

BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR DENGAN VARIASI PENAMBAHAN *CO-SOLVENT* DAN WAKTU REAKSI

Muyassaroh^{1*}), Elvianto Dwi Daryono, M.Istnaeny Hudha

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang 56145, Telp.0341-551431, Faks. 0341-553015
*E-mail: muyassrh@yahoo.co.id

Abstrak

Reaksi transesterifikasi dalam proses pembuatan biodiesel merupakan reaksi yang lambat karena berlangsung dalam sistem dua fase. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penambahan suatu pelarut yang dapat menambah kelarutan minyak (*co-solvent*) yang tidak reaktif. Penambahan *co-solvent* bertujuan untuk membentuk sistem satu fase. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mencari pengaruh penambahan *co-solvent* Tetra Hidro Furan (THF) terhadap metil ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari *Jatropha curcas* oil (minyak jarak pagar). Adapun variabel proses adalah jumlah THF dan waktu reaksi. Selain itu, dilakukan pula reaksi transesterifikasi tanpa penambahan *co-solvent* (metode konvensional) sebagai pembanding. Suhu reaksi dijaga pada 30°C dan tekanan atmosferik. Hasil penelitian menunjukkan reaksi transesterifikasi dengan penambahan *co-solvent* berlangsung lebih cepat 2-10 menit dibandingkan reaksi konvensional. Reaksi Transesterifikasi dengan penambahan *co-solvent* menghasilkan kadar metil ester lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Kadar metil ester yang diperoleh 94,79% dicapai saat penambahan nisbah massa THF:Metanol = 2:1, nisbah molar Minyak Jarak Pagar:Metanol = 1:6 dan katalis NaOH 1,3%.

Kata kunci: biodiesel, *co-solvent*, minyak jarak pagar, transesterifikasi

BIODIESEL FROM *JATROPHA* OIL WITH THE VARIATION OF *CO-SOLVENT* AND REACTION TIME

Abstract

Transesterification reaction in biodiesel manufacturing process is slow because it takes place in a two-phase system. This problem can be overcome by adding a *co-solvent* that is not reactive. The addition of *co-solvent* aims to form a single phase system. Therefore, this study is conducted with the aim of understanding the effect of adding *co-solvent* of methyl ester Tetra Hydro Furan (THF) produced in the transesterification reaction of biodiesel from *Jatropha curcas* oil (*Jatropha* oil). The variables studied were the number of THF and reaction time. In addition, transesterification reactions are also carried out without the addition of *co-solvent* (conventional method) for comparison. The reaction temperature is maintained at 30°C and atmospheric pressure. The results showed that transesterification reaction with the addition of *co-solvent* is 2-10 minutes faster than the conventional reaction. Transesterification reaction with the addition of *co-solvent* produces higher methyl ester amount than conventional methods. 94.79% methyl ester amount is achieved when the mass ratio of THF:Methanol = 2:1, molar ratio of *Jatropha* oil: Methanol = 1:6 and 1.3% NaOH catalyst-weight.

Keywords: biodiesel, *co-solvent*, *Jatropha* oil, transesterification

PENDAHULUAN

Produksi biodiesel yang dikembangkan saat ini umumnya dibuat dari minyak tumbuhan (minyak

kedelai, minyak lobak, minyak sawit mentah), lemak hewani: lemak ayam, lemak babi) dan bahkan dari minyak goreng bekas (Davies.W, 2005). Untuk memproduksi biodiesel, proses reaksi yang digunakan

diantaranya adalah transesterifikasi berkatalis basa (NaOH, KOH), esterifikasi berkatalis asam (H_2SO_4 , HCl), dan metode supercritical (Zhang, and Kates, 2003). Produksi biodiesel dengan metode transesterifikasi berkatalis basa, baik natrium hidroksida maupun natrium metoksida, banyak digunakan secara komersial namun metode ini memiliki laju reaksi yang lambat dan ada kalanya reaksi berhenti sebelum terkonversi sempurna menjadi produk biodiesel (Boocock, et. Al., 1998).

