

TRANSESTERIFIKASI MINYAK JELANTAH MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALIS RFCCU BASE CHEMICAL Al_2O_3

Mujiharti¹, Eka Sri Yusmartini², Kgs. Ahmad Roni³

^{1,2}Program Studi Magister Teknik Kimia, Program Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Palembang

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Email: mujiharti560@gmail.com, eka.yusmartini@gmail.com

Abstrak

Penggunaan katalis RFCCU Base Chemical Al_2O_3 dipelajari untuk pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu (80, 90, 100, 110 dan 120°C), jumlah katalis (1, 2, 3, 4, dan 5 %), waktu reaksi (10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit), terhadap konversi metil ester dan yield yang dihasilkan. Konversi dan yield yang tertinggi diperoleh sebesar 76,59 % dan 122 mL, diperoleh ketika reaksi berlangsung pada suhu reaksi 60°C, jumlah katalis 4 %, dan waktu reaksi 60 menit. Karakteristik metil ester yang dihasilkan memenuhi Standar Mutu SNI 7182:2015 untuk parameter uji massa jenis pada 40°C, sebesar 885,0 kg/m³, cetane number 51,6 dan sulphur content 25 mg/kg.

Kata kunci : katalis; metil ester; transesterifikasi

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi semakin meningkat, sedangkan cadangan bahan bakar minyak bumi yang dihasilkan semakin sedikit. Bahan bakar minyak bumi masih menjadi salah satu sumber energi yang banyak digunakan berbagai negara di dunia sampai saat ini. Kebutuhan bahan bakar ini akan selalu meningkat seiring dengan penggunaannya dibidang industri maupun transportasi (Handoyo dkk, 2007). Ketergantungan terhadap minyak bumi sudah saatnya dikurangi dengan mengembangkan sumber energi alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (Nurhidayati dkk, 2017). Sugiono dkk (2013), melaporkan bahwa pada periode tahun 2011 sampai tahun 2030 diperkirakan kebutuhan minyak dalam negeri akan meningkat hampir dua kali lipat dari 327 juta barel pada tahun 2011 menjadi 578 juta barel pada tahun 2030, sedangkan produksi minyak bumi pada periode tersebut akan menurun dari 329 juta barel menjadi 124 juta barel atau menurun sekitar 62 %.

Hal tersebut diatas merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan mencari sumber energi alternatif. Sumber-sumber bahan bakar minyak alternatif yang dapat diperbaharui, salah satunya adalah "biodiesel". Ruhyat dan Firdaus (2006) mengevaluasi kelayakan beberapa bahan baku biodiesel dan telah menentukan bahwa bahan baku jenis minyak nabati yang paling layak digunakan adalah minyak goreng bekas (minyak jelantah), dan masih sangat besar potensinya untuk dikembangkan. Hal ini selaras dengan pernyataan Rahkadima dan Purwati (2011), yang mengemukakan bahwa masih banyak minyak jelantah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Minyak jelantah dapat bermanfaat jika dapat diolah dengan tepat. Pembuangan minyak jelantah secara langsung ke lingkungan dapat menimbulkan pencemaran khususnya pencemaran air, karena dapat menaikkan kadar *chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Biology Oxygen Demand (BOD)*. Selain itu penggunaan minyak jelantah sebagai bahan konsumsi dapat mengganggu kesehatan (Shi and Bao 2008).

Biodiesel merupakan mono alkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Minyak jelantah dapat diubah menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi. Transesterifikasi secara konvensional diperoleh menggunakan katalis basa homogen seperti KOH dan NaOH. Proses ini dapat menghasilkan biodiesel dengan kemurnian dan yield yang tinggi dalam waktu yang pendek (Vyas, A.P dkk, 2010), namun secara keseluruhan proses

memerlukan biaya produksi yang tinggi (Loteri dkk, 2005). Kandungan asam lemak bebas (FFA) dalam bahan baku tidak boleh lebih dari 0,5 % berat karena dapat mengakibatkan pembentukan sabun yang dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dengan campuran asid lemak (Ma dan Hana, 1999), sehingga biaya pemisahan menjadi tinggi. Hal ini adalah isu utama yang membatasi proses transesterifikasi terhadap bahan baku (minyak jelantah).

