

**PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU REAKSI PADA KARAKTERISTIK BIODIESEL
HASIL TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT DENGAN SISTEM PELARUT PETROLEUM
BENZIN**

***THE EFFECTS OF TEMPERATURE AND REACTION TIME AGAINST SOME OF THE
CHARACTERISTICS OF BIODIESEL AS THE TRANSESTERIFICATION OF PALM OIL WITH
PETROLEUM BENZIN***

Abdullah*, Ayu Savitri, Azidi Irwan

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*e-mail:abdullahunlam@gmail.com

ABSTRAK

Transesterifikasi pada minyak sawit dengan pelarut petroleum benzin untuk mendapatkan biodiesel telah dilakukan. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh perubahan temperatur dan waktu reaksi terhadap beberapa karakteristik biodiesel. Transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak sawit dengan metanol pada perbandingan mol 1:6, menggunakan katalis KOH 1,5% b/v. Temperatur reaksi pada penelitian ini adalah 30,5; 40; 50; 60 °C dan 70°C, dengan waktu reaksi 10 menit untuk transesterifikasi tahap pertama dan 5 menit untuk tahap kedua. Percobaan selanjutnya dilakukan dengan memvariasi waktu reaksi, yaitu 10, 20, 30, 40, 50 menit (untuk reaksi tahap pertama). Biodiesel hasil transesterifikasi kemudian dikarakterisasi melalui penentuan viskositas, bilangan asam, kadar air, *yield* dan berat jenis dan kemudian dibandingkan dengan standar ASTM. Biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimum (temperatur dan waktu), selanjutnya dianalisis dengan menggunakan GCMS. Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa temperatur optimum reaksi transesterifikasi adalah 30,5°C, dengan waktu reaksi 10 menit tahap pertama dan 5 menit untuk reaksi tahap kedua. Viskositas kinematik biodiesel yang dihasilkan adalah 5,60 cSt, dan telah sesuai dengan standar ASTM. Hasil analisis dengan GC-MS menunjukkan bahwa biodiesel hasil transesterifikasi minyak sawit pada penelitian ini mengandung metil palmitat dan metil oleat sebagai komponen utama.

Kata Kunci: Transesterifikasi, minyak sawit, metil ester, temperatur optimum, waktu reaksi optimum.

ABSTRACT

The transesterification of palm oil with petroleum benzin to obtain biodiesel has been carried out. In this research has studied the effects of changes of temperature and reaction time against some of the characteristics of biodiesel. Transesterification carried out by reacting palm oil with methanol at a mole ratio of 1: 6, using the catalyst KOH 1.5% w / v. The reaction temperature in this study was 30.5; 40; 50; 60 ° C and 70 ° C, with a reaction time of 10 minutes for the first stage transesterification and 5 minutes for the second stage. Subsequent experiments were carried out by varying the reaction time, ie 10, 20, 30, 40, 50 minutes (for the first stage reaction). Biodiesel then characterized by determining the viscosity, acid number, water content, yield and density, then was compared with the ASTM standard. Biodiesel from the optimum conditions (temperature and time) was analyzed by using GCMS. Based on data in this work, it can be concluded that the optimum temperature of the transesterification reaction is 30,5 ° C, with a reaction time of 10 minutes (firs stage) and 5 minutes (second stage). Kinematic viscosity of biodiesel produced was 5.60 cSt, and complies with ASTM standard. Analysis of biodiesel by GC-MS showed that the product in this work contain methyl palmitate and methyl oleate as the main component.

Key Words: *Transesterification, palm oil, methyl ester, optimum, temperature, reaction time.*

PENDAHULUAN

Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar merupakan salah satu upaya alternatif yang bisa dilakukan. Minyak nabati relatif mudah dikembangkan, dapat diperbaharui dan mempunyai potensi energi yang cukup besar sebagai bahan bakar mesin diesel, namun dalam penggunaannya, minyak nabati tidak bisa langsung dipakai untuk bahan bakar karena memiliki viskositas 11-17 kali bahan bakar diesel (Schuchardt et al., 1998), titik didih tinggi, dan komposisi yang tidak homogen (O'Brein, 2009). Sifat-sifat tersebut tentu akan mengakibatkan kerusakan pada mesin jika digunakan dalam waktu berkepanjangan.

