

**OPTIMASI PERBANDINGAN MOL METANOL/MINYAK SAWIT
DAN VOLUME PELARUT PADA PEMBUATAN
BIODIESEL MENGGUNAKAN PETROLEUM BENZIN**

Abdullah, Rodiansono, Anggono Wijaya

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi metanol dan minyak sawit menggunakan pelarut petroleum benzin dan katalis KOH. Reaksi dilakukan pada temperatur 60°C dengan waktu reaksi 25 menit yang dilakukan secara bertahap (tahap pertama 15 menit dan tahap kedua 10 menit). Variabel dalam penelitian ini adalah perbandingan mol metanol/minyak sawit (3:1, 6:1, dan 9:1) dan perbandingan volume pelarut terhadap volume minyak sawit (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2). Penentuan perbandingan mol dan volume pelarut optimum didasarkan pada karakteristik biodiesel, yaitu: bilangan asam, viskositas kinematik, berat jenis, dan kadar air. Karakteristik biodiesel hasil penelitian selanjutnya dibandingkan dengan karakteristik biodiesel berdasarkan standar ASTM dan FBI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petroleum benzin dapat digunakan sebagai pelarut pada pembuatan biodiesel. Kondisi optimum diperoleh pada perbandingan mol metanol/minyak sawit 6:1, sedangkan perbandingan volume pelarut/minyak sawit optimum pada 0,2 (v/v).

Kata kunci : transesterifikasi, minyak sawit, pelarut, petroleum benzin.

ABSTRACT

Biodiesel was made from transesterification reaction of methanol and palm oil using petroleum benzin as solvent and KOH as catalyst. The reaction was carried out at 60°C for 25 minutes (15 minutes for the first step and 10 minutes for the second step). The variables of operation were the mole ratio of methanol/palm oil (3:1, 6:1, and 9:1) and the volume ratio of the solvent/palm oil (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, and 1.2). Determination of optimum mole ratio and optimum volume of solvent were based on characteristics of biodiesel which are acid number, kinematics viscosity, density, and water content. The characteristics of biodiesel from this study were compared with ASTM and FBI standard. The result shows of study show that petroleum benzin can be used as solvent in biodiesel production. The optimum mole ratio of methanol/palm oil was 6:1, whereas the optimum volume ratio of solvent was 0.2.

Key words: transesterification, palm oil, solvent, petroleum benzin.

PENDAHULUAN

Suatu masalah besar dalam proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel adalah adanya kenyataan bahwa alkohol dan minyak (trigliserida) merupakan zat yang tidak saling bercampur. Hal ini menyebabkan transesterifikasi tidak dapat berlangsung secara efektif. Oleh karena itu, beberapa peneliti biodiesel mencoba menambahkan suatu pelarut agar alkohol dan minyak dapat bercampur atau berinteraksi lebih baik. Beberapa pelarut yang telah digunakan adalah toluena (Krisnangkura & Simamaharnnop, 1992), tetrahidrofuran dan metiltersierbutileter (MTBE) (Boocock, 2003), dan fraksi hidrokarbon alifatik (Kovacs, 2005).

Menurut Kovacs (2005) kekurangan dari proses transesterifikasi biasa (tanpa pelarut) ialah karena alkohol dan minyak merupakan zat yang saling tidak bercampur, maka waktu reaksi yang dibutuhkan semakin lama dan perlu energi tambahan untuk melakukan pengadukan, pemisahan gliserol sebagai hasil samping menjadi sulit dan memakan waktu yang lama, metanol dibutuhkan dalam jumlah besar dan sulit di-*recovery*.

Penggunaan fraksi hidrokarbon alifatik sebagai pelarut pada transesterifikasi minyak bunga matahari dapat menghasilkan metil ester dengan konversi tinggi, yaitu sebesar 97,7% (Kovacs, 2005). Keberhasilan metode ini tentunya akan sangat menarik jika dapat juga diterapkan pada minyak sawit, mengingat Indonesia

sebagai penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar kedua di dunia setelah Malaysia (Soerawidjaja, 2005).

Pelarut fraksi hidrokarbon alifatik yang digunakan dalam proses transesterifikasi di atas mempunyai sifat melarutkan minyak dan sedikit melarutkan metanol. Sifat yang demikian juga dimiliki oleh petroleum benzin yang dapat diperoleh dengan mudah melalui distilasi fraksinasi bensin (Sax & Richard, 1987). Sehubungan dengan hal tersebut dalam penelitian ini digunakan petroleum benzin sebagai pelarut dalam pembuatan biodiesel dengan bahan baku CPO.

