

Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis Dan Rasio Molar Metanol-Minyak Terhadap Yield Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi

Antonius Prihanto dan T. A. Bambang Irawan

Program Studi D3 Teknik Kimia
Akademi Kimia Industri Santo Paulus Semarang
Jl. Pleburan Barat No.11 A, Pleburan, Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50241
Email : antoniusprihanto@ymail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas melalui proses netralisasi-transesterifikasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh temperatur terhadap yield biodiesel, pengaruh konsentrasi katalis terhadap yield biodiesel dan pengaruh rasio molar methanol-minyak goreng bekas terhadap yield biodiesel melalui proses netralisasi dan transesterifikasi. Untuk mendapatkan kondisi proses transesterifikasi terbaik, maka dikaji pengaruh variasi suhu (30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C), variasi konsentrasi katalis KOH (0,75 %, 1 %, 1,25 %, 1,5 %, 1,75 %) dan rasio molar metanol-minyak (6:1; 7:1; 8:1; 9:1; 10:1) terhadap yield biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas. Hasil penelitian menunjukkan pada rasio 6 : 1, konsentrasi katalis KOH 1 % pada suhu 60 °C menghasilkan yield biodiesel maksimal sebesar 87,3 %.

Kata kunci : biodiesel, minyak goreng bekas, yield biodiesel, netralisasi-transesterifikasi

Abstract

Effect of Temperature, Catalyst Concentration and Methanol-Oil Molar Ratio Against Biodiesel Yield from Used Cooking Oil Through Neutralization Transesterification Process

A research has been conducted on the making of biodiesel from used cooking oil through a neutralization-transesterification process. The purpose of this study was to examine the effect of temperature on biodiesel yield, the effect of catalyst concentration on biodiesel yield and the effect of molar ratio of methanol to used biodiesel yield through neutralization and transesterification process. To obtain the best transesterification process condition, the effect of temperature variation (30 oC, 40 oC, 50 oC, 60 oC, 70 oC), KOH catalyst concentration variation (0.75%, 1%, 1.25%, 1,5 %, 1.75%) and the molar ratio of methanol-oil (6: 1; 7: 1; 8: 1; 9: 1; 10: 1) to the yield of biodiesel produced from used cooking oil. The results showed at a ratio of 6: 1, the concentration of 1% KOH catalyst at 60 ° C resulted in a maximum biodiesel yield of 87.3%.

Keywords: biodiesel, used cooking oil, biodiesel yield, neutralization-transesterification

PENDAHULUAN

Satu decade terakhir konsumsi minyak bumi sudah melewati kemampuan produksi minyak bumi dalam negeri. Kusus solar hingga tahun 2025

akan mengalami defisit 35 juta kilo liter. Eksploitasi besar besaran dari bahan bakar minyak ini akan mempercepat menipisnya hingga habisnya bahan bakar minyak bumi. Menurut Bustomi et al. (2008) biodiesel adalah bahan bakar

alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan akan kebutuhan bahan bakar minyak bumi. Dengan menurunnya tingkat ketergantungan kebutuhan bakar minyak bumi diharapkan dapat memperlambat menipisnya cadangan minyak bumi.

Bahan baku utama pembuatan biodiesel adalah semua minyak nabati yang merupakan sumber energy terbarukan. Sudah banyak penelitian biodiesel dari minyak goreng. Minyak goreng sudah telah terbukti dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak goreng telah memenuhi sayarat SNI sebagai bahan bakar mesin disel (Herizal, 2008 ; Kanzedo *et al.*, 2008). Pemanfaatan minyak goreng sebagai bahan baku pembuatan biodiesel tentu akan menimbulkan permasalahan baru karena akan bersaing dengan kebutuhan pangan. Pemanfaatan minyak goreng bekas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel tidak akan menimbulkan permasalahan baru karena tidak bersaing dengan kebutuhan pangan. Pemanfaatan minyak goreng bekas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel justru akan mendorong masyarakat untuk tidak memanfaatkan minyak goreng bekas sebagai konsumsi pangan sehingga pola hidup masyarakat menjadi lebih sehat. Pemanfaatan minyak goreng bekas yang merupakan limbah dari proses penggorengan sebagai bahan baku biodiesel juga akan meningkatkan nilai ekonomis minyak goreng bekas.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk membuat biodiesel dari minyak nabati khususnya minyak goreng bekas. Pembuatan biodiesel dengan proses perengkahan non katalis *catalytic cracking* telah dilakukan Buchori dan Widayat (2007). Metode ini berlangsung pada suhu dan tekanan yang tinggi sehingga membutuhkan energy yang besar dan peralatan yang mahal. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan proses enzimatis telah dilakukan dilakukan Saifuddin, *et al.* (2009). Metode enzimatis ini memerlukan biaya produksi yang tinggi dan waktu reaksi yang lama, sehingga membuat biodiesel dengan metode ini kurang menguntungkan. Proses yang paling umum dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak nabati adalah melalui proses transesterifikasi,

karena metode ini memerlukan alat yang sederhana dan waktu proses yang lebih singkat.