Transesterifikasi merupakan cara yang lazim digunakan untuk mengubah sifat-sifat dari minyak nabati tersebut sehingga bisa digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Proses transesterifikasi sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas biodiesel (metil ester) yang dihasilkan karena reaksi ini akan menentukan viskositas bahan bakar yang cocok dengan mesin diesel (Boocock, 2003).

Metode transesterifikasi yang umum digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah dengan mereaksikan metanol dan minyak nabati pada temperatur 60°C, perbandingan mol metanol/minyak 6:1 menggunakan basa KOH sebagai katalis. Proses ini akan menghasilkan konversi biodiesel rata-rata sebanyak 80% dalam waktu 1 jam. Cara ini masih mempunyai kekurangan, karena diperlukan waktu reaksi

yang cukup lama untuk menghasilkan biodiesel yang jumlahnya optimal, biodiesel yang dihasilkan masih banyak tercampur asam lemak yang tidak bereaksi, terdapat sejumlah metanol sisa yang tercampur dalam gliserol namun tidak dapat di-recovery sehingga tidak ekonomis (Kovacs, 2005). Kekurangan tersebut dicoba untuk diatasi dengan melakukan modifikasi proses transesterifikasi yaitu dengan penambahan pelarut. Beberapa pelarut yang pernah diteliti antara lain tetrahidrofuran (THF) dan metiltertierbutileter (MTBE) (Boocock, 2004), fraksi hidrokarbon alifatik (Kovacs, 2005), aseton (Luuab et al, 2014).

Kovacs (2005) melaporkan bahwa penggunaan fraksi hidrokarbon alifatik sebagai pelarut pada transesterifikasi minyak bunga matahari dapat menghasilkan biodiesel dengan konversi sebesar 95-98%. Reaksi transesterifikasi dilakukan dalam dua tahap, dengan waktu reaksi masing-masing 10 dan 7 menit untuk reaksi tahap pertama dan kedua. Reaksi dilakukan pada temperatur 60 °C dan perbandingan mol alkohol/minyak sebesar 6:1. Sementara itu, Luuab et al. (2014) melaporkan bahwa transesterifikasi pada minyak goreng bekas menggunakan pelarut aseton dengan temperatur reaksi 40 °C, waktu reaksi 30 menit telah menghasilkan biodiesel dengan kemurnian 98%.

Konversi biodiesel pada hasil penelitian oleh Kovacs (2005) dan Luuab *et al.* (2014) ini hasilnya besar dan transesterifikasi dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Dengan

demikian menjadi suatu hal yang menarik apabila metode pelarut ini dapat diaplikasikan pada minyak sawit (*Crude Palm Oil*; CPO) mengingat jumlahnya yang melimpah di negara kita. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh temperatur dan waktu reaksi transesterifikasi minyak sawit dengan sistim pelarut.

Pelarut fraksi hidrokarbon alifatik mempunyai sifat dapat melarutkan minyak, sedikit melarutkan metanol, dan sedikit sekali dapat melarutkan gliserol. Sifat yang demikian juga dimiliki oleh petroleum benzin yang dapat diperoleh dengan mudah dari distilasi fraksinasi bensin (Abdullah *et al.*, 2007), oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan petroleum benzin sebagai pelarut.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat refluks, seperangkat alat distilasi fraksinasi, seperangkat alat distilasi, kromatografi gas-spektrometer massa (GCMS) Shimadzu QP-5000, piknometer, termometer, viskometer tipe kapiler, penangas, *hot plate*, *oven*, dan *stop watch*. 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), H_3PO_4 (Merck), Na_2SO_4 anhidrous (Ajax), dan akuades.

