

PEMANFAATAN LIMBAH TEMBAKAU (*NICOTIANA TABACUM*) PASCA PANEN SEBAGAI BIODIESEL ALTERNATIF

(Utilization of Waste Tobacco (Nicotiana Tabacum) Post-Harvest as an Alternative Biodiesel)

Donatus Setyawan Purwo Handoko, Nehemia Fernandes Kristianto, dan Wuryati Handayani

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: kreka_zeolit@yahoo.com

Teregistrasi I tanggal 4 Agustus 2017; Diterima setelah perbaikan tanggal 16 September 2017;
Disetujui terbit tanggal: 31 Desember 2017

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan biji limbah tembakau pasca panen menjadi biodiesel. Biodiesel akan diproduksi dengan menggunakan reaksi transesterifikasi dengan variasi suhu. Biji tembakau diekstrak untuk mendapatkan minyak nabatinya sebagai biodiesel. Kandungan asam lemak bebas (FFA) pada minyak nabati harus diminimalisir sekecil mungkin untuk mendapatkan rendemen transesterifikasi yang tinggi. Katalis yang dipakai dalam mengkonversi minyak nabati menjadi biodiesel adalah katalis basa homogen. Biodiesel dengan rendemen tertinggi dihasilkan dari reaksi transesterifikasi dengan suhu 70°C. Biodiesel hasil sintesis akan dikarakterisasi gugus fungsi dan sifat fisiknya berupa massa jenis dan viskositasnya.

Kata Kunci: asam lemak bebas, biodiesel, suhu, dan transesterifikasi.

ABSTRACT

The aims of this research is process into biodiesel. Biodiesel is produced using transesterification reactions with variations of temperature. Tobacco seed oil is extracted to obtain edible oils as biodiesel. The content of free fatty acid (FFA) in edible oils should be minimized to obtain a high yield of transesterification. The catalyst used in converting edible oils into biodiesel is homogeneous alkaline catalyst. Biodiesel with the highest yield from transesterification reactions with a temperature of 70°C. Biodiesel was characterized the functional group and physical properties including density and viscosity.

Keywords: free fatty acid, biodiesel, temperature, and transesterification

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Jember merupakan daerah penghasil tembakau. Budidaya tembakau di kabupaten Jember dinaungi oleh PTPN X. jenis tembakau yang dibudidayakan salah satunya adalah jenis tembakau Besuki Na-Oosgst. Jenis tembakau ini

ditanan dan dipanen pada musim kemarau (Anastasia et al. 2014). Tembakau yang telah dipanen masih banyak memiliki bagian-bagian yang tertinggal seperti biji, daun bagian pucuk, dan batang. Bagian yang tertinggal banyak yang tidak dimanfaatkan sehingga muncul gagasan menggunakan limbah

