

EFEK PENGGUNAAN IRADIASI MICROWAVE DALAM PEMBUATAN BIODIESEL MINYAK NYAMPLUNG (*CALOPHYLLUM INOPHYLLUM LINN*)

Nisa Nurhidayanti

Program Studi Teknik Lingkungan Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa
nisanurhidayanti@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan biodiesel dilakukan untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil yang persediaannya semakin berkurang. Bahan baku biodiesel yang baik menggunakan bahan non pangan sehingga penggunaannya tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn*) adalah satu tanaman nonpangan yang berpotensi menghasilkan randemen biodiesel yang tinggi. Minyak nyamplung dalam penelitian ini memiliki kandungan FFA sebesar 27,498%, oleh karena itu diperlukan proses pretreatment yang terdiri dari degumming untuk menghilangkan getah, esterifikasi dan netralisasi untuk menurunkan FFA < 2% agar minyak dapat dilanjutkan pada proses transesterifikasi. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pengaruh daya microwave, waktu dan suhu reaksi terhadap yield biodiesel. Transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan variasi daya (100, 200 dan 400W), variasi waktu (5, 7, 10, 12 dan 15 menit) dan variasi suhu (50, 55, 60, 65 dan 70 °C). Hasil penelitian menunjukkan kondisi terbaik menggunakan power microwave 200W pada suhu 65 °C selama 5 menit, yield biodiesel maksimal sebesar 84,62% dan sifat fisik biodiesel telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 dan EN-14214. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan iradiasi microwave dapat mengurangi waktu reaksi transesterifikasi menjadi 1/6 kali lebih cepat dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci: Efek, biodiesel, microwave, minyak nyamplung

Abstract

*The use of biodiesel is done to replace the use of fossil fuels whose supply is decreasing. Biodiesel feedstock uses non-food ingredients so that its use does not compete with food needs. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn*) is a non food feedstock that has the potential to produce high biodiesel yield. Nyamplung oil in this study had amounted to 27,498% FFA content, therefore, needs a pretreatment process consisting of degumming to remove gum, esterification and neutralization to lower FFA <2% so that the oil can be resumed in the transesterification process. The purpose of this research to study the effect of microwave power, reaction time and temperature on biodiesel yield. Transesterification is done by using power variations (100, 200 and 400W), time variations (5, 7, 10, 12 and 15 min) and temperature variations (50, 55, 60, 65 and 70 oC). The result of this research showed the best condition using 200W microwave power at 65oC for 5 minutes, maximum biodiesel yield of 84.62% and biodiesel physical properties have fulfilled the standard of SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 and EN-14214. The results of this study showed that the rate of reaction using microwave irradiation higher and the reaction time becomes 1/6 times faster with activation energy value is smaller than with conventional methods.*

Keywords: effect, biodiesel, microwave, nyamplung oil

1. Pendahuluan

Indonesia masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi bahan bakar. Biodiesel adalah salah satu alternatif bahan bakar diesel yang dihasilkan dari reaksi minyak nabati/ hewani dengan alkohol dengan atau tanpa katalis. Bahan baku biodiesel yang digunakan di Indonesia adalah minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar. Penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku biodiesel dinilai kurang efisien karena mengganggu ketahanan pangan. Sedangkan minyak jarak pagar masih menjadi kendala karena rendahnya produktivitas tanaman jarak pagar. Salah satu tanaman non pangan yang memiliki potensi menghasilkan randemen biodiesel yang tinggi adalah nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn*).