Penelitian mengenai transesterifikasi minyak tumbuhan untuk menghasilkan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME)/biodiesel khususnya dalam bidang kinetika sangatlah kurang, hal ini dimungkinkan bahwa proses reaksi transesterifikasi dengan katalis basa telah di-ketahui dan dipahami, hingga tahun 1984, Freedman Butterfield, dan Pryde (Boocock, 1998), dalam penelitiannya mendapatkan perbandingan nisbah optimal transesterifikasi berkatalis basa antara minyak:methanol sebesar 1:6. Kondisi reaksi ini menghasilkan 95% metilester sebagai produk dengan menggunakan katalis 1% NaOH terhadap minyak. Kondisi operasi ini juga mempermudah proses pemisahan di akhir reaksi, dimana gliserol akan terpisah dengan sendirinya ke bagian bawah reaktor. Akan tetapi jika digunakan terlalu banyak methanol, gliserol tidak akan terikut ke fase methanol (Boocock, et. al., 1998).

Freedman B., Butterfield, dan E.H. Pryde (1986), melakukan penelitian terhadap minyak kedelai menggunakan metode transesterifikasi dengan methanol/methanolisis dan butanol/butanolisis untuk jenis alkohol yang dipilih dengan molar nisbah minyak kedelai:alkohol 1:6, katalis natrium butoksida 1% dan natrium metoksida 0,5%. Hasil yang di-dapatkan menunjukkan empat perbedaan mendasar antara methanolisis dan butanolisis: (1) butanolisis mengikuti reaksi orde dua sedangkan methanolisis tidak karena adanya reaksi intermediate membentuk digliserida dan monogliserida yang tidak memenuhi syarat reaksi orde dua, (2) konstanta kecepatan reaksi digliserida membentuk monogliserida hingga membentuk gliserol jauh lebih kecil dibandingkan konstanta kecepatan reaksi trigliserida membentuk digliserida, (3) reaksi methanolisis memiliki *lag time* (fase adaptasi) (4 menit pertama setelah reaksi berlangsung) sebelum terbentuk metil ester dalam jumlah yang cukup signifikan, dan (4) pembentukan butil ester berjalan sangat cepat kemudian tiba-tiba melambat. Sebaliknya pada methanolisis, setelah melewati fase adaptasi, pembentukan metil ester berjalan lebih lambat.

(Boocock, et. al., 1998), menduga keanehan fenomena yang terjadi pada hasil penelitian Freedman, Butterfield, diakibatkan adanya perbedaan kelarutan

antara minyak kedelai dengan methanol dan butanol. Pada butanolisis, campuran reaktan membentuk *single-phase* (satu fase) sedangkan pada methanolisis campuran reaktan membentuk dua fase/*two phases*. Di sisi lain, kelarutan minyak dalam methanol rendah sedangkan katalis berada di fase methanol dan reaksi juga terjadi dua fase yang sama. Selain itu, diperlukan waktu beberapa saat agar minyak dapat terlarut dalam methanol. Adanya masalah keterbatasan transfer massa inilah yang menyebabkan adanya fase adaptasi pada transesterifikasi dengan methanol/methanolisis. Metil ester dapat terbentuk 99% setelah 4 jam reaksi.

Salah satu strategi untuk mengatasi masalah keterbatasan transfer massa tersebut adalah reaksi satu fase. Reaksi satu fase dapat dibentuk dengan menambahkan pelarut yang dapat meningkatkan kelarutan minyak, pelarut tersebut selanjutnya disebut sebagai *co-solvent*. *Co-solvent* sangat larut dengan alkohol, asam lemak dan trigliserida. *Co-solvent* yang digunakan sebaiknya tidak mengandung air dan semakin banyak jumlah *co-solvent* yang ditambahkan semakin baik karena akan meningkatkan kelarutan minyak. *Co-solvent* yang dipilih memiliki titik didih dekat dengan methanol yang dapat mempermudah proses pemisahan di akhir reaksi. *Co-solvent* yang baik adalah eter siklis seperti THF, 1,4 dioxane, dietil eter, metil tersier butil ester (MTBE) dan diisopropyl ether. *Co-solvent* ditambahkan secukupnya agar alkohol, asam lemak, trigliserida dan *co-solvent* membentuk larutan satu fase (Boocock, et. al., 2003)

