

Submitted : 3 Maret 2022

Revised : 21 April 2022

Accepted : 30 Mei 2022

PENGARUH IMPREGNASI KOH PADA KATALIS BENTONIT BOJONG MANIK LEBAK BANTEN DALAM SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

Rudi Hartono^{*1}, Muhammad Triyogo Adiwibowo^{1,2}, Meri Yulvianti¹, Agus Rochmat¹, Ali Faozin³, M. Abdurahman Aziz¹, Sartika Arbantini¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jendral Sudirman Km.3 Cilegon 42435, Indonesia

²Laboratorium Valorisasi Biomassa, Center of Excellence Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jln. Jendral Sudirman Km.3 Cilegon 42435, Indonesia

³Sekolah Tinggi Teknologi Komputer ilmu Komputer (STTIKOM)

Jln. Bojonegara N0.45, Panggung Rawi, Kecamatan Jombang, Kota Cilegon 42412

*Email: rudi.hartono@untirta.ac.id

Abstract

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif dari sumber daya terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan kondisi optimum pembuatan biodiesel dari minyak jelantah berdasarkan persentase impregnasi NaOH pada katalis bentonit Bojong Manik Lebak Banten. Metode sintesis biodiesel yang digunakan adalah transesterifikasi basa. Bentonit sebagai katalis dipreparasi dengan proses impregnasi pada variasi %KOH yaitu 20, 26, 31, dan 35 % (b/b). Reaksi biodiesel dilakukan pada temperatur 60°C dan waktu reaksi selama 3 jam dengan menggunakan katalis 3% terhadap jumlah minyak jelantah. Hasil penelitian diperoleh pada kondisi optimum pada katalis 26 %KOH (b/b) dengan yield biodiesel sebesar 91,2%, densitas 0,870 g/mL, viskositas 4,1 cSt, titik nyala 129°C dan kandungan metil ester sebesar 97,48%.

Kata Kunci: Bentonit, Biodiesel, Katalis Heterogen, Minyak Jelantah, Transesterifikasi

Abstract

Biodiesel is an alternative fuel from renewable resources that is more environmentally friendly. This study aimed to obtain the optimum conditions for making biodiesel from used cooking oil based on the percentage of NaOH impregnation on bentonite catalysts from Bojong Manik Lebak Banten. The biodiesel synthesis method used is base transesterification. The impregnation process prepared bentonite as a catalyst at variations of %KOH, namely 20, 26, 31, and 35% (w/w). The biodiesel reaction was carried out at a temperature of 60°C and a reaction time of 3 hours using a 3% catalyst for the amount of used cooking oil. The results were obtained at optimum conditions on a catalyst of 26% KOH (w/w) with a biodiesel yield of 91.2%, density of 0.870 g/mL, the viscosity of 4.1 cSt, the flash point of 129°C, and methyl ester content of 97.48%.

Keywords: Bentonite, Biodiesel, Heterogenous Catalyst, Waste Cooking Oil, Transesterification

1. PENDAHULUAN

Biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar konvensional karena menghasilkan emisi gas buang yang lebih sedikit. Biodiesel telah diproduksi di dunia melalui

reaksi transesterifikasi minyak nabati dengan alkohol menggunakan katalis homogen asam seperti asam klorida dan basa natrium hidroksida atau kalium hidroksida, katalis heterogen, dan enzim (Wahyudin dkk., 2018).

Terdapat banyak bahan baku minyak untuk pembuatan biodiesel, salah satunya minyak goreng bekas atau minyak jelantah. Minyak ini adalah limbah bekas pakai yang bisa digunakan ulang namun berbahaya karena mengandung senyawa karsinogenik sehingga lebih baik dihindari (Tamrin, 2013). Untuk memanfaatkan limbah ini, salah satunya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa minyak jelantah mampu menjadi bahan baku pembuatan (Haryanto A. et al. 2015).

Pada umumnya pembuatan biodiesel menggunakan katalis basa homogen, hanya saja katalis ini memiliki kelemahan dalam proses pembuatan biodiesel, yaitu asam lemak yang terkandung dalam minyak bisa bereaksi dengan senyawa basa sehingga terjadi reaksi penyabunan yang akan mengganggu produksi biodiesel dan juga sulit dipisahkan (Arifin dan Latifa, 2015). Hal ini tidak terjadi pada katalis heterogen sehingga menarik untuk digunakan.