tembakau pada bagian bijinya untuk digunakan menjadi energy alternatif. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat dihasilkan dari reaksi kimia antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek. Reaksi kimia yang dimaksud adalah reaksi pembentukan ester dari minyak ataupun lemak sehingga reaksi yang digunakan adalah reaksi esterifikasi-transesterifikasi (Ma dkk. 1999). Berdasarkan laporan Mohamad dkk (2014), bahwa pada biji tembakau memiliki kandungan minyak nabati yang dapat digunakan menjadi bahan baku biodiesel. Biodiesel tersusun dari asam lemak dengan panjang rantai karbon mulai dari C-10 sampai C-24 (Moser 2013). Pembuatan biodiesel pada penelitian ini fokus pada reaksi transesterifikasi yang mengikuti metode dari Usta et al. (2011). Dasar pemilihan metode ini didapat lewat pernyataan Issariyakul dkk. (2014), yang menyatakan bahwa reaksi transesterifikasi dengan menggunakan metanol dan katalis basa dapat menghemat energi dan waktu reaksi sehingga terlihat mudah dan ekonomis. Penelitian ini berpusat pada pengaruh suhu yang tidak jauh dari titik didih dari jenis alkohol yang digunakan, sehingga memunculkan empat titik variasi suhu. Biodiesel yang dihasilkan akan diidentifikasi gugus fungsinya untuk memastikan bahwa biodiesel ini memiliki gugus metil dan gugus ester. Biodiesel dengan rendemen tertinggi akan dijadikan acuan untuk mewakili komposisi asam lemak penyusunnya serta karakter fisiknya yang meliputi massa jenis dan viskositas.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Bahan bahan yang digunakan adalah biji tembakau (*Nicotiana tabacum*) yang diambil dari PTPN X Jember, metanol merck 98%, akuades, n-heksana teknis, indikator PP, NaOH merck, H₂SO₄ merck 96%, H₂C₂O₄·2H₂O.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji tembakau (*Nicotiana tabacum*) adalah alat gelas yang sering digunakan di laboratorium seperti; pipet mohr 5 ml, 10 ml, pipet tetes, labu ukur 10 ml, 50 ml, labu leher tiga 250 ml, labu alas bulat 150 ml, kondensor refluks, termometer 200°C, gelas piala 100 ml, 250 ml, spatula, corong, corong pisah, buret 50 ml, mortar dan alu, set alat soxhlet. Alat alat non gelas seperti botol semprot, aluminium foil, tissue, kertas label, statif dan klem,

pompa akuarium, selang silikon, bejana aluminium, dan anakan *stirer*. Instrumen yang digunakan adalah neraca analitik *Analytical Plus*, oven, evaporator, mantel pemanas, *hot plate* dan *magnetic stirer* Lab Companion HP-3000, spektrofotometri FTIR *Bruker Alpha Sample ATR eco Ge* dan GC-MS (*gas chromatography*) *Zhimadzu QP2010S*.

C. Prosedur

1. Preparasi Bahan Baku

Limbah biji tembakau dikeringkan dan dihancurkan untuk persiapan ekstraksi. Biji tembakau ditimbang dan diekstrak menggunakan metode Soxhlet dengan menggunakan pelarut n-heksana dengan perbandingan (g/v) (1:5). Minyak biji tembakau didapat dengan menguapkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* dan ditimbang untuk mengetahui rendemen ekstraksinya (Stanisavljevic et al. 2007)

2. Esterifikasi Minyak

Minyak biji tembakau akan diesterifikasi guna meminimalisir kandungan asam lemak bebasnya. Langkah esterifikasi minyak ini diawali dengan pembuatan larutan meliputi pemuatan larutan Natrium hidroksida dan asam oksalat terhidrat. Persiapan larutan ini mengikuti metode AOCS Cd 3a-63, yang didalamnya melakukan titrasi asam-basa untuk menghitung kadar asam lemak dengan tetapan persamaan yang ada. Hasil esterifikasi ini diharapkan dalam minyak kandungan asam lemaknya turun menjadi dibawah dua persen dari berat minyak. Proses esterifikasi dilakukan dengan menggunakan metanol dengan perbandingan (v/v) dengan minyak 6:1 dan dibantu dengan katalis asam sulfat Pa sebanyak satu persen dari berat minyak. Hasil esterifikasi adalah trigliserida penyusun minyak dengan kandungan asam lemak bebas yang lebih rendah dari minyak biji tembakau hasil ekstraksi (Srinivas et al. 2013).