Seperti halnya dalam pembuatan biodiesel pada umumnya, maka perbandingan mol metanol/minyak merupakan parameter penting yang biasa diamati, tidak terkecuali pada pembuatan biodiesel menggunakan pelarut. Selain itu, banyaknya pelarut tentu juga memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan proses transesterifikasi menggunakan sistim pelarut ini.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan:

Bahan-bahan yang digunakan adalah CPO dari PT. Sinarmas Group (Tanah Laut, Kalimantan Selatan), bensin dari SPBU Banjarbaru, gliserol teknis, metanol (Merck), isopropanol (Merck), KOH (Ajax), H₃PO₄ (Merck), Na₂SO₄ anhidrous (Ajax), dan akuades.

Alat-alat:

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat refluks, seperangkat alat distilasi fraksinasi, seperangkat alat distilasi, gelas ukur, gelas beaker, erlenmeyer, pipet volume, buret, corong pisah, corong kaca, kromatografi gas–spektrometer massa (KG-SM) Shimadzu QP-5000, piknometer, termometer, viskometer tipe kapiler, penangas, *hot plate*, *oven*, dan *stop watch*.

Cara kerja:**Penentuan Perbandingan Mol Optimum**

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan variasi perbandingan mol metanol/minyak sawit dan jumlah pelarut. Katalis yang digunakan adalah 1,5% KOH. Variasi perbandingan mol metanol/minyak sawit yang dilakukan adalah 3:1, 6:1, dan 9:1. transesterifikasi dilakukan pada temperatur 60°C dengan volume pelarut sebanyak 0,4 bagian.

Minyak sawit yang telah *di-refining* dimasukkan ke dalam labu alas bulat leher tiga yang telah dilengkapi termometer, corong pisah, dan pendingin bola (refluks). Campuran dipanaskan hingga temperatur mencapai 60°C sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Reaksi transesterifikasi tahap pertama dilakukan dengan cara menambahkan 0,8 bagian campuran KOH dan metanol sesuai variasi perbandingan mol. Campuran direaksikan selama 15 menit, lalu dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan 15 menit. Bagian bawah dibuang dan bagian atas dimasukkan dalam labu alas bulat leher tiga.

Transesterifikasi tahap kedua dilakukan dengan cara menambahkan sisa campuran KOH dan metanol ke dalam labu alas bulat leher tiga. Reaksi transesterifikasi dilakukan seperti cara di atas selama 10 menit. Hasil yang didapatkan dimasukkan dalam corong pisah dan dibiarkan pada temperatur kamar selama 120 menit dan terbentuk dua lapisan. Kedua lapisan tersebut dipisahkan.

Lapisan atas adalah metil ester (biodiesel) dan fraksi hidrokarbon alifatik serta sebagian kecil metanol, air, dan katalis. Lapisan metil ester dimurnikan dengan cara distilasi pada temperatur 120°C dengan harapan metanol sisa, pelarut, dan air dapat terpisah. Selanjutnya metil ester dimasukkan dalam corong pisah dan dicuci dengan 50 ml akuades. Larutan H₃PO₄ 0,5% ditambahkan sedikit demi sedikit hingga pH netral. Setelah netral, campuran dimasukkan dalam corong pisah dan lapisan airnya dibuang. Pencucian dilanjutkan sebanyak 3 kali dengan 50 ml akuades. Biodiesel dilarutkan dengan 50 ml petroleum benzin 40 – 70°C. Selanjutnya ditambahkan 0,5 g Na₂SO₄ anhidrous dan diaduk selama 10 menit. Campuran dibiarkan pada temperatur kamar selama 24 jam pada keadaan tertutup. Campuran disaring untuk memisahkan Na₂SO₄ anhidrous dengan biodiesel. Biodiesel didistilasi pada temperatur ±100°C dan dipanaskan hingga didapatkan berat biodiesel yang tetap.

Penentuan Perbandingan Volume Pelarut Optimum

Setelah didapatkan perbandingan mol metanol/minyak sawit yang optimum, selanjutnya dilakukan variasi perbandingan volume pelarut terhadap minyak, yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2, pada perbandingan mol metanol/minyak sawit optimum tersebut. Selain itu dilakukan juga transesterifikasi tanpa pelarut sebagai pembanding.