Minyak jelantah umumnya memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi. Menurut Hambali *et al.* (2008) transesterifikasi dari minyak nabati yang memiliki asam lemak bebas yang cukup tinggi akan terjadi *blocking* reaksi pembentukan biodiesel. Terjadinya *blocking* reaksi akan mengakibatkan methanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh reaksi pembentukan sabun, sehingga konsumsi methanol naik dua kali lipat. *Blocking* reaksi juga mengakibatkan kebutuhan katalis meningkat. Pemisahan biodiesel dengan gliserol juga sulit akibat terbentuknya sabun sehingga rendemen yang dihasilkan menurun. Sulitnya pemisahan produk juga dapat mengurangi kualitas biodiesel yang dihasilkan.

Menurut Hambali *et al.* (2008) untuk mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak nabati dapat dilakukan melalui proses esterifikasi. Menggunakan proses esterifikasi sebelum transesterifikasi akan menambah waktu proses lebih lama dan kebutuhan methanol menjadi lebih banyak, karena proses esterifikasi juga akan membutuhkan methanol berlebih untuk dapat mengkonversi asam lemak bebas menjadi biodiesel. Pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi tidaklah efisien waktu dan biaya (Ramadhas, 2004).

Metode netralisasi dengan menggunakan larutan NaOH dapat menghilangkan asam lemak bebas sehingga minyak goreng bekas menjadi lebih murni. Pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas melalui proses netralisasi transesterifikasi diharapkan diharapkan lebih efisien dari sisi waktu dan biaya.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan penelitian ini meliputi *hotplate* dengan *magnetik stirrer*, *vacuum rotary evaporator* labu leher tiga, pendingin bola, corong pisah. Dan alat pendukung analisa bahan baku antara lain gelas piala, erlenmeyer, gelas ukur, labu takar dan buret. Bahan utama pembuatan biodiesel dalam penelitian ini adalah minyak goreng bekas dan methanol. Sedangkan

bahan pendukung lainnya adalah KOH, NaOH, H₃PO₄.

Prosedur Penelitian

Netralisasi

Tigapuluh ml minyak goreng bekas yang telah disaring, dipanaskan pada suhu 60 °C. Minyak ditambah 13,4 ml larutan NaOH 20 °Be dan diaduk selama 2 menit. Hasil dari proses ini selanjutnya dipindahkan ke dalam corong pisah dan ditambah air hangat (70 °C) sebanyak 10% dari volume minyak dan dibiarkan hingga minyak dan air dapat dipisahkan. Proses pencucian diulang ulang hingga air cucian netral. Minyak yang telah dicuci selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 85 °C selama 30 menit.

Transesterifikasi

Duaratus ml (183,19 gram) minyak goreng bekas hasil netralisasi dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan dengan *hotplate* hingga mencapai suhu 60 °C. Larutan metanolik-KOH yang telah ditetapkan ditambahkan ke dalam minyak dan *magnetic stirrer* dihidupkan dengan kecepatan 500 rpm. Proses transesterifikasi ini dilakukan selama 60 menit.

Pemisahan Produk

Hasil proses transesterifikasi dipindahkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan kira-kira 12 jam (semalam). Setelah semalam campuran akan membentuk 2 lapisan. Lapisan atas jernih kekuningan merupakan produk biodiesel (metil ester) dan lapisan bawah berwarna gelap adalah gliserol. Selanjutnya lapisan bawah di buang, dan lapisan bagian atas yang merupakan produk metil ester (biodiesel) diambil.

Pencucian Produk

Setelah produk biodiesel dipisahkan dari gliserol, dilakukan pencucian terhadap biodiesel untuk mendapatkan produk biodiesel (metil ester) yang murni. Produk biodiesel ini dicuci dengan air hangat (± 60 °C) yang mengandung asam acetat 0,01 %. Pencucian dilanjutkan dengan menggunakan air hangat hingga air cucian menjadi netral.

