

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS
(JELANTAH)MENGUNAKAN REAKTOR MEMBRAN
(VARIASI RASIO MOLAR UMPAN DAN KONSENTRASI KATALIS)**

Ummi Kalsum, Syarfi, Syamsu Herman

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
ummikalsum04@yahoo.com

Abstract

Membrane reactor is an alternative technology that is used in the manufacture of biodiesel, one of the advantages that the reaction and separation process takes place in a single stage simultaneous. This research aims to study the effect of the variation of the catalyst and mole ratio feed waste cooking oil- methanol in biodiesel production, transesterification process which was held in a membrane reactor with a variation of the mole ratio of waste cooking oil - methanol 1:12, 1:16, and 1:20, the concentration of the base catalyst 1% -wt, 1.5% -wt and 2% -wt, pressure transmembrane 2 bar and a temperature of 60 °C process. The results showed biodiesel production using membrane reactor reached 94.81% yield on the condition of the mole ratio of 1:16 with a concentration of 2 %-wt, characteristics of biodiesel produced meets the quality standards of biodiesel in Indonesia including biodiesel, density is 850-873 kg/m³, viscosity cinematic of biodiesel 5.12-5.97 mm²/s, Flash Point 150-160 °C, Acid Number 0.55 to 0.64 mg-KOH/g.

Keywords: biodiesel, waste cooking oil, membrane reactor, mol ratio, catalyst concentration.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan bakar minyak bumi terus mengalami peningkatan. Ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan bahan bakar alternatif berbasis minyak nabati [Setiawati dkk, 2012].

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Biodiesel berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dan lemak

hewan. Minyak nabati yang umum digunakan untuk pembuatan biodiesel dalam skala produksi adalah minyak sawit sedangkan untuk minyak jelantah masih dalam tahap penelitian. Minyak jelantah merupakan minyak bekas sehingga tidak mengurangi persentase untuk kebutuhan pangan seperti halnya minyak sawit. Minyak jelantah diperoleh dari minyak sisa penggorengan yang sudah tidak digunakan lagi. Pengolahan biodiesel dari minyak jelantah merupakan salah satu alternatif untuk

menurunkan harga jual biodiesel karena murah nya bahan baku.

Secara umum terdapat dua tantangan dalam pengembangan proses produksi biodiesel yaitu reaksitransesterifikasi yang bersifat reversibel dan ketidaklarutan antara minyak dan alkohol. Reaksi yang tidak sempurna dapat menyebabkan rendahnya kualitas biodiesel karena terdapat zat-zat pengotor seperti trigliserida, monogliserida dan kehilangan reaktan, sedangkan untuk mengatasi ketidaklarutan antara minyak dan alkohol biasanya digunakan proses pengadukan pada sistem reaksi, namun hal ini meningkatkan biaya energi dalam proses produksi, untuk mengatasi hal tersebut digunakan teknologi yang sedang berkembang saat ini yaitu reaktor membran.

Reaktor membran memadukan proses reaksi dan proses pemisahan produk dalam satu tahap yang simultan, beberapa keuntungan pembuatan biodiesel dengan reaktor membran yaitu kemudahan memisahkan produk utama dengan reaktan yang tidak bereaksi dan dapat menghalangi pengotor sehingga menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian yang tinggi [Wenten dan Nasution, 2010]

Secara umum biodiesel diproduksi melalui transesterifikasi minyak dan alkohol menggunakan katalis basa yaitu natrium hidroksida. Penggunaan minyak berkadar ALB diatas 1% dibutuhkan perlakuan awal, jika perlakuan awal tidak dilakukan maka ALB dapat bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun dan dapat mengganggu proses.

Maulana [2014] melakukan penelitian menggunakan reaktor

membran dengan bahan baku CPO *off grade*, kondisi operasi yang digunakan yaitu waktu reaksi 2 jam, temperatur 60 °C, dengan konsentrasi katalis 1% berat minyak, perbandingan rasio mol minyak-metanol 1:12, 1:16, 1:20, tekanan transmembran ± 1 bar, $\pm 1,5$ bar dan ± 2 bar, diperoleh yield sebesar 71,51% pada variasi mol minyak-metanol 1:16 dan tekanan transmembran 2 bar.