Produk hasil transesterifikasi selanjutnya dianalisis bilangan asam, viskositas kinematik, berat jenis, kadar air, dan *yield*. Hasil yang didapatkan dibandingkan dengan standar ASTM dan FBI untuk biodiesel guna mendapatkan perbandingan mol metanol/minyak sawit dan jumlah pelarut optimum pada pembuatan biodiesel menggunakan pelarut. Biodiesel yang dihasilkan pada perbandingan mol metanol/minyak sawit dan jumlah pelarut optimum selanjutnya dianalisis dengan KG–SM untuk mengetahui komponen penyusunnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan perbandingan mol optimum

Perbandingan mol metanol/minyak sawit merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas metil ester (biodiesel) yang dihasilkan. Untuk menentukan perbandingan mol yang optimum dilakukan dengan 3 variasi perbandingan mol metanol/minyak sawit, yaitu 3:1, 6:1, dan 9:1. Semua perlakuan tersebut dilakukan dengan jumlah pelarut yang sama yaitu 0,4 bagian dari volume minyak sawit. Perbandingan tersebut dipilih dengan mempertimbangkan bahwa perbandingan mol metanol/minyak sawit secara stoikiometri adalah 3:1, sehingga perbandingan selanjutnya digunakan mol metanol yang lebih besar hingga perbandingan mol 9:1. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan, maka dengan penggunaan mol metanol yang lebih besar dari stoikiometri dapat menggeser kesetimbangan ke arah kanan yang berarti memperbesar konversi biodiesel (Encinar *et al.*, 2002). Penggunaan perbandingan mol metanol/minyak sawit yang berbeda akan menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang berbeda, data tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh perbandingan mol metanol/minyak sawit terhadap kualitas biodiesel

Karakteristik	Perbandingan mol			Standar	
	Metanol/minyak sawit			ASTM	FBI
	3:1	6:1	9:1		
Bilangan Asam, mg-KOH/g	0,3	0,3	0,6	Maks. 0,8	Maks. 0,8
Viskositas Kinematik 40°C, mm ² /s	9,93	5,16	5,03	1,9 – 6,0	2,3 – 6,0
Berat Jenis, g/ml	0,88	0,86	0,86	-	0,850 – 0,890
Kadar Air, % b/b	0,2	0,49	0,37	Maks. 0,05	Maks. 0,05
Yield, % v/v	70	76	72	-	-

Sumber: Data primer yang diolah

Salah satu parameter terpenting dari analisis biodiesel adalah viskositas, karena secara tidak langsung viskositas dapat digunakan untuk memperkirakan besar-kecilnya kandungan ester yang terdapat di dalam biodiesel. Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa viskositas kinematik pada perbandingan mol 3:1 tidak sesuai dengan standar, sedangkan perbandingan mol 6:1 dan 9:1 sesuai dengan standar. Hal ini disebabkan karena reaksi transesterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan, sehingga jika reaksi dilakukan pada perbandingan mol stoikiometri (3:1) maka konversi ester yang dihasilkan juga rendah. Konversi yang rendah ini dapat dilihat dari viskositas kinematiknya yang tidak sesuai dengan standar. Viskositas kinematik perbandingan mol 6:1 adalah 5,16 mm²/s dan viskositas kinematik untuk perbandingan mol 9:1 adalah 5,03 mm²/s. Dapat dilihat besar viskositas kinematik kedua perlakuan di atas tidak jauh berbeda, sehingga dengan asumsi bahwa biodiesel yang dihasilkan

dari kedua perlakuan tersebut sudah sesuai dengan standar, maka perbandingan mol 6:1 dipilih sebagai perbandingan mol optimum. Penentuan perbandingan mol optimum ini semuanya dilakukan pada volume pelarut 0,4 bagian dari volume minyak sawit. Dari hasil ini juga dapat dikatakan bahwa penggunaan perbandingan mol di atas 6:1 tidak mengubah viskositas kinematik biodiesel yang dihasilkan secara signifikan.

Aspek lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan perbandingan mol optimum adalah kenyataan bahwa penggunaan metanol dalam jumlah yang lebih sedikit secara ekonomis lebih menguntungkan daripada penggunaan jumlah metanol yang lebih besar. Selain itu, menurut Encinar *et al.* (2002) penggunaan perbandingan mol yang lebih tinggi antara alkohol dan minyak menyebabkan proses pemisahan gliserol semakin sulit, karena terjadi peningkatan kelarutan gliserol di dalam alkohol yang digunakan.