Salah satu katalis heterogen yang dapat digunakan adalah bentonit yang dapat menghasilkan yield hingga 90% (Soetaredjo F. et al., 2011). Studi lain mendapatkan peningkatan yield biodiesel Ketika bentonite digunakan bersamaan dengan katalis NaOH (Wu, et al., 2016). Pada penelitian ini digunakan katalis heterogen berupa bentonit Bojong Manik Lebak Banten yang lebih mudah proses pemisahannya, tidak terjadi reaksi penyabunan, serta lebih ekonomis, sehingga diharapkan mampu menghasilkan biodiesel yang memiliki kualitas sesuai dengan standar mutu SNI 7182:2015.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Minyak jelantah didapatkan dari minyak goreng bekas pemakaian rumah tangga, Kalium hidroksida (KOH) grade pro analisis, metanol grade pro analisis dan indikator PP didapatkan dari Merck. Bentonit didapatkan dari daerah Bojong Manik di kabupaten Lebak Provinsi Banten. Akuades didapatkan dari toko bahan kimia lokal.

2.2 Aktivasi Bentonit

Bentonit dihancurkan menjadi berukuran kecil, kemudian dilakukan pengayakan untuk mendapatkan bentonit dengan ukuran 20 mesh. Bentonit dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Proses selanjutnya bentonit diimpregnasi pada suhu 60°C selama 2 jam dengan KOH 20% (b/b). Bentonit hasil impregnasi dipanaskan di dalam oven pada suhu 60°C selama 8 jam untuk mengurangi kadar airnya. Bentonit lalu disaring menggunakan kertas saring sambil dipompa vakum dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam. Selanjutnya bentonit dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 450°C. Prosedur diulang untuk variasi persentase KOH 26, 31, dan 35 %KOH(b/b).

2.3 Preparasi Minyak Jelantah

Minyak jelantah dipanaskan pada suhu 100-115°C selama 15 menit untuk menghilangkan kadar airnya

dan kemudian disaring dengan kertas saring untuk menghilangkan padatan sisa bekas penggorengan.

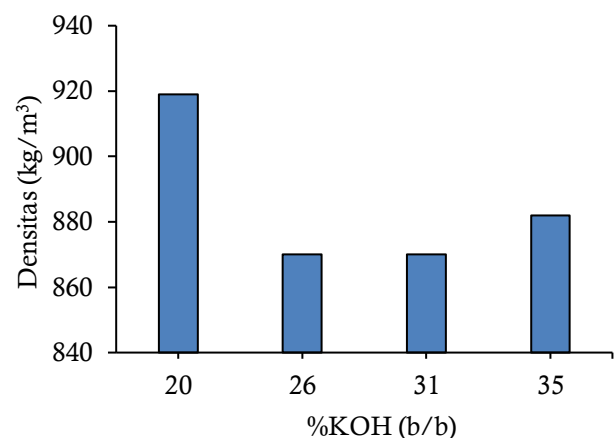
2.4 Sintesis Biodiesel

Minyak jelantah dan methanol dengan rasio molar 1:6 serta katalis sebanyak 3% (b/b minyak jelantah) dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Reaksi dilakukan pada suhu 60°C selama 3 jam. Setelah selesai, pemisahan katalis heterogen bentonit dilakukan dengan menggunakan pompa vakum. Produk biodiesel dan gliserol dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah. Biodiesel yang dihasilkan dipaaskan sampai suhu 115°C selama 15 menit untuk menghilangkan sisa metanol dan air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Densitas Biodiesel

