

PENGARUH KATALIS TANAH MERAH DAN ABU VULKANIK PADA PROSES PIROLISIS BIOMASSA AMPAS TEBU

Iham A'im Ardiansyah¹, Ena Marlina², Margianto³

¹Universitas Islam Malang

e-mail : aimardiansyah@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

e-mail : enamarlina@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

e-mail : margianto@unisma.ac.id

ABSTRACT

Biomass processing is generally only used as fertilizer or composites, the rest only becomes organic waste. Biomass pyrolysis is an attempt to produce liquid smoke by decomposition in a reactor in the absence of oxygen. The use of natural catalysts derived from red soil and volcanic ash can affect the level of liquid, char, and gas production. This study aims to identify the effect of using red soil and volcanic ash as catalysts in the pyrolysis process of bagasse biomass. The method carried out is to put 350grams of bagasse biomass and each catalyst of red soil and volcanic ash as much as 10% of the raw material into the reactor at 350°C for 90 minutes with the help of N₂ to reduce oxygen levels in the reactor and facilitate the flow rate. The results of this study are a relatively high level of heavy oil production on red soil catalysts producing a yield of 41.42% while without catalysts producing a yield of 39.14%. This is due to the content of Aluminum (Al) and Silica (Si) metals that dominate in red soil and volcanic ash catalysts, so that they can increase the rate of pyrolysis combustion reaction of bagasse biomass

Keywords: pyrolysis, natural catalyst, red soil, volcanic ash, biomass, bagasse.

PENDAHULUAN

Efek pemanasan gas rumah kaca yang diakibatkan penggunaan bahan bakar fosil antara lain minyak bumi, gas alam, dan batu bara memunculkan bermacam permasalahan ekonomi serta lingkungan sekitar. Energi alternatif dari biomassa yang diklaim sebagai sumber energi yang menguntungkan serta menjadi pemecah masalah pada lingkungan, karena memiliki sifat netral akan CO₂, serta memiliki banyak kesediaan bahan baku, nilai energi dan tidak menghasilkan gas yang berbahaya terhadap atmosfer [1].

Katalis memiliki peran penting terhadap peningkatan rendemen suatu produk pirolisis yang dihasilkan [2]. Katalis dalam proses pirolisis biomassa biasa digunakan antara lain ion garam

anorganik, oksida logam, serta zeolit [3]. Biomassa merupakan material alami berasal dari organisme biologis yang masih hidup yang memiliki struktur karbon (C), serta campuran bahan organik yang memiliki kandungan oksigen (O), hidrogen (H), nitrogen (N₂), dan sejumlah atom kecil serta komposisi lainnya. Karakteristik biomassa serta komposisi yang berbeda bergantung pada bentuk dan jenisnya. Maka produk dari pirolisis biomassa menghasilkan produk yang berbeda [4].

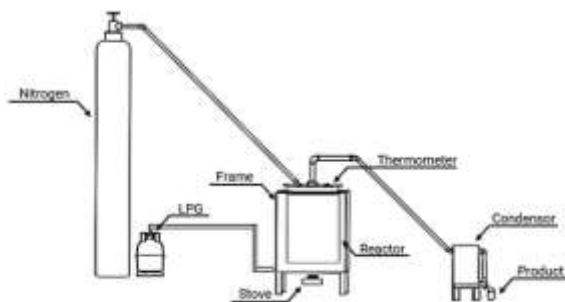
Ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan bakar cair dengan proses pirolisis, karena dapat menguntungkan untuk menghasilkan hasil *bio-oil* yang relatif tinggi pada proses pirolisis biomassa [5].

