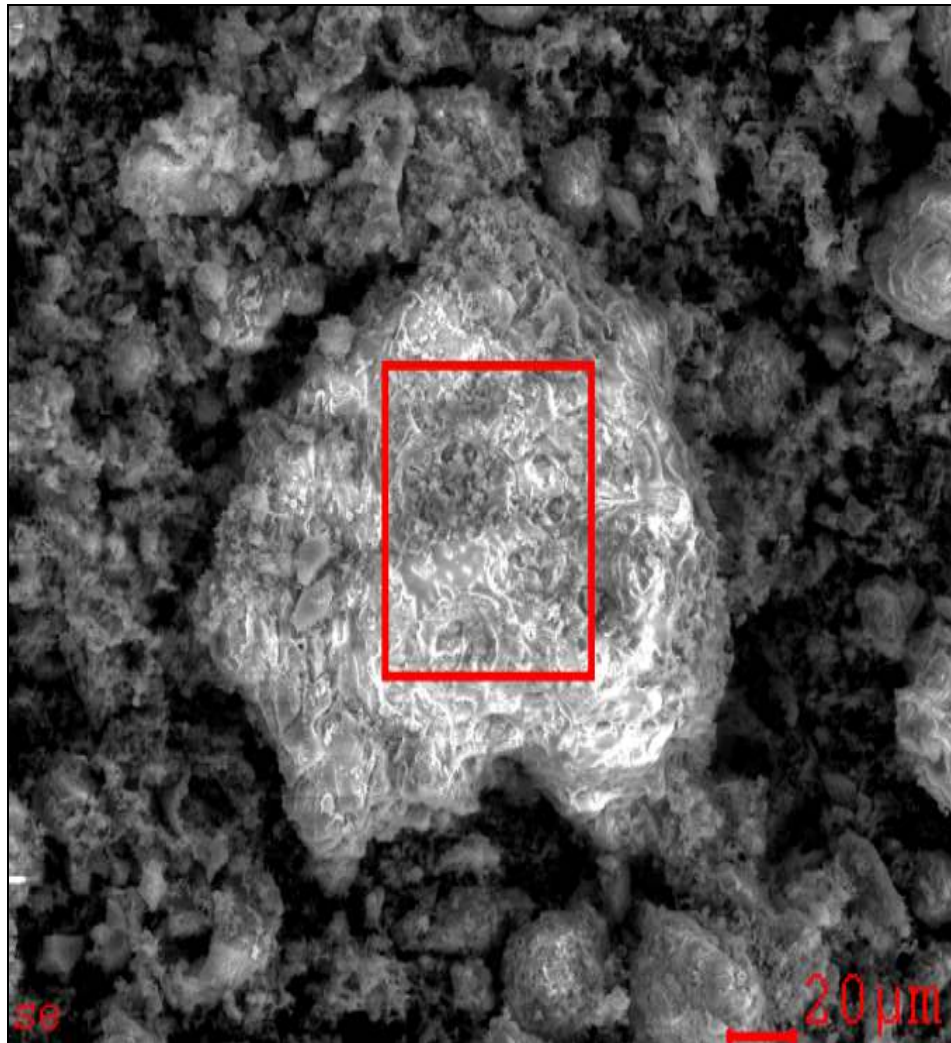
Sampel	Suhu Reaksi ($^{\circ}\text{C}$)		dM Rel (%)		Suhu Maks ($^{\circ}\text{C}$)		Enthalpi (J/g)	
	Serbuk Gergaji	25,2	261,7	11,70	75,26	33,2	493,2	56,13 (exo)
Blotong	101,2	253,4	87,13	12,72	121,5	359,2	1310,58 (endo)	3284,27 (exo)

Pada suhu maksimal ternyata blotong lebih rendah dari pada serbuk gergaji kayu sengon $359,2^{\circ}\text{C}$ dibanding $493,2^{\circ}\text{C}$ tetapi enthalpi yang dihasilkan sangat jauh berbeda dimana serbuk gergaji kayu sengon $6365,16\text{ J/g}$ dan blotong $3284,27\text{ J/g}$. Sehingga yang lebih baik digunakan sebagai bahan bakar adalah serbuk gergaji kayu sengon.