3. Transesterifikasi Minyak menjadi Biodiesel

Minyak biji tembakau yang telah diesterifikasi dengan kadar asam lemak yang rendah dapat segera ditransesterifikasi. Proses reaksi transesterifikasi meliputi persiapan pembuatan katalis. Katalis yang dimaksud adalah katalis basa homogen natrium metoksida yang didapat dari reaksi antara natrium hidroksida dan metanol (Usta et al. 2011). Perhitungan rasio molar katalis basa homogen adalah 6 mol metanol dan satu persen natrium hidroksida yang mengacu pada mol dan berat minyak yang dipakai dalam reaksi. Koefisien rasio molar katalis basa homogen: minyak (n/n) yang dipakai dalam

reaksi adalah 6:1 (Veljkovic et al. 2006). Reaksi Transesterifikasi divariasikan pada suhu (50, 60, 70, 80)°C. Hasil transesterifikasi ditaruh dalam corong pisah dimana bagian atas adalah gliserol dan bagian bawah adalah biodiesel (metil ester). Biodiesel dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali untuk membuang sisa katalis lalu dipanaskan diatas suhu 100°C.

4. Identifikasi dan Karakterisasi Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer FITR untuk memastikan bahwa adanya gugus metil dan gugus ester yang ada dalam biodiesel. Biodiesel dengan rendemen tertinggi akan dianalisis kandungan komposisi asam lemak penyusunnya dan juga sifat fisiknya yang meliputi massa jenis dan viskositas (Khasanah et al. 2009).

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Ekstraksi Biji Tembakau

Ekstraksi biji tembakau merupakan tahapan awal untuk mendapat minyak nabati sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biji tembakau ditimbang sebanyak 40 g dan dimasukkan ke dalam kertas saring yang bentuknya disesuaikan dengan labu Soxhlet. Penyesuaian ini dikarenakan metode ekstraksi yang dipakai adalah metode Soxhlet. Pelarut yang dipakai dalam proses ekstraksi ini adalah n-heksana dengan pemakaian 200 mL tiap kali ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan berkali-kali sesuai yang dibutuhkan dan memiliki rendemen ekstraksi sebesar 16,41% (120 g dari 736,59 g biji tembakau). Rendemen yang dihasilkan tergolong kecil karena seharusnya bisa lebih banyak lagi minyak yang dihasilkan jika menaikkan perbandingan jumlah volume pelarut ekstraksi terhadap sampel yang diekstrak.

B. Esterifikasi Minyak

Minyak hasil ekstraksi yang telah dihasilkan dianalisis jumlah kadar asam lemaknya. Tujuan analisis kadar asam lemaknya untuk menentukan apakah minyak ini dapat langsung dikonversi menjadi biodiesel atau tidak. Hasil analisis kadar minyak hasil ekstraksi adalah 7,1% yang menyebabkan harus dilakukan esterifikasi menggunakan katalis asam untuk mengurangi kadar asam lemak bebasnya. Perhitungan kadar asam lemak bebas menggunakan metode dari AOCS Cd 3a-63. Pengurangan kadar asam lemak melibatkan reaksi antara metanol dan trigliserida yang dikatalis oleh asam sulfat pekat. Hasil esterifikasi ini kemudian menghasilkan dua fasa yang dipisahkan dengan corong pisah. Minyak hasil esterifikasi yang telah dipisahkan kemudian dipanaskan untuk menghilangkan sisa metanol dan dihitung ulang kadar asam lemak bebasnya dengan metode yang sama. Hasil perhitungan didapatkan hasil kadar asam lemak bebas sebesar 0,67%. Minyak hasil esterifikasi juga dianalisis menggunakan FTIR untuk mencegah adanya senyawa yang dapat mengganggu reaksi transesterifikasi seperti gugus air dan lainnya.

C. Transesterifikasi Minyak menjadi Biodiesel

Transesterifikasi merupakan metode yang paling umum untuk mengubah trigliserida menjadi ester. Biodiesel juga di sebut metil ester. Proses transesterifikasi ini dilakukan pada beberapa suhu yaitu (50, 60, 70, 80) °C. Pengaruh suhu transesterifikasi dapat dipelajari dengan menganalisis hasil biodiesel dari masing-masing suhu transesterifikasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode yang telah dilakukan oleh Usta et al. (2011). Transesterifikasi