Kandungan Alumina yang terdapat pada tanah merah dapat digunakan sebagai reaksi katalis yang didalamnya terdapat aluminium dan oksigen. Senyawa

ini memiliki ketahanan panas yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai katalis padat yang dapat menunjang pembakaran, memiliki kekerasan alami yang relatif stabil pada suhu tinggi dan memiliki struktur pori yang besar [6]. Kandungan yang terdapat pada abu vulkanik dapat menjadi katalis dalam pirolisis karena mengandung SiO_2 dan Al_2O_3 yang cukup tinggi yang bisa bereaksi dengan kapur pada temperatur yang rendah dan kandungan air yang digunakan untuk menghasilkan hidrat yang mengikat [7]. Tanah merah dan abu vulkanik memiliki kandungan oksida logam yang stabil pada saat suhu tinggi sehingga dapat mempercepat laju reaksi serta kandungan selulosa pada ampas tebu memiliki manfaat sebagai bahan baku pirolisis biomassa, dengan membandingkan pengaruh penggunaan katalis yang telah dikalsinasi untuk menghasilkan *liquid*, *char* dan gas

METODE

Penelitian ini menggunakan metode (*experimental reserch*) eksperimental nyata yang mana melakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung dengan membandingkan penggunaan variasi katalis tanah merah dan katalis abu vulkanik. Penelitian ini menggunakan metode pirolisis biomassa ampas tebu yang dicampur dengan katalis didalam reaktor kemudian dipanaskan hingga menghasilkan asap cair yang akan mengalir ke kondensor yang dibantu oleh N_2 yang berfungsi untuk mengurangi kadar oksigen dan mempercepat laju aliran (*flowrate*). Dapat dilihat instalasi berikut:



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Untuk memulai pengambilan data, biomassa ampas tebu dijemur *sun dry* dan dipotong dengan ukuran 0,5-20 mm kemudian dioven pada suhu 100°C selama 30 menit untuk mengurangi kelembaban biomassa ampas tebu. Katalis tanah merah dan abu

vulkanik dikalsinasi pada suhu 600°C selama 4 jam untuk mengurangi kandungan karbon pada masing-masing katalis. Bahan baku biomassa dan katalis dimasukan kedalam reaktor dengan berat 350gram dan 10% katalis dari bahan baku, penambahan N_2 bertekanan 0,3 atmosfer untuk memperlancar aliran dan mengurangi oksigen. Proses pembakaran dengan menyalakan kompor dan diatur agar reaktor dapat mencapai suhu 350°C , timer dinyalakan selama 90 menit ketika suhu sudah mencapai 350°C dengan interval waktu pengamatan setiap 10 menit. Hasil produk *liquid* mengalir ke kondensor untuk menstabilkan suhu *liquid* untuk kemudian akan ditampung pada gelas ukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, maka hasil perhitungan data disajikan dalam bentuk data persentase sebagai berikut.

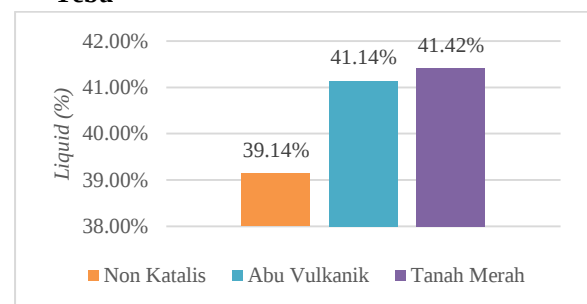
1. Hasil Pengujian EDX

Tabel 1. Data hasil pengujian EDX katalis

Katalis	Kandungan Atomic (%)								
	C	O	Na	Al	Si	Ti	K	Ca	Fe
Tanah Merah	54,8	39,7	-	2,5	2,1	0,0	-	-	0,9
Abu Vulkanik	34,9	50,3	1,2	4,8	6,1	-	0,0	2,4	0,2

Hasil pengujian EDX dari masing-masing katalis yang ditunjukan pada tabel 1 memiliki perbedaan dan ciri khusus pada kandungan logam yang terdapat pada katalis alam yang mana katalis tanah merah memiliki kandungan *atomic* Al tertinggi sebesar 2,5% sedangkan abu vulkanik memiliki kandungan Si tertinggi sebesar 6,1%. Komposisi unsur tersebut sesuai dengan karakteristik tanah merah yaitu sedikit logam alkali dan logam alkali tanah tetapi kaya akan besi dan aluminium oksida [8].