Karena kandungan FFA dalam minyak jelantah pada umumnya tinggi, maka katalis pada proses transesterifikasi minyak jelantah dengan menggunakan katalis basa NaOH dan KOH kurang tepat. Alternatif katalis adalah katalis basa padat. Jimenez dkk (2011) mengemukakan kelebihan dari katalis padat adalah dapat mempermudah proses pemisahan katalis dengan produk, sifat korosi dan beracun yang tidak terlalu besar dan lebih aman terhadap lingkungan.

Residu Fluid Catalytic Cracking Unit (RFCCU) Al_2O_3 merupakan material serbuk padat berwarna krim muda yang diperoleh dari Pertamina UP III Plaju, keberadaannya banyak dan dapat digunakan sebagai katalis untuk transesterifikasi minyak jelantah.



Gambar 1. Katalis RFCCU Al_2O_3

Pada penelitian ini akan dilakukan transesterifikasi dari minyak jelantah menjadi biodiesel dengan katalis FCCU Al_2O_3 . Jumlah katalis yang digunakan yaitu (1, 2, 3, 4 dan 5% terhadap minyak jelantah, dengan suhu (80, 90, 100, 110 dan 120^o) dan waktu (10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian secara keseluruhan dikerjakan mulai bulan Oktober 2018 sampai dengan April 2019. Kegiatan eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Analisis Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Karakterisasi biodiesel yang dihasilkan dilaksanakan di Laboratorium UP III Plaju Palembang.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pemanas (hot plate), Vacuum filtrasi (Buchner), Neraca Analitik, thermometer, Labu leher tiga, Erlenmeyer, beaker glass, tabung reaksi, magnetic stirrer, gelas ukur, kertas saring, pipet, seperangkat alat titrasi. Bahan baku yang minyak jelantah diambil dari usaha kuliner yang ada di Palembang. Bahan kimia yang digunakan adalah methanol sebagai pereaksi, RFCCU Al_2O_3 sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi, aquades, indikator pp, HCl, $C_{12}H_{24}O_2$.

Pembuatan Biodiesel

Poses pemurnian terhadap bahan baku minyak jelantah dilakukan dengan penyaringan menggunakan kertas saring ukuran 60 mesh, kemudian dipan untuk menguapkan kadar air. Kemudian dilakukan pengujian terhadap kadar asam lemak bebas.

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan perbandingan minyak jelantah dan metanol yang digunakan tetap, yaitu 1:3. Kondisi operasi dilakukan pada kecepatan pengadukan 360 rpm, kemudian ditambahkan katalis (1, 2, 3, 4 dan 5%) kedalam reaktor. Suhu transesterifikasi dilakukan pada (80, 90, 100, 110 dan 120 °C). Reaksi transesterifikasi berlangsung selama (10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit). Pengambilan cuplikan dilakukan setiap 10 menit, dan didiamkan selama 24 jam, kemudian dilakukan proses pemisahan. Biodiesel yang dihasilkan kemudian dilakukan pemurnian. Proses pemurnian biodiesel bertujuan memisahkan biodiesel dari gliserol, katalis dan sisa reaktan. Biodiesel ditimbang untuk menentukan perolehan yang dihasilkan.

Analisa konversi dilakukan dengan metode Griffin. Analisa karakteristik biodiesel meliputi density (massa jenis) pada 40 °C, viscositas kinematic pada 40 °C, cetane number, titik nyala dan sulphur content.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan kadar asam lemak bebas (FFA) pada penelitian ini menggunakan metode alkalimetri, dimana prinsip yang digunakan yaitu terjadinya reaksi netralisasi akibat adanya reaksi antara ion hidrogen yang berasal dari minyak dengan ion hidroksida dari basa yang digunakan pada peniter. Perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali terhadap sampel minyak jelantah. Rata rata nilai asam lemak bebas pada pengukuran terhadap sampel, didapat 0,132 % berat. Berdasarkan nilai asam lemak bebas tersebut, maka proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel (metil ester) dapat dilakukan tanpa harus melakukan proses esterifikasi. Hal ini sesuai dengan ketentuan dimana proses transesterifikasi dapat dilakukan jika nilai asam lemak bebas dari bahan baku tidak lebih dari 0,5 % berat, karena dapat mengakibatkan pembentukan sabun yang dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dengan campuran alkil ester (Ma dan Hana, 1999). Hasil pengukuran dari sampel minyak jelantah yang digunakan dalam proses transesterifikasi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa asam lemak bebas dari minyak jelantah