Tabel 1
Presentase transesterifikasi dan rendemen biodiesel

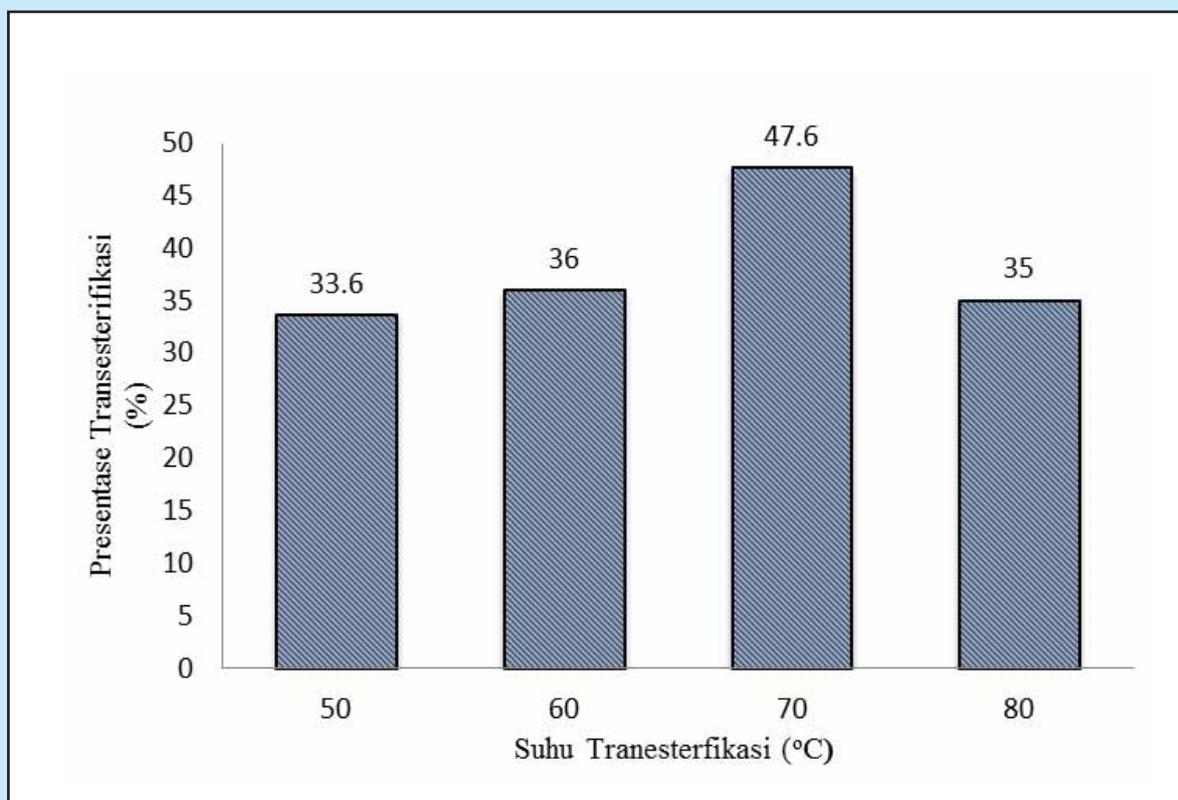
Suhu Trans-esterifikasi (°C)	Volume Biodiesel (mL)			Rendemen Trans-esterifikasi (%)	Rendemen Biodiesel (%)
	1	2	Rata-rata		
50	1,60	1,75	1,68	33,6	1,25
60	1,70	1,90	1,80	36,0	1,34
70	2,35	2,40	2,38	47,6	1,77
80	1,70	1,80	1,75	35,0	1,30

yang dilakukan menggunakan basa NaOH dan metanol. NaOH dilarutkan dalam metanol dengan perbandingan mol (1:6). Tujuan pelarutan basa adalah untuk membentuk ion metoksida yang sangat mempengaruhi terbentuknya ester dari trigliserida. Hasil rendemen biodiesel yang dihasilkan mengalami peningkatan mulai transesterifikasi suhu 50-70°C, kemudian rendemen berkurang pada suhu 80°C. Rendemen tertinggi dihasilkan dari transesterifikasi