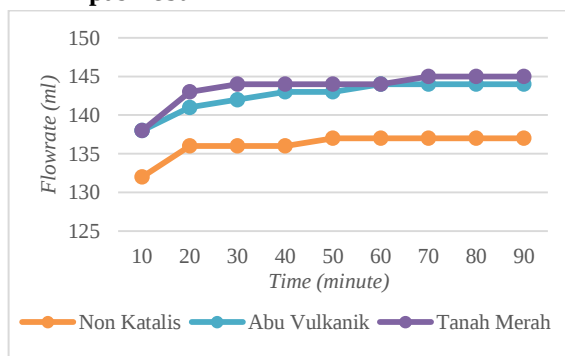
2. Hasil Heavy Oil Pirolisis Biomassa Ampas Tebu



Gambar 2. Grafik data hasil heavy oil pirolisis biomassa

Grafik menunjukkan jumlah produksi *liquid* pada suhu 350°C selama 90 menit menunjukkan hasil produksi *liquid* tertinggi dihasilkan oleh katalis abu tanah merah sebanyak 145 ml dengan presentase 41,42%, sedangkan tingkat produksi terendah dihasilkan dengan tanpa katalis sebanyak 137 ml dengan presentase 39,14%. Jumlah produksi yang dihasilkan dari katalis tanah merah lebih tinggi disebabkan oleh kandungan Al yang dapat meningkatkan jumlah produksi *liquid*, serta kandungan Si yang dapat menjadi reduktor yang dapat mereduksi CO₂ untuk menyerap ion tar dan logam, hal ini memungkinkan adanya Al dan Si yang mereduksi sebagian oksigen menjadi pelarut, yang selanjutnya mengalami reaksi yang membentuk hidrokarbon [9]. Penambahan katalis alam dapat meningkatkan tingkat produksi *liquid* dari ampas tebu, kandungan Al dan Si yang terdapat pada masing-masing katalis memiliki karakter yang berbeda terhadap perubahan suhu yang terjadi didalam reaktor. Tanah merah dan abu vulkanik memiliki struktur pori-pori yang berukuran besar dan tahan terhadap suhu tinggi sehingga memiliki tingkat efektifitas yang unggul sebagai katalis, yang mana SiO₂ dan AL₂ O₃ merupakan bahan utama dalam pembuatan katalis pirolisis [7].

3. Hasil Terhadap *Flowrate* Pirolisis Biomassa Ampas Tebu

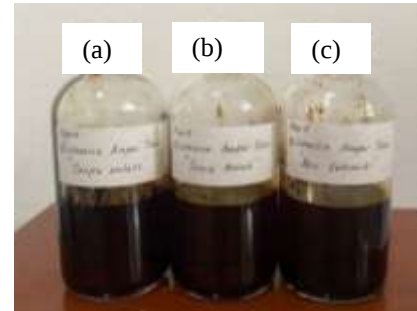


Gambar 3. Grafik data hasil *flowrate* pirolisis biomassa

Perbandingan hasil *flowrate* (laju aliran) dari pirolisis biomassa ampas tebu dengan variasi tanpa katalis, katalis abu vulkanik, dan katalis tanah merah ditunjukkan pada gambar 3, yang mana titik optimal dengan menggunakan katalis tanah merah 0,28% lebih tinggi dibanding dengan katalis abu vulkanik dan 2,28% dengan tanpa katalis. Hal ini disebabkan oleh peran katalis yang dapat

meningkatkan laju reaksi degradasi dan mengurangi energi aktivasi yang terjadi pada biomassa ampas tebu. Penambahan katalis dapat meunjang pemecahan struktur karbon (C) dari kandungan dominan biomassa [10].