Grafik 2 Hasil Uji DSC-TGA Blotong

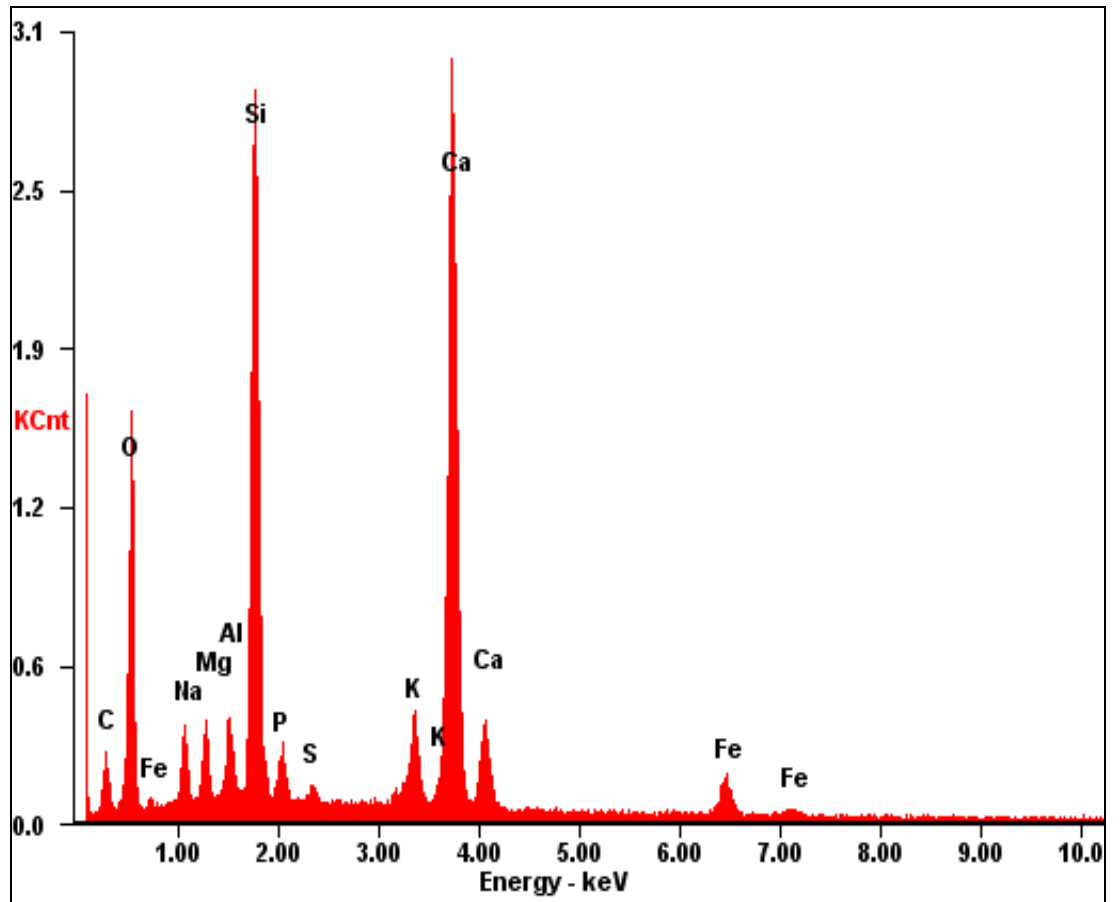
Untuk Analisa abu dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur – unsur pada residu pembakaran yang akan menyebabkan korosi. Berikut hasil uji SEM-EDX :