Priadinanta [2014] melakukan penelitian menggunakan reaktor membran dari CPO dengan waktu reaksi 2,5 jam, temperatur 60 °C, konsentrasi katalis 0,5 %, 1 %, 1,5 % berat minyak, perbandingan rasio mol minyak-metanol 1:10, 1:14, 1:18, tekanan transmembran ± 1 bar, diperoleh yield sebesar 85,45% pada variasi mol minyak- metanol 1:18 dan katalis 1,5%. Rendahnya yield yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya diduga disebabkan oleh rasio mol minyak-metanol dan tekanan transmembran yang belum maksimum, dengan meningkatkan konsentrasi rasio mol minyak-metanol menjadi 1:12, 1:16, 1:20, tekanan transmembran menjadi ± 2 bar dan variasi katalis 1%, 1,5%, 2% sehingga memungkinkan perolehan yield yang lebih tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

a. Bahan

Bahan yang digunakan, minyak jelantah, metanol (CH₃OH), KOH kristal, NaOH kristal, asam oksalat, indikator PP dan aquades.

b. Alat

Alat utama yaitu rangkaian reaktor membran dan alat pendukung seperti gelas ukur, termometer, corong pisah, erlenmeyer, statif, *hotplate*, piknometer, pipet tetes, viskometer dan neraca digital. Rangkaian Alat Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan skema pembuatan biodiesel pada Gambar 2.

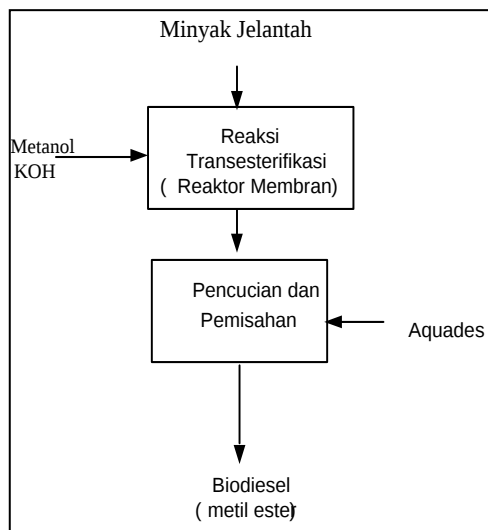
Variabel Penelitian

Variabel tetap : temperature 60°C, tekanan transmbran 2 bar,waktu reaksi 2,5 jam.

Variabel berubah : rasio mol umpan minyak goreng bekas (jelantah) - metanol 1:12, 1:16, 1:20 dan konsentrasi katalis KOH 1 % , 1,5 %, dan 2 %-wt.

Prosedur Penelitian

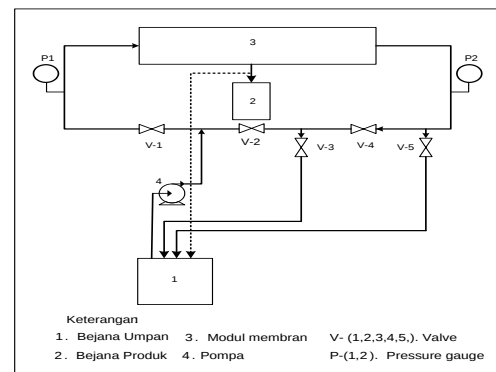
Proses pembuatan biodiesel dari Minyak goreng bekas (jelantah) menggunakan reaktormembran ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pembuatan Biodiesel dari minyak goreng bekas (jelantah).

a. Proses Produksi

Rangkaian aliran proses produksi biodiesel menggunakan reaktor membran ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2.Rangkaian Aliran Proses Reaktor Membran

Minyak goreng bekas (jelantah) direaksikan dalam reaktor membran. Berikut tahapan proses kerjanya:

- Persiapan minyak goreng bekas (jelantah) dan metanol dengan perbandingan rasio mol adalah 1:12 dan katalis KOH 1 %-wt.
- minyak goreng bekas (jelantah) dimasukkan kedalam bejana umpan yaitu labu leher tiga dan dipanaskan hingga suhu 60°C.
- Setelah minyak pada kondisi suhu 60°C, campuran metanol-katalis dimasukkan kedalam bejana umpan.
- Selanjutnya pompa dihidupkan, namun sebelum itu tutup V-1, V-4, V-5, dan buka V-2 dan V-3.
- Kemudian umpan di sirkulasikan melewati V-3 selama 30 menit hingga campurannya homogen dengan suhu 60°C.
- Selanjutnya umpan dialirkan kedalam membran dengan cara membuka V-1 dan V-4 secara perlahan-lahan hingga bukaan 100%, serta menutup V-2. Setelah

itudilakukan pengaturan tekanan dengan cara mengatur bukaan V-3 dan V-5.