suhu 70°C, yang memiliki tingkat keberhasilan sebesar 47,6% dengan rendemen biodiesel sebesar 1.77% dari total minyak yang terestruk. Secara teori reaksi transesterifikasi yang telah dilakukan telah mengikuti persamaan Arrhenius. Selain kinetika reaksi juga bisa dipengaruhi prekursor reaksi yang digunakan khususnya metanol yang memiliki titik didih 64,7°C, sehingga pada suhu transesterifikasi 80°C rendemen turun. Penurunan rendemen ini

Tabel 2
Asam lemak methyl ester minyak biji tembakau

Asam Lemak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)
Metil palmitat C16 :0	35,625	12,18
Metil heksadekenoat C16 :2	39,150	63,90
Metil linoleat C18 :1	39,257	18,72
Metil stearat C18 :0	39,617	4,88
Metil eikosenoat C20 :0	43,258	0,32



Gambar 1
Grafik presentase keberhasilan.

Tabel 3
Gugus fungsi biodiesel

Sampel	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
Biodiesel 50 °C	1738,34	C=O alifatik
	1172,19	C-O ester alifatik
	2855,94- – 2926,96	-C-H alifatik (metil)
Biodiesel 60 °C	1740,95	C=O alifatik
	1171,44	C-O ester alifatik
	2855,05- – 3008,05	-C-H alifatik (metil)
Biodiesel 70 °C	1742,74	C=O alifatik
	1170,74	C-O ester alifatik
	2854,76- – 3009,07	-C-H alifatik (metil)
Biodiesel 80 °C	1742,06	C=O alifatik
	1170,78	C-O ester alifatik
	2854,75- – 3008,93	-C-H alifatik (metil)
Minyak nabati	1744,60	C=O alifatik
	1164,44	C-O ester alifatik
	2854,33- – 2925,06	-C-H alifatik (metil)