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas untuk meningkatkan produktivitas biodiesel di-sertai dengan kualitasnya, direncanakan untuk melakukan penelitian produksi biodiesel dari minyak jarak pagar menggunakan teknik *fast single-phase process*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *co-solvent* THF untuk mengatasi masalah perbedaan kelarutan, karena THF merupakan *co-solvent* yang paling baik karena: murah, tidak beracun, tidak reaktif, dan bertitik didih rendah ($67^\circ C$), sehingga dapat dipisahkan secara co-distilasi bersama-sama dengan methanol dan di daur ulang pada akhir reaksi. Selain itu, THF dipilih karena bersifat hidrofilik dan hidrofobik, sehingga dapat mengikat air dan alkohol pada bagian hidrofiliknya dan melarutkan senyawa-senyawa organik pada bagian hidrofobiknya (Boocock, et. al., 2003). Pemakaian minyak jarak pagar sebagai bahan baku proses pembuatan biodiesel dikarenakan tanaman jarak pagar merupakan bahan non pangan, komponen terbesar minyak jarak adalah trigliserida yang mengandung asam lemak oleat dan linoleat. Minyak jarak pagar mengandung 21% asam lemak jenuh dan 79% asam lemak tak jenuh (Hambali, 2006).

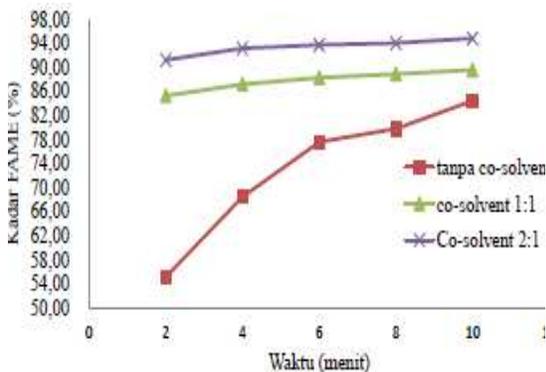
METODE PENELITIAN

Prosedur dari penelitian ini dimulai dengan proses *Degumming* yaitu menambahkan asam fosfat 0,1%, kemudian memanaskan dengan suhu 60–70 °C, mendinginkan agar semua *gum* mengendap, menyaring dan menutup rapat-rapat agar tidak teroksidasi. Proses selanjutnya adalah esterifikasi, mencampurkan methanol dan H₂SO₄ dengan minyak jarak pagar di dalam alat yang dilengkapi dengan magnetic stirrer sehingga terjadi reaksi, reaksi berjalan selama 2-4 jam dengan suhu 60 °C, setelah proses selesai kemudian dianalisis kembali kadar FFA, jika kadar FFA < 0,5% maka proses dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi.

Pada reaksi transesterifikasi ini, mencampurkan *co-solvent* THF dengan methanol dengan nisbah massa THF:Methanol yaitu 0:1, 1:1, 2:1. Pada reaksi ini campuran Methanol dan *co-solvent* THF ditambah NaOH 1,3% dimasukkan dalam alat yang dilengkapi dengan magnetic stirrer, setelah bercampur sempurna ditambah minyak jarak pagar dengan perbandingan 1:6, lalu dipanaskan, dibiarkan 2 menit dan dianalisis, demikian seterusnya dan dilakukan kembali dengan nisbah massa THF:Methanol (0:1, 1:1, dan 2:1) dengan waktu (2, 4, 6, 8, dan 10 menit).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pembuatan biodiesel, syarat sebagai bahan baku proses transesterifikasi memiliki %FFA < 0,5%. Minyak jarak pagar yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian memiliki kadar FFA awal sebesar 5,64% untuk memenuhi syarat tersebut dilakukan proses esterifikasi. Setelah dilakukan proses esterifikasi, kadar FFA menjadi 0,04% sehingga minyak telah memenuhi syarat sebagai bahan baku transesterifikasi. Hasil analisis kadar metil ester pada berbagai variabel penelitian ditampilkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Waktu vs Kadar FAME dengan variabel massa THF dengan methanol