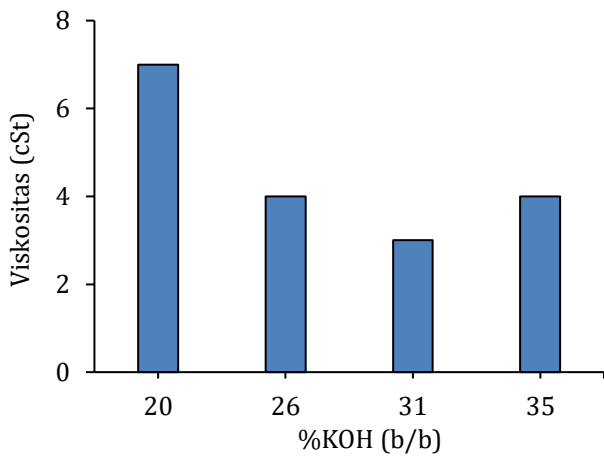
Pada Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan %KOH (b/b) dalam proses transesterifikasi menunjukkan nilai densitas yang dihasilkan semakin rendah, tetapi pada penggunaan katalis 35 %KOH (b/b) mengalami kenaikan nilai densitas akibat terbentuknya gugus Al-O-K selama proses kalsinasi sehingga menyebabkan senyawa K₂O yang terbentuk dalam bentonit tidak memadai untuk menurunkan densitas biodiesel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Noiroj et al. (2009) bahwa K₂O berperan aktif dalam proses transesterifikasi.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap densitas biodiesel

3.2 Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel

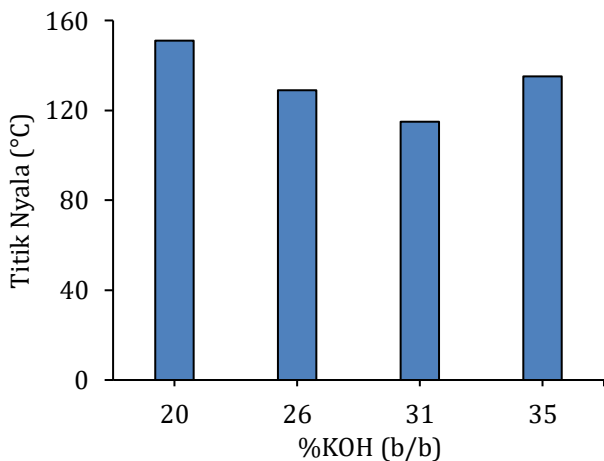
Pada Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin menurun nilai viskositasnya, Viskositas terbaik terjadi pada katalis 26%KOH(b/b). Pada konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan viskositas yang tinggi, akibat K₂O yang terbentuk tidak memadai untuk meningkatkan laju reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel, akibat adanya penutupan situs basa oleh kelebihan KOH yang menyebabkan terjadinya penurunan luas permukaan katalis dan aktivitas katalis (Noiroj et al, 2009).



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas biodiesel

3.3 Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Titik Nyala Biodiesel

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan %KOH(b/b) semakin kecil titik nyala yang dihasilkan. Hasil terbaik didapatkan pada konsentrasi katalis 26%KOH(b/b). Gugus K₂O yang terbentuk relatif banyak sehingga meningkatkan kebasaaan dari katalis. K₂O yang cukup ini akan meningkatkan laju reaksi pada proses transesterifikasi, sehingga didapatkan yield yang baik dan titik nyala yang dihasilkan memenuhi standar biodiesel SNI 7182:2015, relatif aman terhadap penanganan bahaya kebakaran, penyimpanan, dan transportasi. Titik nyala yang terlalu tinggi akan membutuhkan lebih banyak energi untuk dapat menyalakan sehingga waktu penyalanya sangat sulit (Sumarendra dkk., 2006).