Prosedur Penelitian

Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan variasi temperatur dan waktu. Katalis yang digunakan adalah KOH pelet sebanyak 1,5% b/v, pelarut dan metanol masing-masing sebanyak 20 ml dan 12,8 ml. Campuran direaksikan selama 10 menit transesterifikasi tahap pertama dan 5 menit transesterifikasi tahap kedua. Variasi temperatur yang dilakukan adalah 30,5°C (tanpa pemanasan), 40, 50, 60, 70°C. Setelah mendapatkan temperatur reaksi optimum, selanjutnya transesterifikasi dilakukan pada temperatur optimum tersebut dengan variasi waktu yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 menit untuk tahap pertama dan masing-masing 5 menit tahap kedua.

Campuran 0,75 g KOH dan 12,8 ml metanol diambil 0,8 bagian dan dimasukkan ke dalam corong pisah yang telah terangkai dengan labu alas bulat leher tiga berisi 50 ml minyak sawit yang di-*refining*. Pemanasan dilakukan dan setelah mencapai temperatur 60°C (sesuai variasi) campuran metanol dan KOH dimasukkan sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Campuran direaksikan selama 10 menit (atau sesuai variasi). Pemanasan dihentikan, campuran reaksi didinginkan, lalu dimasukkan ke corong pisah dan dibiarkan 15 menit. Bagian atas diambil dan dimasukkan kembali ke dalam labu alas bulat leher tiga untuk transesterifikasi tahap kedua.

Transesterifikasi tahap kedua dilakukan dengan cara menambahkan 0,2 bagian sisa

campuran metanol dan KOH, dilakukan seperti cara di atas dan direaksikan selama 5 menit. Hasil yang didapatkan dimasukkan dalam corong pisah dan dibiarkan pada temperatur kamar selama 120 menit. Setelah terbentuk dua lapisan, lapisan atas diambil dan didistilasi pada temperatur 120°C untuk menghilangkan metanol dan pelarut sisa hingga tidak menetes lagi.

Analisis Metil Ester

Produk dari semua variasi temperatur dan waktu transesterifikasi selanjutnya dianalisis untuk menentukan bilangan asam, viskositas kinematik, kadar air, densitas dan besarnya *yield*. Produk reaksi transesterifikasi pada temperatur dan waktu optimum selanjutnya dianalisis dengan GCMS untuk memperkirakan komponen metil ester yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Temperatur Reaksi

Temperatur reaksi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Transesterifikasi dapat terjadi pada temperatur yang berbeda tergantung jenis minyak dan alkohol yang digunakan. Umumnya temperatur reaksi disarankan mendekati titik didih alkohol yang digunakan, namun demikian reaksi transesterifikasi juga dijumpai pada temperatur ruang.

Dalam rangka untuk mengamati pengaruh temperatur, minyak sawit yang

sudah di-*refining* direaksikan dengan campuran metanol dan KOH selama 10 menit untuk transesterifikasi tahap pertama dan 5 menit transesterifikasi tahap kedua. Variasi temperatur yang dilakukan adalah mulai dari 30,5 (tanpa pemanasan), 40, 50, 60, 70°C. Transesterifikasi tanpa menggunakan pelarut (waktu reaksi 10 menit, temperatur reaksi 30,5°C) juga dilakukan dan digunakan sebagai pembanding.

Darnoko & Cheryan (2000) telah mempelajari pengaruh temperatur pada reaksi transesterifikasi minyak sawit menggunakan katalis KOH 1% dan perbandingan mol alkohol/minyak 6:1. Variasi temperatur reaksi terendah dilakukan pada 50°C, karena jika reaksi dilakukan pada temperatur di bawah 50°C akan bermasalah pada pengadukan minyak sawit yang kental. Dengan adanya penambahan pelarut petroleum benzin, reaksi transesterifikasi relatif mudah dilakukan karena viskositas minyak sawit menjadi lebih rendah.