Gambar 1 SEM-EDX Serbuk Gergaji Kayu Sengon

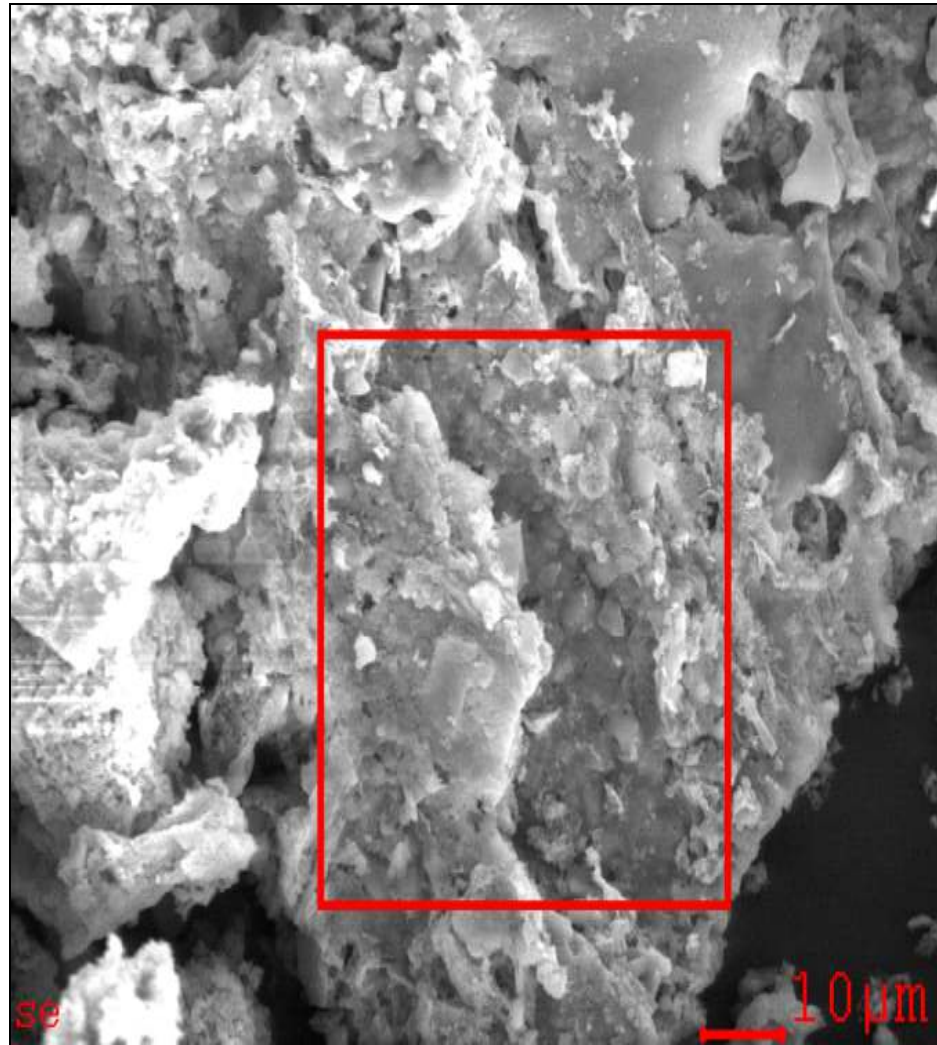
Tabel 2. Kandungan Unsur Abu Serbuk Gergaji Kayu Sengon

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
<i>C</i>	10.54	18.74
<i>O</i>	35.24	47.05
<i>Na</i>	02.81	02.61
<i>Mg</i>	02.00	01.76
<i>Al</i>	01.82	01.44
<i>Si</i>	14.56	11.07
<i>P</i>	01.36	00.94
<i>S</i>	00.38	00.25
<i>K</i>	02.93	01.60
<i>Ca</i>	24.55	13.08
<i>Fe</i>	03.80	01.45