Penentuan Perbandingan Volume Pelarut Optimum

Penentuan perbandingan volume pelarut optimum dilakukan pada perbandingan mol metanol/minyak sawit optimum (6:1). Perbandingan volume pelarut yang digunakan yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2 bagian terhadap minyak sawit. Transesterifikasi tanpa pelarut juga dilakukan sebagai pembanding. Pemilihan

variasi jumlah pelarut ini didasarkan pada pendapat Kovacs (2005) yang menyatakan transesterifikasi dengan pelarut hidrokarbon alifatik memiliki rentang pada jumlah pelarut 0,2 – 1,5 bagian terhadap minyak. Penggunaan jumlah pelarut yang berbeda akan menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang berbeda, data tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh jumlah pelarut terhadap kualitas biodiesel

Perbandingan volume pelarut/minyak sawit	Karakteristik				
	Bilangan asam	Viskositas kinematik	Berat Jenis	Kadar air	Yield
	mg-KOH/g	mm ² /s	g/ml	% b/b	% v/v
0	0,4	7,01	0,873	0,45	72
0,2	0,5	4,86	0,865	0,41	74
0,4	0,3	5,16	0,865	0,49	76
0,6	0,2	5,16	0,866	0,45	72
0,8	0,7	5,27	0,866	0,48	72
	0,6	6,18	0,871	0,51	84
1,2	0,5	6,06	0,87	0,51	76

Sumber: Data primer yang diolah

Seperti halnya pada penentuan perbandingan mol optimum, data viskositas kinematik dari berbagai variasi jumlah pelarut juga digunakan sebagai parameter utama untuk memilih jumlah pelarut optimum. Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa viskositas kinematik biodiesel pada jumlah pelarut 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 bagian sudah sesuai dengan standar, yaitu sebesar 4,86; 5,16; 5,16; dan 5,27. Sedangkan viskositas kinematik biodiesel pada jumlah pelarut 1,0 dan 1,2 bagian yaitu sebesar 6,18 dan 6,06 tidak sesuai

dengan standar. Berdasarkan data tersebut, secara umum dapat dikatakan penambahan jumlah pelarut di atas 0,2 bagian akan menaikkan viskositas kinematik biodiesel yang dihasilkan atau dengan kata lain menurunkan konversi biodiesel. Semakin besar jumlah pelarut yang ditambahkan pada minyak sawit akan meningkatkan sifat non-polar dari minyak sawit tersebut, sehingga metanol yang bersifat polar cenderung lebih sulit untuk bereaksi menghasilkan metil ester.

Viskositas kinematik biodiesel terendah didapatkan pada jumlah pelarut 0,2 bagian, oleh karena itu perlakuan ini dipilih sebagai jumlah pelarut optimum. Pemilihan jumlah pelarut 0,2 bagian ini sebagai variasi terendah, mengakibatkan proses pemisahan pada akhir reaksi akan membutuhkan energi yang lebih rendah juga. Pembuatan biodiesel tanpa penambahan petroleum benzin juga dilakukan dengan cara yang sama, akan tetapi viskositas kinematik yang dihasilkan masih belum sesuai dengan standar biodiesel. Berdasarkan pengamatan juga diketahui bahwa pemisahan metil ester dan gliserol sebagai hasil reaksi, lebih mudah dilakukan pada transesterifikasi menggunakan petroleum benzin. Dengan demikian dapat dikatakan penambahan pelarut petroleum benzin akan mempercepat waktu reaksi dan meningkatkan konversi metil ester. Selain itu perbandingan mol metanol/minyak yang dibutuhkan (6:1) lebih kecil jika dibandingkan penggunaan pelarut THF (15:1 – 35:1) (Boocock, 2004).

KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dijabarkan dalam hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan mol metanol/minyak sawit optimum dalam pembuatan biodiesel menggunakan petroleum benzin adalah 6 : 1.

2. Jumlah pelarut optimum dalam pembuatan biodiesel menggunakan petroleum benzin adalah 0,2 bagian.

DAFTAR PUSTAKA

- Boocock, D.G.B., 2003, **Single Phase Process for Production of Fatty Acid Methyl Esters From Mixture of Triglycerides and Fatty Acids**, *United States Paten*. No : US 6,642,399 B2.
- Encinar, J. M., J. F. Gonzalez, J. J. Rodriguez, dan A. Tejedor, 2002, **Biodiesel Fuels from Vegetable Oils: Transesterification of *Cynara cardunculus* L. Oils with Ethanol**, *Energy & Fuels*, 16, 443-450.
- Kovacs, Andrs, 2005, **Method Transesterifying Vegetable Oils**, *United States Patent Application*, No : 20050016059
- Krisnangkura, K., dan R. Simamaharnnop, 1992, **Continuous Transmethylation of Palm Oil in an Organic Solvent**, *JAACS* 69 (2), 166-169.
- Sax, N.I. dan I. Richard, 1987, **Hawley's Condensed Chemical Dictionary**, 14th edition, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Soerawidjaja, T.H., 2005, **Sumber Energi di Indonesia Begitu Melimpah**, *Pikiran Rakyat*, 13 Oktober, hal. 25 kol 1.