Variasi temperatur tertinggi dilakukan dengan mempertimbangkan titik didih metanol, jika reaksi dilakukan pada temperatur lebih tinggi kemungkinan besar akan menyebabkan metanol menguap terlebih dahulu sebelum bereaksi dengan trigliserida sehingga hasil yang diperoleh menjadi tidak maksimal. Selain itu, produksi pada temperatur yang lebih tinggi secara energi tentu sangat tidak efisien. Hasil analisis terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data karakteristik biodiesel pada berbagai temperatur reaksi

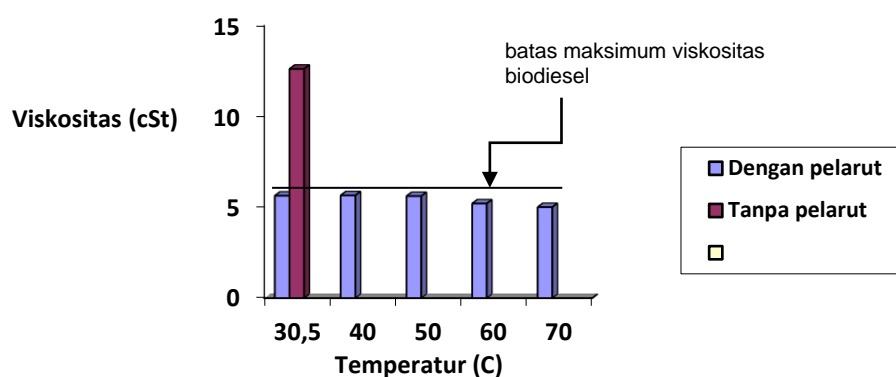
Karakteristik	Temperatur Reaksi (°C)						Standar ASTM
	30,5	40	50	60	70	Tanpa pelarut	
Bilangan Asam, mg-KOH/g	0,5	0,3	0,1	0,2	0,3	0,5	Maks. 0,8
Viskositas Kinematik 40°C, cSt	5,64	5,66	5,62	5,21	5,01	12,63	1,9 – 6,0
Berat Jenis, g/ml	0,867	0,866	0,865	0,866	0,864	0,883	0,85–0,89
Kadar Air, % b/b	0,36	0,47	0,39	0,47	0,42	0,37	Maks. 0,05
Yield, % v/v	70	82	78	70	72	72	-

Sumber: Data Primer yang Diolah

Berdasarkan data di Tabel 1 dapat diketahui bahwa viskositas kinematik, bilangan asam dan berat jenis dari berbagai variasi perlakuan telah memenuhi standar ASTM untuk biodiesel, sedangkan reaksi transesterifikasi tanpa pelarut menghasilkan produk dengan viskositas kinematik yang tidak memenuhi standar. Sifat petroleum benzin yang sangat mudah melarutkan trigliserida dan hanya sedikit melarutkan gliserol sangat membantu reaksi transesterifikasi. Selain itu pemisahan metil ester dan gliserol sebagai hasil reaksi, lebih

mudah dilakukan pada transesterifikasi menggunakan pelarut petroleum benzin.

Gambar 1 menunjukkan pengaruh perubahan temperatur terhadap viskositas kinematik biodiesel. Pada Gambar 1 terlihat jelas bahwa biodiesel yang dihasilkan pada transesterifikasi dengan sistem pelarut untuk semua variasi temperatur memiliki viskositas kurang dari 6,0 cPs, atau dengan kata lain semuanya memenuhi standar ASTM. Sementara itu, viskositas hasil transesterifikasi pada temperatur 30,5 °C tanpa pelarut menghasilkan biodiesel dengan viskositas yang tinggi (12,63 cSt).



Gambar 1. Grafik hubungan temperatur dengan viskositas pada transesterifikasi minyak sawit

Viskositas kinematik dijadikan sebagai karakteristik utama dalam penentuan temperatur reaksi optimum karena konversi metil ester secara tidak langsung dapat diperkirakan dari viskositasnya. Karena dari semua perlakuan hasilnya telah memenuhi standar, maka variasi temperatur 30,5°C (tanpa pemanasan) dipilih sebagai temperatur optimum. Transesterifikasi tanpa pemanasan secara energi tentu akan sangat menguntungkan. Selain itu, karena tidak dilakukan pemanasan maka kemungkinan besar metanol sisa hanya sedikit yang menguap dan akan dapat di-recovery yang tentunya akan sangat menguntungkan dalam pembuatan biodiesel.