Grafik 3. Kandungan Unsur Abu Serbuk Gergaji Kayu Sengon

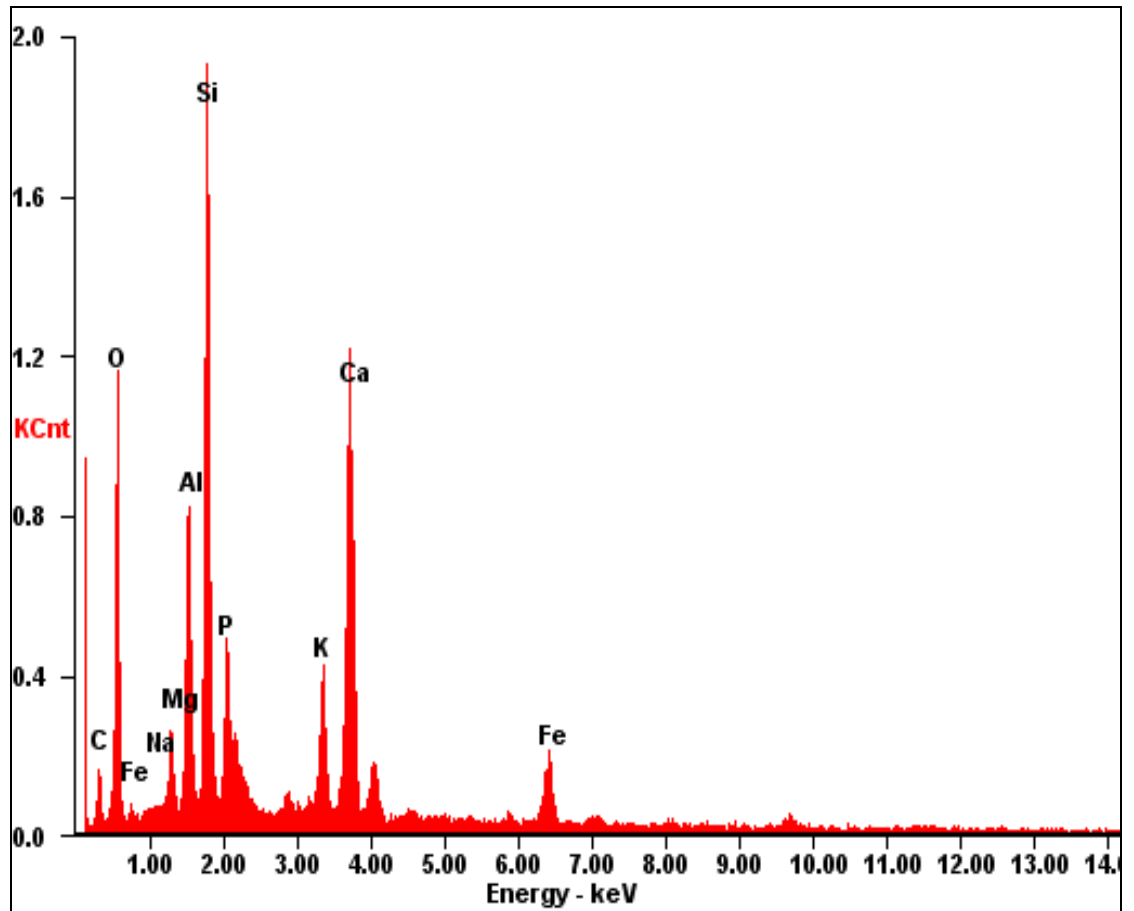
Untuk Pengujian abu Blotong



Gambar 2. SEM-EDX Abu Blotong

Tabel 3. Kandungan Unsur Abu Blotong

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
<i>C</i>	11.38	20.03
<i>O</i>	34.70	45.87
<i>Na</i>	00.60	00.55
<i>Mg</i>	01.97	01.72
<i>Al</i>	06.56	05.14
<i>Si</i>	14.79	11.13
<i>P</i>	04.32	02.95
<i>K</i>	04.18	02.26
<i>Ca</i>	14.83	07.82
<i>Fe</i>	06.67	02.53



Grafik 4. Kandungan Unsur Abu Blotong

Pada analisa abu terdapat kandungan K pada serbuk gergaji kayu sengon 2,93% dan Blotong 4,18% hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa pipa ketel karena akan membentuk senyawa dengan S dan O sehingga akan menjadi tar yang lengket pada pipa – pipa ketel [11]–[17]. Untuk ke depannya akan dilakukan rekayasa untuk mengurangi terbentuknya K. Umpamanya dengan menambah kaolin agar K terbawa menjadi gas sehingga akan terbuang ke udara.