Pengujian	Sampel	Kadar asam lemak bebas (%)
1	Minyak jelantah	0,108
2	Minyak jelantah	0,163
3	Minyak jelantah	0,128
	Rata-rata	0,132

Pengaruh suhu, persentase katalisator, dan waktu dalam proses transesterifikasi minyak jelantah

Pada penelitian ini dilakukan perlakuan variasi jumlah katalis RFCCU Al_2O_3 sebanyak (1, 2, 3, 4, dan 5 % b/b minyak, dengan waktu (10,20,30,40,50 dan 60 menit) dan suhu (80, 90, 100, 110 dan 120 °C. Kondisi operasi pada tiap perlakuan dilakukan dengan pengadukan 360 Rpm, dan ratio minyak jelantah : metanol adalah 1:3. Dari perlakuan terhadap beberapa variabel suhu, diketahui suhu terbaik adalah pada 110 °C, dan waktu 60 menit. Untuk persen katalis yang terbaik pada 4% berat. Dari hasil terbaik dari setiap perlakuan diambil data waktu dan konsentrasi katalis untuk melihat konversi menggunakan kinetika reaksi.

Kondisi operasi untuk data kinetika digunakan pada perlakuan katalis dan juga waktu reaksi. Perhitungan untuk gliserol yang terbentuk menggunakan persamaan :

$$\text{Gliserol} = \frac{W_r \cdot W_g}{W_s \cdot W_a} (V_b - V_s) N_{HCl}$$

Keterangan :

G = Gliserol yang terbentuk (mgek)

W_r = Berat campuran minyak – methanol (gr)

W_g = Berat sampel yang diambil (gr)

- W_s = Berat lapisan gliserol (gr)
 W_a = Berat lapisan gliserol yang dianalisis (gr)
 V_b = Volume HCl titrasi blanko (ml)
 V_s = Volum HCl titras sampel (ml)
 N_{HCl} = Normalitas HCl (mgek/ml)

Tabel 2 menampilkan data konversi pada persen katalis dan waktu, dengan suhu 110 °C dan kecepatan pengadukan 360 Rpm dan ratio minyak: metanol pada 1:3.

Konversi (X_a) dapat dihitung dengan persamaan

$$X_A = \frac{G}{(A_t - A_b) \times (V_m \cdot p_m)}$$

Keterangan :

- X_A = Konversi bagian
 G = Gliserol yang terbentuk (mgk)
 A_t = Asam lemak total (mgek/ gr minyak)
 A_b = Asam lemak bebas (mgek/gr minyak)
 V_m = Volume minyak (ml)
 P_m = Rapat massa minyak (gr/ml)

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan data sebagai berikut :

- G = 77.4753 mgek
 A_t = 2.3769 mgek/gr minyak
 A_b = 0.0909 mgek/gr minyak.
 V_m = 50 ml
 P_m = 0.885 gr/ml

Maka :