Pengaruh Waktu Reaksi

Pemilihan variasi waktu reaksi ini didasarkan pendapat Kovacs (2005) yang menyatakan reaksi transesterifikasi dengan menggunakan fraksi hidrokarbon alifatik memerlukan waktu yang sangat singkat untuk mencapai kesetimbangan (10 menit), sehingga variasi waktu terendah dipilih 10 menit, sedangkan variasi tertinggi (50 menit) ditentukan tidak melebihi waktu transesterifikasi dengan metode standar, yaitu selama 60 menit. Metil ester yang diperoleh kemudian dianalisis kualitasnya dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data karakteristik biodiesel pada berbagai variasi waktu reaksi

Variasi Waktu (menit)	Karakteristik Biodiesel				
	Bilangan asam (mg-KOH/g)	Viskositas kinematik cSt	Berat Jenis (g/ml)	Kadar air (% b/b)	Yield (% v/v)
10	0,5	5,64	0,867	0,36	70
20	0,3	5,45	0,865	0,41	72
30	0,5	5,14	0,865	0,35	72
40	0,1	5,20	0,865	0,40	84
50	0,2	4,97	0,883	0,41	76

Sumber: Data Primer yang Diolah

Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa metil ester yang dihasilkan telah memenuhi standar ASTM untuk bilangan asam, berat jenis dan nilai viskositasnya. Sama halnya dengan penentuan temperatur optimum, viskositas kinematik dijadikan sebagai karakteristik utama untuk memilih waktu optimum. Semua variasi waktu yang dilakukan menghasilkan produk yang telah memenuhi standar viskositas kinematik biodiesel (1,9 – 6,0 cSt),

dimana semakin lama waktu reaksi maka viskositas yang dihasilkan secara garis besar akan semakin kecil. Waktu reaksi yang menghasilkan viskositas yang telah memenuhi standar akan dipilih sebagai waktu optimum dengan pertimbangan lain seperti dari segi energi dan nilai ekonominya, oleh karena itu, waktu reaksi transesterifikasi selama 10 menit dipilih sebagai waktu optimum.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Boocock (2004), yaitu melakukan transesterifikasi dengan menggunakan pelarut THF dapat menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar dalam waktu 6 menit dan perbandingan mol alkohol/minyak yang diperlukan adalah 27:1 dengan katalis NaOH sebanyak 1% berat terhadap minyak. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, tentu saja penggunaan petroleum benzin sebagai pelarut relatif lebih baik karena perbandingan mol alkohol/minyak yang digunakan lebih sedikit.

Reaksi transesterifikasi yang dilakukan memerlukan waktu yang lebih singkat untuk mendapatkan biodiesel, yaitu 10 menit pada tahap pertama dan 5 menit tahap kedua. Dengan demikian total waktu yang diperlukan hanya 15 menit. Jika dibandingkan dengan metode transesterifikasi yang pada umumnya digunakan, maka waktu yang digunakan lebih lama yaitu 60-90 menit (Aransiola *et al.*, 2013; Verma *et al.*, 2016). Transesterifikasi

dengan pelarut petroleum benzin juga lebih cepat jika dibandingkan dengan pelarut aseton yang digunakan oleh Luuab *et al.* (2014), dimana transesterifikasi pada minyak goreng bekas memerlukan waktu selama 30 menit.

Kandungan Metil Ester dalam Biodiesel

Biodiesel yang didapatkan dari reaksi transesterifikasi pada temperatur dan waktu optimum selanjutnya dianalisis dengan kromatografi gas – spektrometer massa (GCMS) untuk mengetahui komponen penyusunnya. Melalui kromatografi gas dapat diketahui jumlah komponen asam lemak yang terkandung dalam metil ester hasil transesterifikasi. Kromatogram hasil analisis menunjukkan adanya 4 puncak yang terdeteksi sebagai metil ester. Puncak yang terlebih dulu keluar adalah ester dengan rantai karbon yang pendek dengan titik didih lebih rendah, setelah itu diikuti ester dengan rantai yang lebih panjang dengan titik didih lebih tinggi.