Pengeringan Produk

Setelah metil ester dicuci, selanjutnya harus dikeringkan untuk menghilangkan sisa-sisa air setelah pencucian. Pada penelitian ini pengeringan biodiesel dilakukan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 85 °C selama 30 menit.

Penentuan Yield Biodiesel

Respon yang diamati dalam penelitian ini adalah yield biodiesel yang terbentuk dari reaksi transesterifikasi. Yield biodiesel ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Yield} = \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{berat minyak goreng bekas}} \times 100 \%$$

Berat biodiesel merupakan berat metil ester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi. Sedangkan berat minyak goreng bekas adalah berat minyak goreng bekas yang telah dimurnikan melalui proses netralisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu terhadap Yield Biodiesel

Peningkatan suhu reaksi akan meningkatkan energi kinetik dari reaktan sehingga akan meningkatkan jumlah minyak yang terkonversi menjadi biodiesel. Semakin besar minyak yang terkonversi menjadi biodiesel berarti biodiesel yang dihasilkan semakin banyak sehingga yield biodiesel juga meningkat. Pengaruh suhu transesterifikasi pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah terhadap yield biodiesel telah diuji pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1 dengan konsentrasi katalis KOH 1 %.

Pada Gambar 1. Terlihat bahwa bila suhu reaksi transesterifikasi dinaikkan, yield biodiesel yang dihasilkan akan semakin meningkat. Fakta ini sesuai dengan pendapat Leung *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa naiknya suhu reaksi akan menurunkan viskositas minyak sehingga laju reaksi akan meningkat. Meningkatnya suhu reaksi juga dapat meningkatkan jumlah tumbukkan efektif untuk menghasilkan reaksi sehingga biodiesel yang dihasilkan juga meningkat (Prihanto *et al.*, 2013). Suhu terbaik pada reaksi transesterifikasi untuk menghasilkan yield biodiesel

maksimal adalah pada suhu 60 °C pada rasio methanol-minyak 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1. Pada ke tiga rasio molar metanol-minyak ketika suhu ditingkatkan hingga suhu 60 °C mengalami peningkatan yield biodisel relatif sama.

Bila suhu ini ditingkatkan lagi hingga 70 °C, ternyata yield biodisel yang dihasilkan justru akan menurun. Penurunan ini terjadi pada ketiga rasio molar 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1. Pada suhu 70 °C telah melewati titik didih metanol, sehingga sebagian metanol mengalami perubahan fasa dari cair menjadi gas. Terjadinya perubahan fasa metanol ini menyebabkan jumlah metanol dalam fasa cair berkurang. Berkurangnya jumlah metanol dalam larutan menyebabkan berkurangnya jumlah tumbukan efektif untuk menghasilkan biodisel sehingga yield biodisel yang terbentuk akan berkurang (Prihanto *et al.*, 2013).

Penurunan yield biodisel pada ke tiga rasio molar metanol-minyak tidak sama. Pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 mengalami penurunan yang paling tajam dibanding rasio metanol-minyak 7 : 1 dan 8 : 1. Pada rasio molar 6 : 1 mengalami penurunan yield biodisel yang lebih tajam, karena berubahnya fase cair metanol ke uap mengalami penurunan rasio molar metanol-minyak pada fase cair paling tajam. Pada rasio molar 7 : 1 dan 8 : 1 turunnya rasio molar metanol-minyak karena perubahan fase metanol cair ke uap dimbangi dengan bertambahnya