Hasil analisis gas kromatografi yang terdapat pada Gambar 1, menunjukkan bahwa dengan penambahan *co-solvent* tetrahidrofuran memberi pengaruh pada peningkatan kadar metil ester. Hal itu terlihat pada kadar metil ester hasil reaksi transesterifikasi konvensional (tanpa penambahan *co-solvent*) pada menit kedua hanya mencapai 55,11%, sedangkan pada reaksi dengan penambahan *co-solvent* dengan perbandingan THF:Methanol yaitu 1:1 mencapai 85,26% dan pada reaksi dengan penambahan *co-solvent* THF:Methanol yaitu 2:1 diperoleh kadar metil ester 91,20%. Pada waktu 10 menit menghasilkan kadar metil ester tertinggi yaitu 94,79%. Peningkatan kadar metil ester yang sangat tajam diperoleh pada penambahan *co-solvent* THF:Methanol = 2:1. Peningkatan kadar metil ester tersebut disebabkan *co-solvent* dapat melarutkan trigliserida dalam methanol sehingga sistem menjadi satu fase, semakin banyak THF yang ditambahkan maka akan meningkatkan kelarutan trigliserida terhadap methanol.

Penelitian dengan judul *Fast Formation of High-Purity Methyl Ester from Vegetable Oil*, minyak yang digunakan adalah SBO (*Soy Bean Oil*) molar nisbah minyak:methanol 1:6 dengan penambahan *co-solvent* THF 1,3% NaOH, didapatkan kadar yang terbentuk pada SBO sebanyak 88% (Boocock, et. al., 1998).

Baidawi, A., Latif, I., dan Rachmaniah, O., 2008, melakukan penelitian dengan *crude palm oil* (CPO) pada suhu 300°C dengan menggunakan 1,3% NaOH diperoleh kadar metil ester tertinggi 98,42% dicapai pada saat penambahan THF:Methanol = 2:1 g/g. molar nisbah CPO:Methanol = 1:6.

SIMPULAN

Pada penelitian ini, dihasilkan kesimpulan yaitu pembentukan kadar metil ester tertinggi, 94,79%, dicapai pada nisbah THF:Methanol = 2:1 dengan waktu 10 menit, dan transesterifikasi dengan menggunakan *co-solvent* THF memberi peningkatan kadar metil ester sebesar 36,09% dibanding dengan metode konvensional (tanpa *co-solvent*).

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti Y., (2010). "Budidaya dan manfaat tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)".
- Baidawi, A., Latif, I., dan Rachmaniah, O., (2008). "Transesterifikasi dengan Co-solvent Sebagai Salah Satu Alternatif Peningkatan Yield Metil Ester pada Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO)". Laboratorium Biomassa dan Energi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.

- Boocock, D.G.B., 24 Bolland Crescent, Ajax, Ontario (CA), LIS 3G7 (2003). "Single-Phase Process for Production of Fatty Acid Methyl Esters from Mixture of Triglycerides and Fatty Acids".
- Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Lee, C., and Sonia B. (1998). "Fast Formation Of High-Purity Methyl Esters From Vegetable Oils", *JAOCS*, 75:1167 – 1172 .
- Davies, W. (2005). "Biodiesel Technologies and Plant Design", Lecture Note, University of Sydney.
- Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., Pardal, A. & Martinez, G., (2010). "Transesterification of rapeseed oil with methanol in the presence of various co-solvent", Department of Chemical Engineering and Physical Chemistry, Extremadura University, Avenida de Elvas s/n. 06071-Badajoz, Spain.
- Freedman, B., Royden, O, B, and Everett, H,P. (1986). *Transesterification Kinetics of Soybean Oil*. *JAOCS*, 63:10-5.
- Hambali, E., (2006). "Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel". Jakarta, Penebar Swadaya.
- Jan C. J. Bart, Palmeri, N., and Cavallaro, S. (2010). "Biodiesel science and technology From soil to oil".
- J. Van Gerpen, B. Shanks, and R. Pruszko (2001). "Biodiesel Production Technology". Iowa State University
- Robert, M.K.F., (2004). "Biodiesel Production Techniques". Agricultural Products Center
- Siboro, J., (2004). "Pengaruh lama reaksi terhadap perubahan karakteristik biodiesel turunan minyak kacang tanah dengan menggunakan katalis CaO dan co-solvent Eter" . Tesis ITN, Malang.
- Standard biodiesel di Indonesia. 12981_SNI 04-7182- (2006).
- Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., and Kates, M. (2003). "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Process Design and Technological Assesment", *Bioresource Technol*, 89:1-16.