Tabel 3. Data puncak-puncak kromatogram metil ester

No puncak	Waktu retensi (menit)	% Area	Senyawa
1	13,622	0,71	Metil Miristat
2	16,080	41,08	Metil Palmitat
3	17,988	53,99	Metil Oleat
4	18,200	4,22	Metil Stearat

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini mengandung metil palmitat dan metil oleat sebagai senyawa utama, sedangkan metil miristat dan metil stearat merupakan senyawa dengan jumlah relatif kecil.

KESIMPULAN

Perubahan temperatur transesterifikasi minyak sawit dengan sistim pelarut menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar mutu ASTM dalam hal viskositas kinematik, bilangan asam dan berat jenis.

Temperatur optimum pada penelitian ini adalah 30,5°C (tanpa pemanasan). Perubahan waktu reaksi menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar mutu ASTM pada semua karakter yang diamati. Waktu reaksi optimum transesterifikasi minyak sawit adalah 10 menit. Komposisi kimia dari biodiesel yang dihasilkan adalah: metil miristat, metil palmitat, metil oleat, dan metil stearat dengan persen area masing-masing 0,71%, 41,08%, 53,99% dan 4,22%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Sinarmas Group (Tanah Laut, Kalimantan Selatan) yang telah memberikan CPO, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Rodiansono & A. Wijaya. 2007. Optimasi Perbandingan Mol Metanol/Minyak Sawit dan Volume Pelarut pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Petroleum Benzin, *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, **1**(2): 76-82.

Aransiola T.V., O.O. Ojumu, T.F. Oyekola, D.I.O. Madzimbamuto, & Ikhu-Omoregbe. 2013. Review A review of current technology for biodiesel production: State of the art E.F. *Biomass and bioenergy*. page 1-22.

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.

Boocock, D.G.B. 2004. Process for Production of Fatty Acid Methyl Esters from Fatty Acid Triglycerides. *United States Patent*. No : US 6,712,867 B1

Darnoko, D. & M. Cheryan. 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification in Batch Reactor. *JAOCS*. **77**: 1263-1267.

Encinar, J.M., J.F. Gonzalez, J.J. Rodriguez, & A. Tejedor. 2002. Biodiesel Fuels from Vegetable Oils: Transesterification of *Cynara cardunculus* L. Oils with Ethanol. *Energy & Fuels*. **16**. 443-450.

Kovacs, A. 2005. Method Transesterifying Vegetable Oils. *United States Patent Application*, No : 20050016059

Lang, X., A.K. Dalai, N.N. Bakhshi, M.J. Reaney, & P.B. Hertz. 2001. Preparation and Characterization of Bio-diesels from Various Bio-oils, *Bioresource Technology*. **80**: 53 – 62.

Luuab P.D., N. Takenakaa, B.V. Luub, L.N. Phamb, K. Imamurac, & M. Yasuaki. 2014. *Co-Solvent Method Produce Biodiesel form Waste Cooking Oil With Small Pilot Plant*. The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014

Mustafa & A. Necati. 2005. Evaluating Waste Cooking Oils As Alternative Diesel Fuel. *Journal of Science*. 81-91.

O'Brien R.O. 2009. *Fats and Oils: formulating and processing for applications*, CRC Press-Taylor&Francis group. Third edition, New York.

Schuchardt, U., R. Serchli, & R.M. Vargas. 1998. Transesterification of Vegetable Oil: A Review. *J. Braz. Chem. Soc*. **9**: 199-210.

Verma D., J. Raj, A. Pal, & J. Manish. 2016. A Critical Review On Production Of Biodiesel From Various Feedstock. *Journal of Scientific and Innovative Research*. **5**(2): 51-58