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap titik nyala

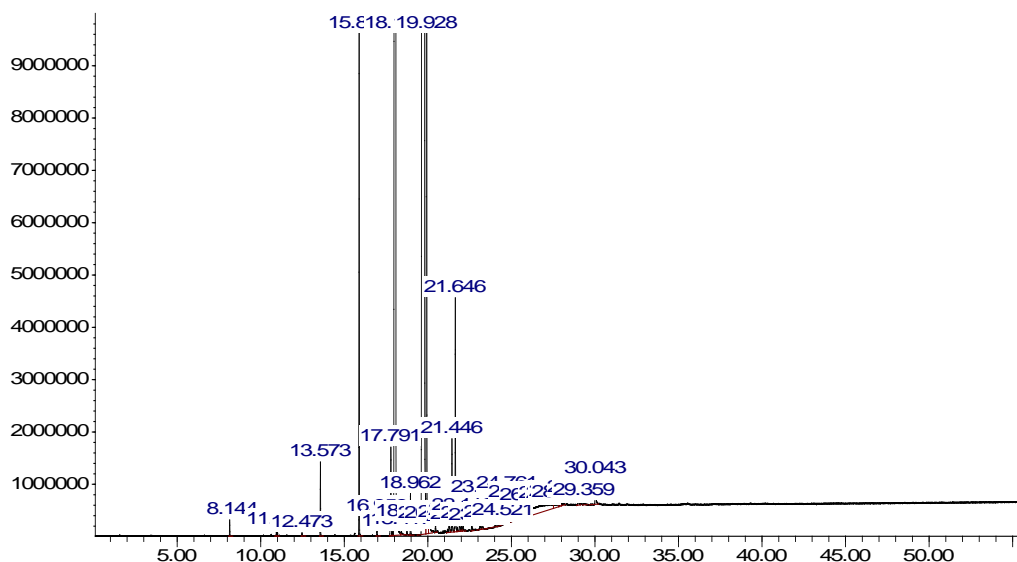
3.4 Analisis Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)

Hasil analisis GCMS sampel biodiesel diberikan pada Gambar 4 dan Tabel 2. Berdasarkan data tersebut, biodiesel hasil sintesis mengandung 30 senyawa, dengan 19 metil ester dan 11 senyawa non-metil ester dengan kadar *fatty acid methyl ester* (FAME) sebesar 97,48%. Hasil ini sudah sesuai dengan standar SNI 7182:2015, karena telah menghasilkan lebih dari

standar minimal kadar metil ester yaitu 96,50%. Terlihat pada Tabel 4. kandungan terbanyak biodiesel dari minyak jelantah hasil percobaan adalah metil oleat (53,94%), metil palmitat (31,34%) dan metil stearat (7,29%). Hasil ini sudah sesuai dengan kandungan asam lemak yang terdapat pada bahan dasar minyak kelapa sawit yang digunakan dalam percobaan, seperti: asam palmitat, asam stearat, asam miristik, asam laurat, asam kaprik, asam kaprilik, asam linoleat dan asam oleat (Departemen Perindustrian, 2007).

Tabel 2. Komposisi biodiesel minyak jelantah hasil percobaan

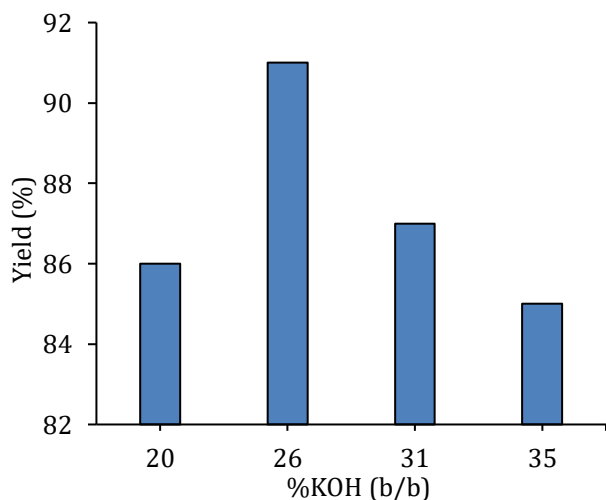
Nama IUPAC	Rumus Kimia	Kandungan %
<i>Octanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₉ H ₁₈ O ₂	0,05
<i>Decanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	0,02
<i>Nonanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₀ H ₁₈ O ₃	0,01
<i>Dodecanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	0,24
<i>Tetradecanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	1,86
<i>13-Methyl Tetradecanoate</i>	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	0,07
<i>9-Hexadecanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₈ H ₃₈ O ₄	0,39
<i>9-Hexadecanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₈ H ₃₈ O ₄	0,02
<i>Hexadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	31,34
<i>Hexadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	0,04
<i>Cis-10-Heptadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0,05
<i>15-Methyl Hexadecanoate</i>	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	0,17
<i>9-Octadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	53,94
<i>Octadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	7,29
<i>9,12-Octadecanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	0,16
<i>Methyl 9-Cis, 11-Trans-Octadecadienoate</i>	C ₁₈ H ₃₁ O ₂	0,04
<i>9-Octadecenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	0,10
<i>11-Eicosenoic Acid Methyl Ester</i>	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	0,42
<i>Eicosanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₂₁ H ₄₂ O ₂	0,91
<i>9.Cis.,11.Trans.t,13.Trans-Octadecatrienoate</i>	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	0,09
<i>Docosanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₂₃ H ₄₆ O ₂	0,14
<i>Tetracosanoic Acid Methyl Ester</i>	C ₂₅ H ₅₀ O ₂	0,13
<i>Other Non-Methyl Ester</i>		2,52