- Setelah V-1 terbuka dan umpan mengalir melewati membran, maka produk yang keluar pada aliran permeat 30 menit pertama disirkulasi kedalam bejana umpan. (hal ini karena reaktan belum bereaksi sempurna).
- Setelah itu produk keluaran permeat ditampung di bejana produk, produk keluaran dihitung volumenya setiap 10 menit, untuk menghitung fluks permeat hingga umpan habis terkonversi menjadi produk.
- Setelah 2,5 jam proses, pompa dimatikan dan *crude* biodiesel yang diperoleh dilakukan proses pencucian serta pemisahan.
- Untuk menjaga efektifitas membran, maka dilakukan proses pencucian menggunakan larutan NaOH 0.5 N dengan sistem *counter current*, dimana V-2 dalam keadaan tertutup sedangkan V-1, V-3, V-4 dan V-5 dalam keadaan terbuka, pencucian dilakukan selama 1 jam atau sampai kondisi air cucian tetap bersih.
- Untuk variabel penelitian berikutnya, dilakukan proses yang sama dengan prosedur diatas.

Teknik Analisa Data

Analisa kandungan senyawa pada biodiesel menggunakan GCMS, analisa viskositas menggunakan viskometer *Ostwald* dan densitas menggunakan piknometer.

Parameter Uji Keberhasilan

Teknik analisis yang dipakai adalah analisa deskriptif dengan cara

membandingkan kualitas biodiesel hasil penelitian dengan standard nasional indonesia-SNI 04-7182 2006.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Bahan Baku

Karakteristik Minyak goreng bekas (jelantah) hasil uji ditunjukkan pada tabel 1.

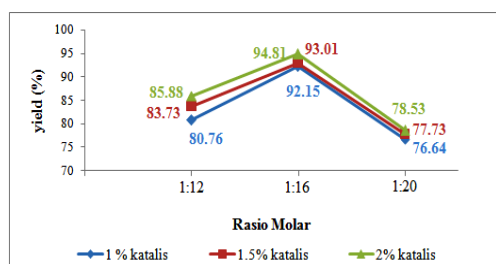
Tabel 1. Sifat Fisika dan kimiaminyak goreng bekas (jelantah)

NO	Parameter	Unit	Hasil
1	Densitas (40 ⁰ C)	kg/m ³	896
2	Viskositas (40 ⁰ C)	m ² /s	10,80
3	Kadar ALB	%	1,31

Pengaruh Perbandingan Mol Minyak Goreng Bekas (Jelantah)-Metanol dan Konsentrasi Katalis Terhadap Yield

Grafik pengaruh rasio mol minyak goreng bekas (jelantah)-metanol dan konsentrasi katalis terhadap *yield* dapat dilihat pada Gambar 3. *Yield* tertinggi biodiesel dihasilkan pada rasio mol minyak goreng bekas (jelantah)-metanol 1:16 dengan konsentrasi katalis 2 %-wt yaitu sebesar 94,81%. Sedangkan *Yield* terendah dihasilkan pada rasio mol minyak goreng bekas (jelantah)-metanol 1:20 dengan konsentrasi katalis 1 %-wt yaitu sebesar 76,64%. *Yield* yang dihasilkan pada rasio mol 1:12 dengan katalis 1 %-wt, 1,5%-wt dan 2%-wt terus mengalami peningkatan yaitu 80,76%, 83,73% dan 85,88%, hal yang sama juga terjadi pada rasio mol 1:16 dan 1:20. Dari Gambar 3 *Yield* tertinggi yang dihasilkan yaitu 94,81% pada perbandingan molar 1:16 dengan

konsentrasi katalis KOH 2% berat minyak dengan waktu reaksi selama 2,5 jam, hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis maka konversi reaksi akan semakin tinggi. Pada perbandingan molar 1:12 didapatkan *yield* maksimal sebesar 85,88% dengan konsentrasi katalis KOH 2% berat minyak. Hal ini dapat menunjukkan semakin besar perbandingan rasio molar minyak terhadap metanol dapat meningkatkan perolehan *yield*, namun pada perbandingan molar 1:20 terjadi penurunan yang signifikan terhadap perolehan *yield* biodiesel pada konsentrasi katalis 2% yaitu 78,53% diduga karena pengaruh jumlah metanol yang berlebih terlarut dalam gliserol yang terbentuk, akibatnya metanol yang bereaksi dengan trigliserida semakin berkurang, selain itu keberadaan gliserol yang tinggi dalam biodiesel dapat menyebabkan reaksi berbalik arah sehingga mengurangi *yield* biodiesel. Hal ini disebabkan karena reaksi sudah mencapai kesetimbangan.