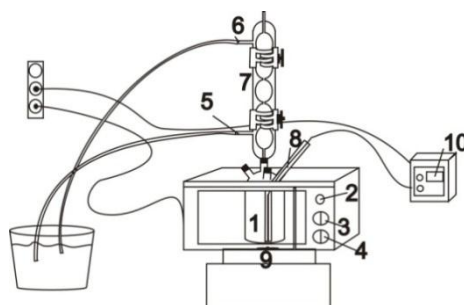
Biji nyamplung memiliki kandungan minyak yang sangat tinggi sekitar 65-75%. (Ong, *et al*, 2014). Berbagai reaksi katalitik yang digunakan dalam produksi biodiesel adalah katalis basa, katalis asam dan transesterifikasi enzimatik (Lin YC. *et al*, 2014). Transesterifikasi menggunakan katalis basa memberikan hasil yang optimal pada suhu rendah. Kendalanya adalah setelah reaksi akan mengalami kesulitan pemisahan dari gliserol, penghilangan katalis basa dari produk dan limbah yang dihasilkan tidak ramah lingkungan, serta tidak efektif untuk produksi biodiesel dari minyak mentah dengan FFA tinggi karena pembentukan sabun (Deng, *et al*, 2011). Pemilihan teknologi untuk proses pembuatan biodiesel sangat penting karena biodiesel merupakan suatu sumber energi terbarukan sehingga proses pembuatannya harus memperhatikan efisiensi prosesnya. Radiasi gelombang mikro adalah metode yang baik untuk mempercepat terjadinya reaksi dikarenakan energi langsung ditransfer ke reaktan sehingga proses transfer panas lebih efektif bila dibandingkan dengan pemanasan konvensional dan reaksi dapat selesai dalam waktu yang lebih pendek. Penggunaan *microwave* adalah metode terbaik untuk mengurangi waktu reaksi dan menghasilkan yield yang lebih besar pada produksi biodiesel (Motasemi & Ani, 2012). Kepolaran Metanol dapat menyerap radiasi gelombang mikro dengan sangat baik karena dipol metanol dapat menghancurkan permukaan pembatas antara metanol dan minyak, sehingga dapat meningkatkan kelarutan metanol dan minyak di bawah radiasi gelombang mikro dan meningkatkan reaksi transesterifikasi (Lidstrom *et al*, 2001).

Minyak *Calophyllum inophyllum* Linn mengandung FFA sebesar 27,498%, oleh karena itu tidak dapat dikonversi secara langsung menjadi biodiesel mengikuti reaksi transesterifikasi berkatalis basa secara konvensional. Metode dua atau tiga tahap telah diterapkan untuk menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi dari bahan baku ini oleh beberapa peneliti. Misalnya, Sahoo *et al.*, (2009) menggunakan proses transesterifikasi tiga tahap untuk menghasilkan biodiesel dari minyak *Calophyllum inophyllum* dengan bilangan asam awal 44 mg KOH/g. Venkanna & Reddy (2009) meneliti biodiesel dari minyak *Calophyllum inophyllum* Linn melalui *pretreatment* esterifikasi berkatalis asam, tahap transesterifikasi dan *post treatment*. SathyaSelvabala, *et al* (2011) melakukan proses dua tahap untuk menghasilkan biodiesel dari minyak *Calophyllum inophyllum* Linn menggunakan katalis asam padat dimodifikasi zeolite untuk langkah *pretreatment* diikuti oleh reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH. Penelitian Muhammad Fatih Ridho, dkk (2014) menunjukkan bahwa iradiasi microwave dengan katalis CaO dapat digunakan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung dengan kondisi operasi terbaik pada daya 100W, katalis 4% wt serta rasio mol metanol terhadap minyak 9:1. Yield maksimal sebesar 94% dan sifat biodiesel telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006. Penelitian Antonius Prihanto, dkk (2013) mengenai pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung melalui proses esterifikasi-netralisasi-transesterifikasi (E-N-T) menghasilkan yield biodiesel lebih tinggi dibanding proses Esterifikasi-transesterifikasi (E-T). Kondisi terbaik pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung melalui proses E-N-T pada rasio molar metanol-minyak 8:1, konsentrasi katalis KOH 1,25% wt pada suhu 60°C dengan yield biodiesel sebesar 92,20 %.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn) dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap, Jawa Tengah, KOH pa (Merck), $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ extrapure (Merck), H_2SO_4 pa, H_3PO_4 pa dan CH_3COOH pa dan etanol 96%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah microwave merk Elektrolux model EMM2007X type MM820AYC-PA0C, rangkaian reaktor transesterifikasi, oven vakum merk MTI model EQ-6020-FP, GC (*Gas Chromatography*) merk Hewlett Packard 5890 Series II dan GCMS Shimadzu-QP2010S. Rangkaian alat penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Keterangan gambar:

1). Reaktor labu

- 2). Tombol Power Microwave
- 3). Kontrol daya
- 4). Kontrol waktu
- 5). Aliran air pendingin masuk
- 6). Aliran air pendingin keluar
- 7). Kondensor refluks
- 8). Termometer
- 9). Magnetic stirrer
- 10). Kontrol suhu