Gambar 4. Hasil GCMS sampel biodiesel dengan impregnasi KOH 26% (b/b)

3.5 Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Yield Biodiesel

Pada Gambar 5. Menunjukkan adanya perubahan persen yield yang dihasilkan pada berbagai variasi %KOH(b/b). Semakin banyak jumlah KOH yang diimpregnasi semakin banyak KOH yang masuk pada struktur zeolit dan berubah menjadi K_2O setelah proses kalsinasi, K_2O dapat bertindak sebagai situs aktif sehingga dengan bertambahnya K_2O akan meningkatkan aktivitas katalis dan yield biodiesel (Kusuma at al., 2013). Yield biodiesel mengalami peningkatan dengan bertambahnya %KOH yang diimpregnasi dan mulai menurun pada penambahan KOH 31% (b/b). Hal ini dikarenakan jika terlalu banyak KOH yang digunakan maka konsentrasi antara KOH terhadap lapisan internal bentonit menjadi berlebih selama proses kalsinasi (peregangan gugus Al-O-H), dan akan terbentuk fase senyawa baru (Al-O-K). Fase senyawa baru ini memiliki sifat aktivasi katalitik dan kebasaaan yang lebih rendah sehingga aktivitas katalis menjadi lebih kecil dan menyebabkan %yield biodiesel yang dihasilkan menurun (Noiroj at al., 2009).



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap yield biodiesel

4. KESIMPULAN

Pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis heterogen bentonit alam Bojong Manik Lebak Banten dapat menghasilkan biodiesel dengan hasil yang memenuhi SNI 7182:2015 dengan hasil terbaik pada impregnasi KOH 26% (b/b).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A., & Latifah, L. (2015). Sintesis Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Menggunakan Katalis Zeolit Alam Termodifikasi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(2).
- Departemen Perindustrian, (2007). *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta Selatan.
- Haryanto, A., & Triyono, S. (2015). Produksi biodiesel dari transesterifikasi minyak jelantah dengan bantuan gelombang mikro: Pengaruh intensitas daya dan waktu reaksi terhadap rendemen dan karakteristik biodiesel. *Agritech*, 35(2), 234-240.
- Kusuma, R. I., Hadinoto, J. P., Ayucitra, A., Soetaredjo, F. E., & Ismadji, S. (2013). Natural zeolite from Pacitan Indonesia, as catalyst support for transesterification of palm oil. *Applied Clay Science*, 74, 121-126.
- Noiroj, K., Intarapong, P., Luengnaruemitchai, A., & Jai-In, S. (2009). A comparative study of KOH/ Al_2O_3 and KOH/NaY catalysts for biodiesel production via transesterification from palm oil. *Renewable energy*, 34(4), 1145-1150.
- Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Ismadji, S., & Maukar, A. L. (2011). KOH/bentonite catalysts for transesterification of palm oil to biodiesel. *Applied Clay Science*, 53(2), 341-346.
- Sumarendra, E., & Hendroko, R. (2006). *Menghasilkan Biodiesel Murah*. In: Jakarta: Agromedia.
- Tamrin, T. (2013). Waste Cooking Oil Gasification with Pressure Stoves. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 2(2), 134274.
- Wahyudin, W., Purwanti, N., Nabetani, H., Tambunan, A. H., & Joelianingsih, J. (2018). Tinjauan Perkembangan Proses Katalitik Heterogen dan Non-Katalitik untuk Produksi Biodiesel.

Wu, L., Wei, T. Y., Tong, Z. F., Zou, Y., Lin, Z. J., & Sun, J. H. (2016). Bentonite-Enhanced Biodiesel Production By NaOH-Catalyzed Transesterification Of Soybean Oil With Methanol. *Fuel Processing Technology*, 144, 334-340.