4. Visualisasi Produk Pirolisis Biomassa Ampas Tebu



Gambar 4. Hasil produk *liquid* pirolisis biomassa ampas tebu

Hasil produksi *heavy oil* pirolisis biomassa ampas tebu, diantaranya pada (a) merupakan hasil pengujian biomassa ampas tebu dengan tanpa katalis, (b) merupakan hasil pengujian biomassa ampas tebu dengan katalis tanah merah, sedangkan (c) merupakan hasil pengujian biomassa ampas tebu dengan katalis abu vulkanik. Hasil produk *heavy oil* menggunakan bahan baku biomassa sebesar 350gram dan masing-masing katalis sebesar 10% dari bahan baku yaitu 35gram. Secara fisik dari warna *heavy oil* sekilas memiliki kesamaan dan tidak ada perbedaan yang signifikan, akan tetapi dalam menghasilkan *liquid* lebih banyak menggunakan katalis tanah merah. Hal ini karena perubahan *feedstock* (bahan baku) biomassa mengalami perubahan bentuk dan warna akibat efek panas dan perubahan masa biomassa menjadi gas saat mengalami proses serta dipengaruhi oleh porositas arang hasil pirolisis biomassa [11].

KESIMPULAN

Sifat katalis memberikan struktur baru dengan aktivasi energi yang lebih rendah daripada reaksi non katalis. Tingkat produksi *Heavy oil* dipengaruhi dengan penambahan katalis tanah merah dan abu vulkanik. Hasil *heavy oil* dari biomassa ampas hasil tertinggi diperoleh katalis tanah merah menghasilkan *liquid* dengan selisih 2,28 % jika tanpa katalis. Sampel *liquid* tidak memiliki perbedaan yang signifikan namun bisa dilihat dari jumlah *liquid* yang diproduksi karena perubahan *feedstock* (bahan baku) biomassa

mengalami perubahan bentuk dan warna akibat efek panas.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Dhyani, V., & Bhaskar, T. (2018). *A comprehensive review on the pyrolysis of lignocellulosic biomass*. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.04.035>
- [2] Hassan, N. S., Jalil, A. A., Hitam, C. N. C., Vo, D. V. N., & Nabgan, W. (2020). *Biofuels and renewable chemicals production by catalytic pyrolysis of cellulose: a review*. *Environmental Chemistry Letters*, 18 (5), 1625–1648. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01040-7>
- [3] 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>
- [4] Widyawati, N. L., & Argo, B. D. (2014).] 1-6 Pemanfaatan *Microwave*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(1), 1–6.
- [5] Fennell, L. P., & Boldor, D. (2014). *Continuous microwave drying of sweet sorghum bagasse biomass*. *Biomass and Bioenergy*, 70, 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.08.012>
- [6] Aswan, A., Syakdani, A., Manggala, A., Monika, I., & Cendani, M. D. (2021). Konversi Limbah Plastik LDPE Menjadi Bahan Bakar Cair (BBC) Menggunakan Katalis Aluminium Oksida dan Zeolit pada Multistage Separator. *Jurnal Kinetika*, 12(02), 51–57.
- [7] E. Kusumastuti, Gunung Abu Vulkanik Sebagai Polimer Aluminosilikat (2012). *Jurnal MIPA*. 35(1).
- [8] Yuan, X., Liang, C., Ruan, C., Chang, Y., Xu, L., Huang, H., Chen, M., & Yong, Z. (2021). *Low-cost synthesis of multi-walled carbon nanotubes using red soil as catalyst*. *Diamond and Related Materials*, 112 (September 2020), 108241. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2021.108241>
- [9] Yang, X., Zhang, J., Zheng, J., Liu, Z., Liu, J., Wang, D., & Zheng, Z. (2023). *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis In-situ and ex-situ catalytic pyrolysis of cellulose to produce furans over red mud-supported transition metal catalysts*. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 169 (December 2022), 105830. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2022.105830>
- [10] Damayanti, D., Wulandari, Y. R., & Wu, H. S. (2020). *Product distribution of chemical product using catalytic depolymerization of lignin*. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 15 (2), 432–453. <https://doi.org/10.9767/bcrec.15.2.7249.432-453>
- [11] Wijayanti, W. (2022). *Engineering Scientific Analysis: Circulating Bed Piroliser Untuk Penguatan Sumber Energi Non Fosil*. Universitas Brawijaya.