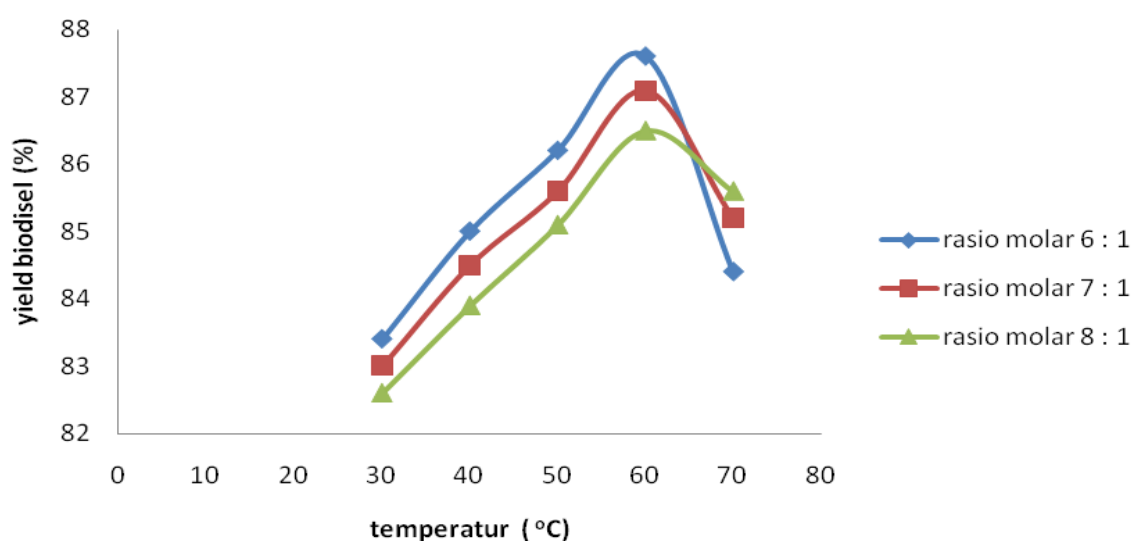
metanol sehingga penurunan rasio molar metanol-minyak tidak setajam pada rasio 6 : 1.

Pada rasio metanol-minyak 8 : 1 mengalami penurunan yield biodisel yang paling kecil, karena penurunan rasio molar metanol akibat perubahan fase cair ke uap dimbangi dengan penambahan metanol (dari rasio 8 : 1) paling banyak sehingga penurunan rasio molar paling tidak berarti dibanding rasio 6 : 1 dan 7 : 1.

Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Yield Biodisel

Katalis berfungsi untuk meningkatkan laju reaksi. Semakin banyak jumlah katalis yang ditambahkan akan meningkatkan laju reaksi. Meningkatnya laju reaksi transesterifikasi pada waktu tertentu akan meningkatkan jumlah minyak goreng bekas yang terkonversi menjadi biodiesel. Pengaruh konsentrasi katalis KOH terhadap yield biodiesel yang dihasilkan pada rasio metanol-minyak 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1 pada suhu 60 °C seperti yang ditunjukkan Gambar 2.

Bila pada reaksi transesterifikasi ini konsentrasi katalis KOH dinaikkan dari 0,75 % menjadi 1 %, yield biodisel mengalami peningkatan. Semakin besar konsentrasi katalis dalam larutan, maka energi aktivasi suatu reaksi semakin kecil, sehingga produk akan semakin banyak terbentuk. Meningkatnya konsentrasi katalis menyebabkan meningkatnya yield biodisel.



Gambar 1. Pengaruh suhu terhadap yield biodisel pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1 dengan konsentrasi katalis KOH 1 %

Gambar 2. menunjukkan bahwa pada konsentrasi katalis KOH 1,0 % menghasilkan yield biodisel maksimal sebesar 87,8 %. Pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 dan 7 : 1 yield biodisel maksimal tercapai pada konsentrasi katalis 1,0 %. Pada rasio molar 8 : 1 yield biodisel maksimal justru terjadi pada konsentrasi KOH 1,25 % hal ini terjadi karena bertambahnya rasio molar metanol minyak akan menurunkan konsentrasi KOH dan penurunan paling besar adalah pada rasio metanol-minyak 8 : 1. Pada konsentrasi KOH 1,25 % penurunan konsentrasi KOH diimbang dengan bertambahnya konsentrasi katalis KOH sehingga pada rasio molar 8 : 1 konsentrasi KOH 1,25 % adalah keadaan konsentrasi KOH optimal untuk menghasilkan yield biodisel maksimal.