$$X_A = \frac{G}{(A_t - A_b) \times (V_m \cdot p_m)}$$

$$X_a = \frac{77.4753}{(2.3769 - 0.0909) \times (50 \times 0.885)}$$

$$X_A = 0.7659. (76,59\%)$$

Tabel 2. Hasil konversi pengaruh katalis dan waktu reaksi

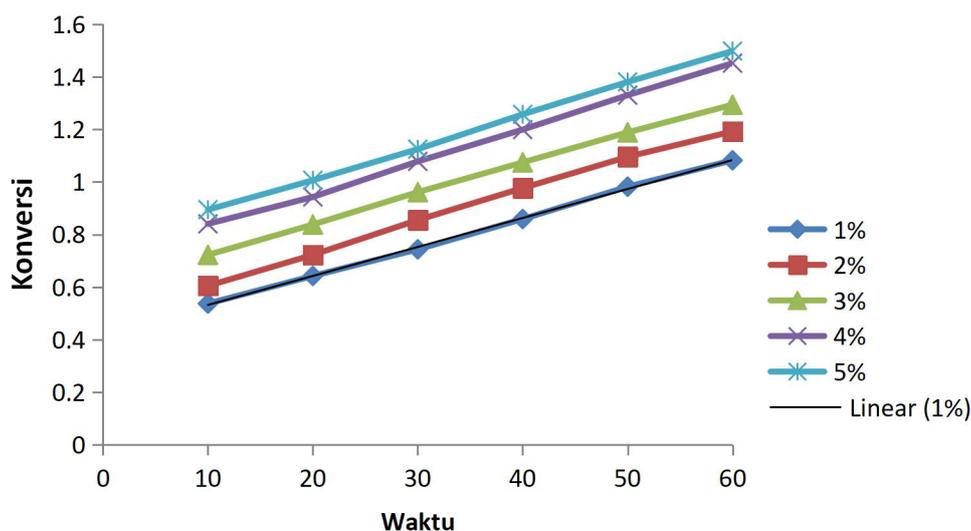
Waktu (menit)	Konversi, x bagian pada persentase katalisator				
	1%	2%	3%	4%	5%
10	0,4156	0,4538	0.5685	0.55685	0.5912
20	0.474	0.5145	0.5674	0.6105	0.6345
30	0.5246	0.5768	0.6176	0.6598	0.6753
40	0.5764	0.6235	0.6585	0.6986	0.7156
50	0.6254	0.6657	0.6954	0.7356	0.7486
60	0.6612	0.6965	0.7258	0.7659	0.7765

Hasil perhitungan konversi $\ln(1-X_A)$ ditampilkan pada Tabel 3. Data pada Tabel 2 dan 3 kemudian digambarkan dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat jumlah katalis berpengaruh terhadap konversi hasil biodiesel. Semakin tinggi persentase katalisator maka biodiesel yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini karena semakin tinggi persentase katalisator maka konversi yang didapat akan menguat karena zat-zat pereaksi yang teraktifkan makin banyak sehingga tumbukan yang terjadi makin besar. Pada jumlah katalis 5%, konversi tidak memperlihatkan hasil yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan penambahan katalis pada 4 persen adalah jumlah katalis yang sesuai dengan yield yang dihasilkan yaitu 76,59 % dan volume yield 122 mL. Hal ini juga menunjukkan bahwa

jumlah katalis sesuai dengan jumlah minyak dan metanol yang direaksikan (Hamsyah dkk, 2016). Jumlah katalis yang berlebihan akan membuat viscositas campuran menjadi tinggi. Hal tersebut menyebabkan prose pengadukan menjadi tidak sempurna dan akan meningkatkan biaya produksi (Highina dkk, 2011).

Tabel 3. Hasil $-\ln(1-X_A)$ pada jumlah katalis (%)

Waktu (menit)	Konversi, x bagian pada persentase katalisator				
	1%	2%	3%	4%	5%
10	0,5372	0,6048	0.7226	0.8405	0.8945
20	0.6424	0.7226	0.8379	0.9429	1.0065
30	0.7436	0.8552	0.9613	1.0782	1.0782
40	0.8590	0.9768	1.0744	1.1993	1.2574
50	0.9819	1.0957	1.18888	1.3303	1.3807
60	1.0823	1.1924	1.2939	1.4520	1.4983
K(10²)	0.01110,0119	0.0116	0.0125	0.0123	
Menit					
b	0.5478	0.6733	0.9439	1.2255	1.4537
r ²	0.9991	0.9981	0.9995	0.9995	0.9995



Gambar 2. Grafik Hubungan konversi (x) terhadap waktu dan persen katalis

Karakterisasi Biodiesel

Karakterisasi biodiesel dilakukan untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar mutu biodiesel. Parameter yang dianalisis yaitu massa jenis pada 40 °C, titik nyala, viscositas, sulphur content dan cetane number. Kemudian dibandingkan dengan Standar SNI 7182:2015. Hasil karakterisasi biodiesel ditampilkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil karakterisasi, densitas atau massa jenis biodiesel yang dihasilkan yaitu 885,0 kg/m³ memenuhi standar mutu SNI. Menurut Budiawan dkk (2013), nilai massa jenis atau densitas yang memenuhi standar SNI dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Biodiesel dengan densitas yang melebihi batas standar dapat menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna dapat meningkatkan emisi dan keausan mesin.