Kesimpulan

Pengujian Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Blotong dengan DSC-TGA menghasilkan simpulan bahwa:

1. Nilai Kalor serbuk gergaji kayu sengon lebih besar dibanding blotong
2. Enthalpi serbuk gergaji kayu sengon 6365,16 J/g sedangkan blotong 3284,67 J/g
3. Kandungan K pada abu Serbuk Gergaji Kayu Sengon 2,93% dan abu Blotong 4,18%

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengurangi kadar K pada Biomassa agar tidak menjadi abu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPPT, *Indonesia Energy Outlook 2020 - Special Edition Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia*. 2020.
- [2] R. of I. The State Ministry of Research and Technology, *Buku putih penelitian, pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang sumber energi baru dan terbarukan untuk mendukung keamanan ketersediaan energi tahun 2025*. Jakarta, 2006.
- [3] J. A. Duke, "Handbook of Energy Crops," 1983. [Online]. Available: https://hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Albizia_falcataria.html.
- [4] A. T. 4. Hutasoit, G.F., "Pengomposan limbah pabrik gula di PG. Jatitujuh, Cirebon," in *Pros. Seminar Pertemuan Teknis Tengah Tahun I/1991.*, 1991.
- [5] M. Hairul, B. Widya, W. Nurkholis, and H. I. N. G. Wardana, "The role of alkali metal and alkaline metal earth in natural zeolite on combustion of Albizia Falcataria sawdust," *Int. J. Energy Environ. Eng.*, no. 0123456789, 2020.
- [6] M. Hairul Bahri, W. Wijayanti, N. Hamidi, and I. N. G. Wardana, "The role of alkali metal and alkaline metal earth in natural zeolite on combustion of Albizia Falcataria sawdust," *Int. J. Energy Environ. Eng.*, vol. 11, no. 2, 2020.
- [7] J. L. Valverde, "Thermogravimetric-mass spectrometric analysis on combustion of lignocellulosic biomass," vol. 143, pp. 562–574, 2013.
- [8] M. Carrier, A. Loppinet-serani, D. Denux, and J. Lasnier, "Thermogravimetric analysis as a new method to determine the lignocellulosic composition of biomass," vol. 5, pp. 1–10, 2010.
- [9] Z. Lai, X. Ma, Y. Tang, H. Lin, and Y. Chen, "Bioresource Technology Thermogravimetric analyses of combustion of lignocellulosic materials in N₂ / O₂ and CO₂ / O₂ atmospheres," *Bioresour. Technol.*, vol. 107, pp. 444–450, 2012.
- [10] L. Zhang, F. Duan, and Y. Huang, "Bioresource Technology Thermogravimetric investigation on characteristic of biomass combustion under the effect of organic calcium compounds," *Bioresour. Technol.*, vol. 175, no. x, pp. 174–181, 2015.
- [11] S. V Vassilev, D. Baxter, and C. G. Vassileva, "An overview of the behaviour of biomass during combustion : Part II . Ash fusion and ash formation mechanisms of biomass types," *Fuel*, vol. 117, pp. 152–183, 2014.
- [12] S. V Vassilev, D. Baxter, and C. G. Vassileva, "An overview of the behaviour of biomass during combustion : Part I . Phase-mineral transformations of organic and

inorganic matter,” *Fuel*, vol. 112, pp. 391–449, 2013.

- [13] S. V Vassilev, D. Baxter, L. K. Andersen, and C. G. Vassileva, “An overview of the composition and application of biomass ash . Part 2 . Potential utilisation , technological and ecological advantages and challenges,” *Fuel*, vol. 105, pp. 19–39, 2013.
- [14] X. Fang and L. Jia, “Experimental study on ash fusion characteristics of biomass,” *Bioresour. Technol.*, vol. 104, pp. 769–774, 2012.
- [15] A. A. Khan, W. De Jong, P. J. Jansens, and H. Spliethoff, “Biomass combustion in fluidized bed boilers : Potential problems and remedies,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 90, no. 1, pp. 21–50, 2008.
- [16] J. M. Jones, L. I. Darvell, T. G. Bridgeman, M. Pourkashanian, and A. Williams, “An investigation of the thermal and catalytic behaviour of potassium in biomass combustion,” *Proc. Combust. Inst.*, vol. 31, no. 2, pp. 1955–1963, 2007.
- [17] J. Lachman, M. Baláš, M. Lisý, H. Lisá, P. Milčák, and P. Elbl, “An overview of slagging and fouling indicators and their applicability to biomass fuels,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 217, no. March, 2021.