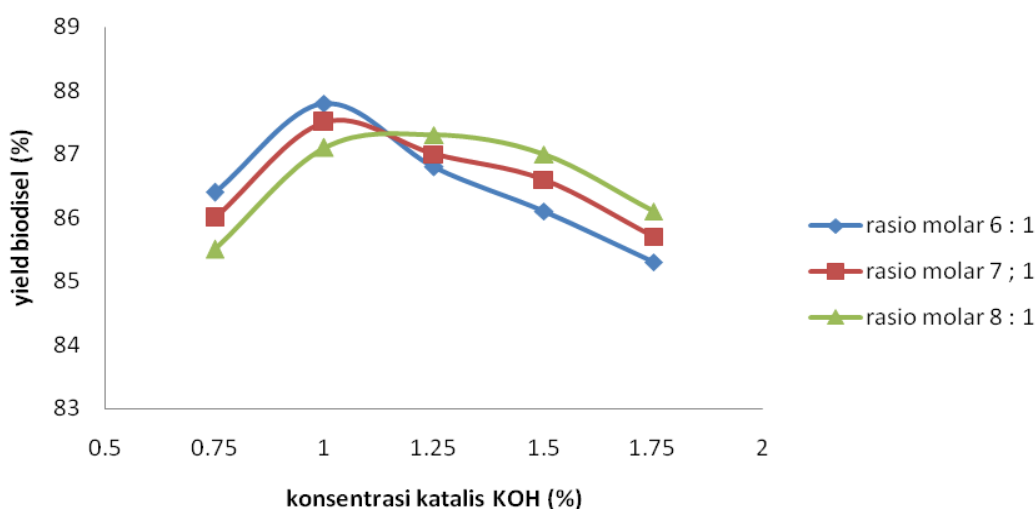
Bila konsentrasi katalis KOH ini terus ditingkatkan hingga 1,75 %, yield biodisel yang terbentuk justru akan terus menurun. Hal ini terjadi karena penambahan konsentrasi katalis yang berlebihan, mendorong reaksi terbentuknya sabun (Hingu *et al.*, 2010; Koh *et al.*, 2011;; Wang *et al.*, 2012). Penurunan paling tajam terjadi pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 dibanding rasio 7 : 1 dan rasio 8 : 1 karena pada rasio 6 : 1 volume metanol paling kecil. Pada kondisi ini mengakibatkan konsentrasi KOH paling besar sehingga pada rasio 6 : 1 terjadi pembentukan sabun paling besar sehingga mengalami penurunan yield biodisel paling tajam. Sementara pada rasio metanol-minyak 8 : 1 konsentrasi KOH

mengalami kenaikan paling kecil sehingga pembentukan sabun mengalami kenaikan paling kecil sehingga pada rasio ini penurunan yield biodisel tidak begitu tajam.

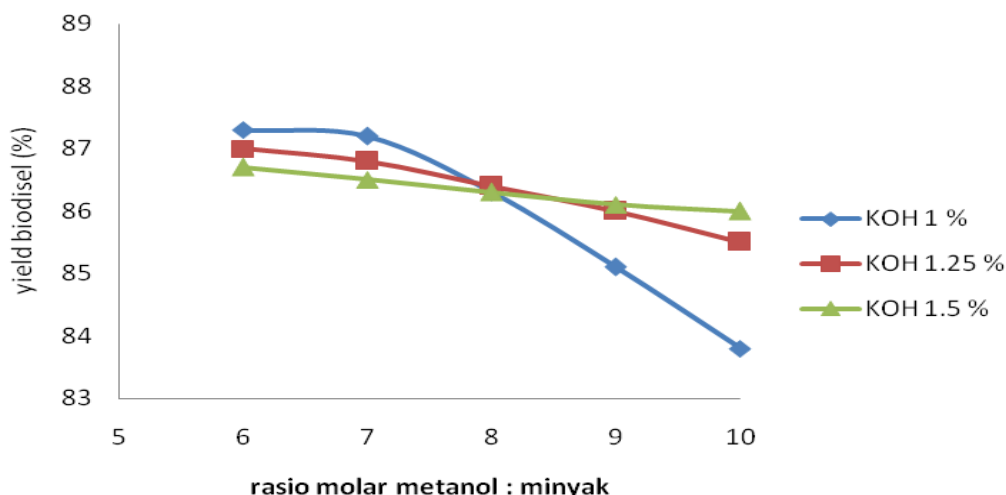
Pengaruh Rasio Molar Metanol-Minyak

Peningkatan rasio molar methanol-minyak secara teori akan meningkatkan yield biodiesel. Meningkatnya jumlah methanol dalam minyak akan menggeser reaksi kearah kanan atau kearah produk sehingga akan meningkatkan yield biodiesel. Hasil penelitian pengaruh rasio molar metanol-minyak terhadap yield biodisel pada suhu 60 °C dengan konsentrasi katalis KOH 1 % , KOH 1,25 % dan KOH 1,5 % seperti yang ditunjukkan Gambar 3.