Tabel 4. Hasil Karakterisasi Biodiesel

No	Parameter uji	Hasil Penelitian	Satuan	Persyaratan	Methodode Uji ASTM
1.	Massa jenis pada 40°C	885.0	Kg/ m ³	850-890	D 1298
2.	Viscositas kinematika pada 40°C	42.61	mm ² /sec	2.3-6.0	D 445
3.	Cetane Number	51.6	Min	51	D 613
4.	Titik nyala (mangkok tertutup)	60	°C min	100	D 93
5.	Sulphur content	25	Mmg/kg maks	100	D 5453

Cetane Number memenuhi standar SNI. Viscositas mempunyai peranan yang sangat penting. Berdasarkan Tabel 4, viscositas yang dihasilkan lebih tinggi dari standar, hal ini dikarenakan penyaringan sampel dengan filter yang belum maksimal (75 um/ 200 mesh), sehingga masih terdapat adanya kandungan fiber atau partikel padatan. Sedangkan nilai kandungan sulphur rendah, hal ini dikarenakan kandungan sulphur di minyak jelantah sangat rendah bahkan nol. Titik nyala pada biodiesel cukup rendah dibawah minimal. Titik nyala (flash point) adalah temperature terendah yang terkoreksi pada tekanan barometer 760 mmHg dimana uap sample uji menyala sekejap oleh sumber nyata api pada kondisi pengujian. Sehingga perlu pemikiran lebih untuk mencapai biodiesel yang memiliki flash point antara 60-190°C agar tercapai hasil analisis yang benar dan akurat.

KESIMPULAN

1. Semakin meningkat jumlah katalis dan waktu reaksi yang digunakan maka semakin besar konversi yang dihasilkan
2. Konversi dan yield tertinggi diperoleh sebesar 76,59 % dan 122 ML, diperoleh ketika reaksi berlangsung pada suhu reaksi 60 °C, jumlah katalis 4 % dan waktu reaksi 60 menit
3. Karakteristik metil ester yang dihasilkan memenuhi Standar Mutu SNI 7182:2015 untuk parameter uji massa jenis (density) pada 40 °C sebesar 885,0 kg/m³, cetane number 51,6 dan sulphur content 25 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamsyah, A., Yusnimar., Syelvia,P.U., 2016. Pemanfaatan Minyak Jelantah dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat : Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis, Jom FTEKNIK vol.3 No. 2
- Handoyo, R., Ananta, A.A., Anwar, S.2007, Biodiesel dari Minyak Biji Kapok. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM
- Highina, B.K., Bugaje, I.M., dan Umar,B.2011. Biodiesel Production from Jatropha Causus Oil in a Batch Reactor Using Zinc Oxide as Catalyst. Journal University of Maiduguri. Nigeria.
- Jimenez-Lopez, A., Jimenez-Morales, I.,Santamaria-Gonzales,J., and Maireles-Torres, P.2011, Biodiesel Production from Sunflower Oil by Tungsten Oxide Supported On Zirconium Doped MCM-41 Silica. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 335:205-209
- Lotero, E., Y. Liu, D.E.Lopez, K. Suwannakarn, D. A. Bruce, and J.G. Goodwin Jr., 2005,

- Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis, Ind.Eng. Chem. Res 44:5353-5363
- Ma, F. and M.A. Hanna, 1999., Biodiesel Production Review, Bioresource Technology 70:1 – 15
- Nurhidayati., Tesa S.A., Henri, S.2017, Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Kalsium Oksida, Jurnal Teknologi Bahan Alam, Vol.1, No.1
- Ruhyat,N, Firdaus .A, (2006), *Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel*,DKI Jakarta, Universitas MercuBuana,Jakarta.
- Rahkadima, Y., dan Purwati, P.A. 2011., Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui Proses Transesterifikasi dengan Menggunakan CaO sebagai Katalis.
- Sugiyono, A., Permana, A.D., Boedoyo, M.S., dan Adiarso.2013. ,Pengembangan Energi Dalam Mendukung Sektor Transportasi Dan Industri Pengolahan Mineral. Outlook Energy Indonesia, BPPT.
- Shi, H., Bao, Z (2008)., Direct Preparation of Biodiesel from Rapeseed Oil Leaced by Two Phase Solvent Extraction. ,*Biore.source Technology* . Vol 99, halaman 9025-9028.
- Vyas, A.P., J.V. Verma and Subrahmanyam, 2010., A review on Fame Production Processes, Fuel 89:1-9