2.2 Prosedur penelitian

2.2.1 Pretreatment

Minyak nyamplung dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap memiliki kadar *free fatty acid* (FFA) sebesar 27,498%, sehingga diperlukan tahap *pretreatment* sebelum transesterifikasi. Tahap *pretreatment* ini terdiri dari *degumming* yang bertujuan untuk menghilangkan getah (*gum*) yang terdiri dari fosfolipid, glikolipid, liprotein, resin fosfatida dan *impurities* dan tahap esterifikasi dan netralisasi yang bertujuan untuk menurunkan kadar FFA dan air sehingga dapat dilanjutkan ke tahap transesterifikasi.

a) Tahap *Degumming*

Minyak nyamplung sebanyak 400 mL dipanaskan hingga suhu 80°C kemudian ditambahkan asam fosfat sebanyak 8 mL (2% v/v) minyak nyamplung, sambil diaduk selama 15 menit. Selanjutnya minyak didiamkan dalam corong pisah hingga gum dan kotoran terpisah dari minyak (Sahirman, dkk, 2009).

b) Esterifikasi dengan katalis asam

Menurut S. Zhang *et al* (2010) rasio minyak terhadap metanol efektif untuk proses esterifikasi adalah 6,82:1-54,55:1. 300 mL minyak nyamplung hasil degumming dipanaskan dalam labu leher tiga hingga suhu 60 °C kemudian ditambahkan 6 mL H₂SO₄ sebagai katalis (2% v/v) dan 82 mL metanol (rasio molar metanol: minyak 8:1) dengan kecepatan pengadukan 400 rpm selama 60 menit pada suhu 60°C. Setelah melalui proses pemanasan, dilakukan pemisahan antara metanol, minyak dan air menggunakan corong pisah. Minyak yang terbentuk pada esterifikasi I memiliki FFA 13,19% sehingga perlu dilakukan esterifikasi II. 300 mL minyak hasil esterifikasi I dipanaskan hingga suhu 60 °C kemudian ditambahkan 6 mL katalis H₂SO₄ (2% v/v) dan 42 mL metanol dengan kecepatan pengadukan 400 rpm selama 60 menit pada suhu 60°C. Selanjutnya minyak dicuci dengan aquades bersuhu 40 °C dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 20 menit untuk mengurangi kadar air (Ridho, dkk, 2014).

c) Netralisasi

250 mL minyak hasil esterifikasi II selanjutnya dipanaskan hingga suhu ± 60 °C, ditambah 5 ml larutan KOH 1 N (2% v/v) dan diaduk selama 2 menit. Minyak dipindahkan ke dalam corong pisah dan ditambah air suhu ± 70 °C sebanyak 10 % dari volume minyak dan dibiarkan hingga minyak dan air dapat dipisahkan. Proses pencucian diulang hingga air cucian netral, selanjutnya dikeringkan pada suhu 85 °C dengan pengeringan vakum selama 30 menit (Prihanto, dkk.,2013).

2.2.2 Transesterifikasi

a) Transesterifikasi metode konvensional

Sebanyak 1,874 gram katalis KOH (1% wt) dicampurkan dengan 86mL metanol dalam bak air termostatik yang dilengkapi pengaduk magnetik selama 5-10 menit. 200 mL minyak nyamplung dimasukkan kedalam reaktor berisi campuran katalis dan metanol dilanjutkan dengan pemanasan di dalam reaktor transesterifikasi hingga suhu 65 °C. Proses transesterifikasi dilakukan dengan kecepatan pengadukan 400 rpm pada tekanan 1 atm, rasio molar metanol terhadap minyak 8:1 selama 30 menit. Selanjutnya, campuran dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga kedua lapisan terpisah. Lapisan biodiesel dicuci dengan aquades hangat dan asam asetat untuk menghilangkan katalis, metanol dan pengotor lainnya. Kemudian dikeringkan dalam vakum oven selama 30 menit dengan suhu 105°C untuk mengurangi kadar air (Ridho. dkk, 2014).

b) Transesterifikasi iradiasi microwave

Sebanyak 200 mL minyak nyamplung dimasukkan kedalam reaktor microwave. 1,874 gram katalis KOH (1%wt) dilarutkan dalam 86 mL metanol. Campuran katalis dan metanol dimasukkan ke dalam reaktor microwave berisi minyak nyamplung, dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu 65 °C. Pemanasan campuran di dalam *microwave* menggunakan power 100W selama 5 menit. Selanjutnya, campuran dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga kedua lapisan terpisah. Lapisan biodiesel dicuci dengan aquades hangat. Kemudian dikeringkan dalam vakum oven dengan suhu 105°C untuk mengurangi kadar air. Transesterifikasi dilakukan dengan kecepatan pengadukan 400 rpm pada tekanan 1 atm dengan variasi power microwave (100,

200 dan 400W), variasi suhu reaksi (50, 55, 60, 65 dan 70°C) dan variasi waktu reaksi (5, 7, 10, 12 dan 15 menit).