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa, bila rasio metanol-minyak ditingkatkan yield biodisel yang dihasilkan justru akan terus menurun baik pada konsentrasi KOH 1 %, 1,25 % dan 1,5 %. Yield biodisel maksimal dicapai pada rasio molar metanol-minyak 6:1 yaitu sebesar 87,3 %. Penambahan rasio metanol-minyak diatas 6:1 ternyata justru menurunkan yield biodisel. Penambahan metanol diatas rasio 6:1 akan menurunkan konsentrasi katalis dalam larutan (Mendow *et al.*, 2011). Menurunnya konsentrasi katalis dalam larutan akan mengurangi jumlah metoksida yang menyerang trigliserida sehingga jumlah biodisel yang dihasilkan akan berkurang. Penurunan yield biodiesel pada penggunaan



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap yield biodisel pada rasio molar metanol-minyak 6 : 1 ; 7 : 1 dan 8 : 1 pada suhu 60 °C.



Gambar 3. Pengaruh rasio molar metanol-minyak terhadap yield biodiesel pada suhu 60 °C pada konsentrasi katalis KOH 1,0 %, KOH 1,25 % dan KOH 1,5 %.

katalis KOH 1,0 %, KOH 1,25 % dan KOH 1,5 %. Pada penggunaan katalis 1,0 % mengalami penurunan yang paling tajam karena pada konsentrasi katalis 1 % ini mengalami penurunan konsentrasi katalis paling tajam. Pada konsentrasi katalis 1,5 % penurunan yield biodiesel tidak begitu signifikan, karena penurunan konsentrasi katalis karena bertambahnya methanol diimbangi dengan bertambahnya jumlah katalis KOH sehingga penurunan konsentrasi katalis pada KOH 1,5 % tidak begitu berarti.

KESIMPULAN

Pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas melalui proses netralisasi-transesterifikasi mampu menghasilkan yield biodiesel 87,3 %. Kondisi terbaik pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas melalui proses Netralisasi-Transesterifi adalah pada suhu 60 °C, konsentrasi katalis KOH 1,0 % dan rasio molar methanol-minyak 6 : 1. Pada kondisi ini yield biodiesel yang dihasilkan sebesar 87,3 %.

DAFTAR PUSTAKA

Bustomi, S., Tati R.T., Sudradjat, R., Leksono, B., Kosasih, S., Anggraeni, I., Syamsuwida, D., Lisnawati, Y., Mile, Y., Djaenudin, D., Mahfudz, & Rachman, E. 2008. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) Sumber Energi

Biofuel yang Potensial. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan.

Buchori, L & Widayat, W. 2007. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalityc Cracking. *Teknik*. 28:83 -93

Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W. & Hendroko, R. 2007. Teknologi Biodiesel. Jakarta: PT. Agro Media Pustaka.

Herizal & Rahman, M. 2008. Optimalisasi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel dengan Katalis NaOH. *Lembaran Publikasi Lemigas*. 42:61 – 66

Hingu, S.M., Gogate, P.R., Rathod, V.K. 2010. Synthesis of from Waste Cooking Oil using Sonochemical Reactors. *Ultrasonics Sonochemistry*. 17: 827–832

Koh, M.Y., Mohd, T.I. & Ghazi. 2011. A Review of Production from *Jatropha Curcas* L. Oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15 : 2240–2251

Leung, D.Y.C., Wu, X. & Leung, M. K. H. 2010. A review on Production Using Catalyzed Transesterification. *Applied Energy* 87:1083-1095

Mendow, N.S., Veizaga, B.S. and Sanchez, C.A. (2011). Biodiesel Production by Two-Stage Transesterification with Etanol. *Bioresource Technology* 102: 10407–10413

Prihanto, A., Pramudono, B. & Santosa, H. 2013. Peningkatan Yield Biodiesel dari Minyak Biji

- Nyamplung Melalui Transesterifikasi Dua Tahap. *Momentum*. 9 :46 - 53
- Ramadhas, A.S., Jayaraj, S. & Muraledharan, C. 2004. Biodiesel Production From high FFA Rubber Seed Oil. *Fuel*. 84:335 – 340.
- Saifuddin, N., Raziah. A.Z.and Farah, H.N. 2009, Production of Biodiesel from High Value Cooking Oil Using an Optimized Lipase Enzyme/Acid - Catalyzed Hybrid Process, *E-Journal of Chemistry*
- Wang, R., Zhou, W.W., Hanna, M.A., Zhang, Y.P., Bhadury, P.S., Wang, Y., Song, B.A. and Yang, S. 2012. Preparation, Optimization, and Fuel Properties from Non-Edible Feedstock, *Datura stramonium* L. *Fuel* 91: 182–186