Tabel 4
Massa jenis dan viskositas kinematik biodiesel

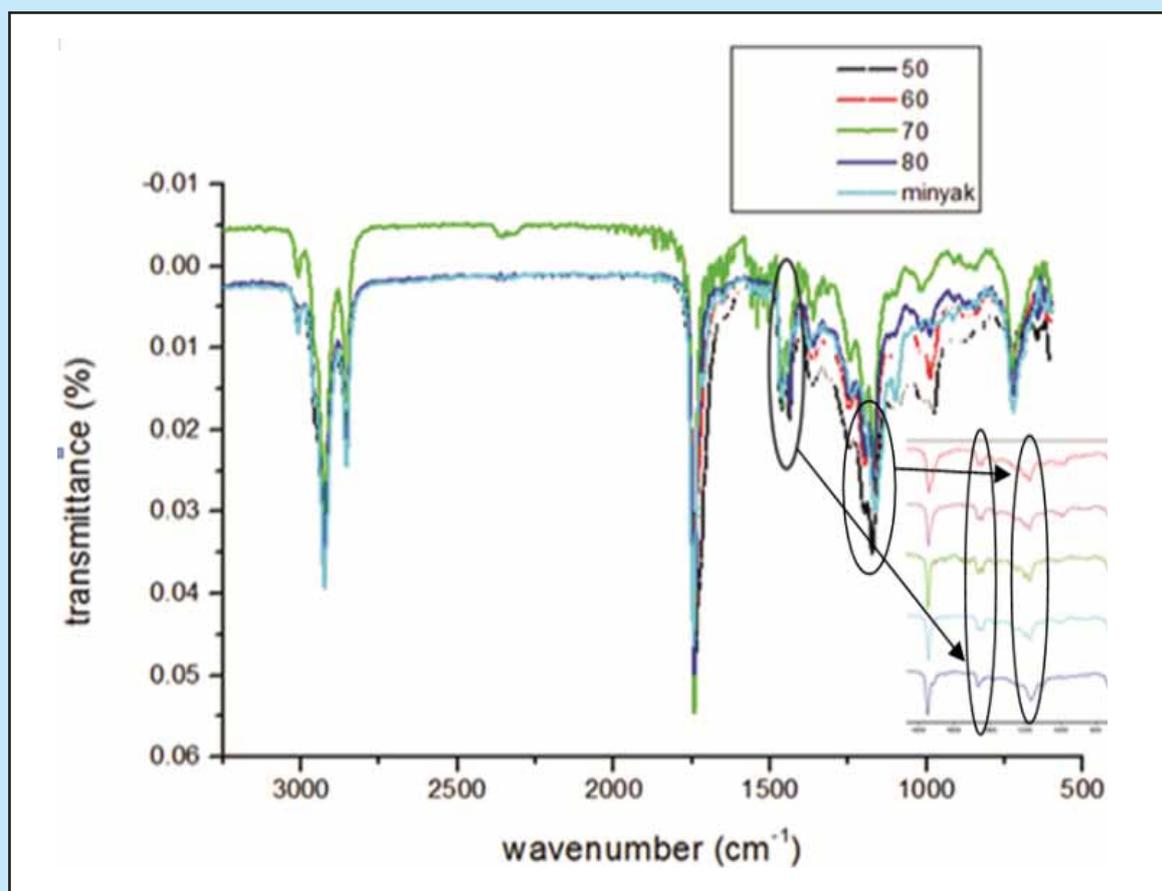
Hasil Pengujian	Biodiesel
Massa jenis (g/cm ³)	0,855
Viskositas kinematik (cSt)	3,12

dimungkinkan karena metanol lebih banyak menguap dahulu sebelum bereaksi dengan trigliserida. Berikut tabel yang menyajikan presentase keberhasilan reaksi transesterifikasi terhadap 5 mL minyak yang dipakai tiap reaksi.

Presentase transesterifikasi dihitung dengan membagi volume biodiesel dengan volume minyak yang dipakai dalam satu kali reaksi. Berikut grafik yang menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi reaksi transesterifikasi.

D. Identifikasi dan Karakterisasi Biodiesel

Identifikasi biodiesel bertujuan mengetahui komposisi asam lemak dari biodiesel yang dihasilkan. Biodiesel yang diidentifikasi asam emaknya adalah biodiesel dengan rendemen tertinggi sesuai dengan Tabel 1. Identifikasi ini menggunakan analisis GC-MS. Hasil yang didapat dari kromatogram GC-MS, menunjukkan ada lima senyawa asam lemak yang menyusun biodiesel ini seperti pada Tabel 2.



Gambar 2
Spektrogram FTIR biodiesel dan minyak.

Biodiesel yang dihasilkan didominasi oleh metil heksadekenoat diikuti dengan metil linoleat, metil palmitat, metil stearat, dan metil eikosenoat. Jumlah metil ester yang didapatkan didasarkan pada luas area dari kromatogram GC.

Biodiesel yang telah dihasilkan selanjutnya akan dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam biodiesel. Gugus fungsi yang dapat dianalisis bisa digunakan untuk membandingkan karakter dan jenis gugus fungsi antara biodiesel dan minyak hasil esterifikasi yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi. Berikut Tabel 3 yang menyajikan gugus fungsi biodiesel dan minyak hasil esterifikasi.

Bilangan gelombang yang menjadi ciri khas gugus ester adalah adanya puncak pada bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} yang menunjukkan gugus C=O (karbonil alifatik). Ciri kedua yaitu adanya bilangan gelombang 1300 - 1100 cm^{-1} ikatan gugus C-O alifatik (Stuart 2004).