Gambar 3. Pengaruh Rasio Mol Minyak Goreng Bekas (Jelantah)-Metanol dan Katalis Terhadap *Yield*

Karakteristik Fisik Metil Ester

Ester yang dihasilkan berwarna kuning pucat, transparan, encer dan

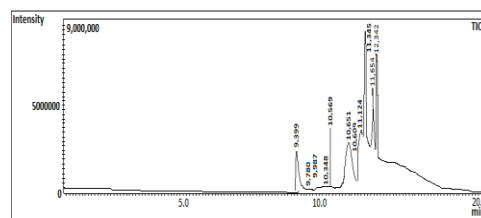
berbau. Berdasarkan hasil uji analisa sifat fisik dan sifat kimianya telah memenuhi standar yang diinginkan. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Karakteristik Biodiesel

Parameter	Unit	Biodiesel SNI	Hasil
Densitas (40°C)	kg/m ³	850-890	857
Viskositas (40°C)	m ² /s	2,3-6	5,38
Bilangan Asam	mg-KOH/g	0,8	0,55
Titik Nyala	°C	100	158

Hasil Analisa GCMS Biodiesel

Hasil analisa produk dengan menggunakan alat GCMS menyatakan jumlah persentase komponen kimia yang terkandung di dalam biodiesel. Hasil analisis menggunakan GCMS untuk rasio mol minyak goreng bekas (jelantah)-metanol adalah 1:16 dengan konsentrasi katalis basa KOH 2 %-wt, tekanan transmembran 2 bar.



Gambar 4. Hasil GCMS Produk

Tabel 3. Hasil Analisa GCMS produk

Peak	% Height	Rumus Molekul	Komponen
1	6,23	C15H30O2	Tetradekanoat Acid, Methyl Ester
5	8,12	C17H32O2	Methyl palmitate
6	14,75	C19H36O2	Heksadekanoat Acid, Methyl palmitate
7	7,98	C21H40O2	9-Octadecenoat Acid, Methyl Ester
			11-eikosenoat,

8	24.38	C19H36O2	Methyl Ester (CAS) nonadecenoat Acid, methyl ester Methyl oleat
9	9.02	C19H34O2	10- Octadecadienoic Acid, Methyl Ester Methyl Linoleat
10	9.59	C15H30O2	Eikosenoat, Methyl Ester, Methyl Myristate
11	14.49	C19H36O2	6-Octadecenoic acid, Methyl Ester, Methyl Oleat

Sumber : Hasil Uji *Indonesian oil palm research institute* – Medan

KESIMPULAN

1. Jumlah asam lemak yang terkonversi menjadi metyl ester sebesar 94,56%.
2. Yield optimum biodiesel yang dihasilkan adalah sebesar 94,81% pada variasi rasio mol minyak jelantah-metanol 1:16 dan konsentrasi katalis 2 %-wt.
3. Hasil karakteristik sifat fisika dan sifat kimia biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar mutu biodiesel indonesia yaitu densitas 850-873 kg/m³, viskositas kinematik 5,12-5,97St, angka asam 0,55-0,64 mg-KOH/g sampel dan titik nyala 150-160 °C.

SARAN

1. Sebaiknya dilakukan analisa kemurnian produk biodiesel untuk mengetahui tingkat kemurnian biodiesel yang diproduksi.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan katalis heterogen yang lebih ekonomis

karena dapat di gunakan kembali.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua, teman seperjuangan Enang Vovilya, Silvia Rahmi, Nia Amelia serta orang terdekat yang selalu membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Maulana F., 2014. Pembuatan biodiesel dari Minyak goreng bekas (jelantah) dengan menggunakan reaktor membran. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Priadinanta, L., 2014. Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Rasio Molar Umpan Terhadap Metanol Pada Pembuatan Biodiesel dari CPO Menggunakan Reaktor Membran, Skripsi: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UR, Pekanbaru.
- Setiawati, E., dan Edwar, F., 2012, Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bebas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel, Balai Riset dan Standardisasi Industri, Banjarbaru.
- Wenten, I.G., dan Nasution, H.M., 2010, *Review Proses produksi Biodiesel Menggunakan Membran Reaktor*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Bandung.