Terdapat perbedaan puncak antara biodiesel hasil transesterifikasi dengan minyak biji tembakau yang terdapat pada puncak bilangan gelombang 1500-1400 cm^{-1} dan 1250-1100 cm^{-1} . Puncak yang dihasilkan (Gambar 2) minyak biji tembakau pada range dua bilangan gelombang ini hanya muncul satu puncak. Satu puncak ini menandakan bahwa komponen minyak masih dalam bentuk trigliseridanya. Spektrogram biodiesel pada dua range bilangan gelombang pada Gambar 2 menghasilkan dua puncak yang berdekatan. Dua puncak gelombang tersebut pada range bilangan gelombang adalah 1458 cm^{-1} dan 1435 cm^{-1} yang merupakan bilangan gelombang dari (CO)-O-CH₃. Dua puncak gelombang yang muncul di range 1250-1100 cm^{-1} pada biodiesel merupakan bilangan gelombang gelombang dari gugus C-O. Hadirnya dua puncak pada dua range bilangan gelombang tersebut menandakan bahwa trigliserida dari minyak sudah menjadi monogliserida-monogliserida ester pada biodiesel seperti pada Gambar 2 (Shimadzu GmbH Europa 2016).

Identifikasi yang terakhir merupakan identifikasi untuk sifat fisiknya yang berupa massa jenis dan viskositasnya. Acuan perhitungan sifat fisik ini berdasarkan Badan SNI 04-7182-2006 yang menyatakan bahwa massa jenis biodiesel harus memiliki nilai (0,85-0,89 g/cm³). Viskositas kinematikanya harus memiliki nilai antara 2,3-6,0 cSt. Berikut tabel hasil perhitungan kedua sifat fisik yang memenuhi SNI.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah suhu reaksi transesterifikasi berpengaruh pada rendemen biodiesel yang ditunjukkan dengan perbedaan nilai rendemen dan suhu optimal pada 70°C dengan keberhasilan transesterifikasi biodiesel mencapai 47,6%. Hasil identifikasi gugus fungsi masing-masing rendemen biodiesel memiliki kemiripan frekuensi pada gugus esternya yang ditunjukkan pada bilangan gelombang C=O (1750-1730 cm⁻¹) dan ikatan C-O (1300-1100 cm⁻¹). Karakteristik fisik massa jenis dan viskositas biodiesel rendemen tertinggi memenuhi SNI.

KEPUSTAKAAN

Anastasia, Cahyo, dan Yunita. 2014. *Filosofi Budidaya Tembakau Cerutu Vorstenlanden*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Issariyakul T dan Dalai, AK. 2014. Biodiesel From Vegetables Oils. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol.31(1):1446–1471.

Mohammad , M. A dan Tahir, N. A. 2014. Evaluation of Chemical Composition of Tobacco (*Nicotiana tabacum L*) Genotypes Seeds. *Annual Reseach & Review in Biology*. Vol 4 (9): 1480 – 1489.

Moser, B. R. 2012. Biodiesel from Alternative Oilseed Feedstock: Camelina and Field Pennycress. *Biofuels*. Vol 3(2). 193 – 209.

Shimadzu Europa GmbH. 2016. Identification of Ester and Especial FAME in Different Oils. www.shimadzu.de [serial online]. <https://www.shimadzu.hr/sites/default/files/Infrared%20Spectroscopy%20differences%20between%20biodiesel%20prepared%20from%20rapeseed%20and%20the%20edible%20rapeseed%20oil.pdf>. [5 Oktober 2016].

Srinivas, Babu, Rao, dan Sivaraju. 2013. Experimental Analysis Of Tobacco Seed Oil Blends With Diesel In Single Cylinder Ci-Engine. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. Vol. 4(10): 4535.

Srinivas, Babu, Rao, dan Sivaraju. 2013. Experimental Analysis Of Tobacco Seed Oil Blends With Diesel In Single Cylinder Ci-Engine. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. Vol. 4(10): 4535.