2.2.3 Metode analisis kualitas biodiesel

Sifat fisik biodiesel dari minyak nyamplung yang diuji antara lain densitas, bilangan asam, viskositas kinematik, flash point dan nilai kalor menggunakan metode standar ASTM.

Yield biodiesel dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$\text{Yield biodiesel} = \frac{\text{massa biodiesel}}{\text{massa minyak nyamplung}} \times 100\% \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Minyak nyamplung murni berwarna hijau kehitaman, kental dan berbau menyengat. Minyak nyamplung dalam penelitian ini memiliki kandungan FFA sebesar 27,498%, oleh karena itu diperlukan proses pretreatment yang terdiri dari *degumming* untuk menghilangkan getah, esterifikasi dan netralisasi untuk menurunkan FFA < 2% agar minyak dapat dilanjutkan pada proses transesterifikasi.

Setelah proses *degumming* warna minyak nyamplung berubah menjadi kuning kemerahan. Hal itu disebabkan karena hilangnya zat warna alami klorofil pada minyak nyamplung. Menurut Leksono Budi (2012) apabila minyak mentah memiliki kandungan FFA >20% maka reaksi esterifikasi dilakukan dua tahap. Proses esterifikasi I menghasilkan tiga lapisan produk. Lapisan atas berwarna coklat adalah metanol, lapisan tengah berwarna kuning kecoklatan adalah minyak dengan dan lapisan bawah berwarna hitam adalah air. Proses esterifikasi II menghasilkan dua lapisan produk. Lapisan atas berwarna coklat adalah minyak dan lapisan bawah berwarna hitam adalah air.

Penurunan kadar FFA dan viskositas selama proses treatment disajikan pada Tabel 1.

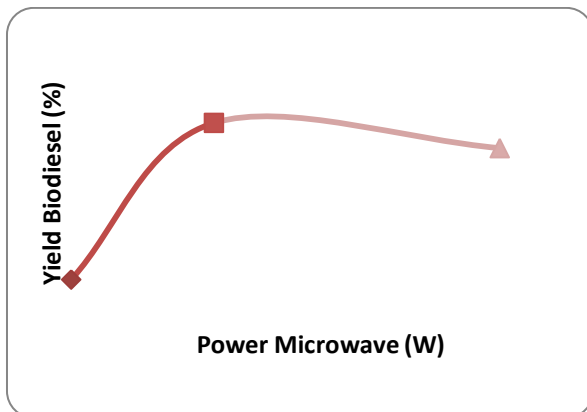
Tabel 1. Penurunan kadar FFA dan viskositas selama *pretreatment*

Perlakuan <i>pretreatment</i>	Levels FFA(%)	Viscosity (mm ² /s)
Minyak nyamplung	27,498	54,088
<i>Degumming</i>	25,521	43,848
Esterifikasi I	13,190	40,837
Esterifikasi II	5,940	28,633
Netralisasi	1,269	11,519

Tabel 1 menunjukkan bahwa setelah proses *degumming*, terjadi penurunan FFA yang sangat kecil karena kadar FFA masih tinggi sebesar 25,521%. Penurunan viskositas pada proses *degumming* disebabkan karena hilangnya getah dan kotoran lain karena proses *degumming*. Penurunan kadar FFA terjadi secara signifikan selama proses esterifikasi I, esterifikasi II dan netralisasi. Hal ini disebabkan karena reaksi esterifikasi mengkonversi asam lemak bebas pada minyak yang bereaksi dengan metanol membentuk metil ester dan air, dan pada netralisasi asam lemak bebas bereaksi dengan basa sehingga menjadi netral. Penurunan viskositas yang terjadi selama esterifikasi dan netralisasi disebabkan karena proses pemanasan yang dilakukan secara terus menerus. Minyak hasil proses *pretreatment* berwarna kuning kecoklatan dengan kadar FFA sebesar 1,269% dan telah memenuhi persyaratan minyak untuk dapat dilakukan reaksi transesterifikasi. Biodiesel dari minyak nyamplung yang dihasilkan pada penelitian ini berwarna coklat bening seperti warna teh, tidak seperti biodiesel pada umumnya berwarna kuning bening. Hal ini dikarenakan proses *pretreatment* biodiesel yang melalui proses pemanasan berulang kali dari *degumming*, esterifikasi dan netralisasi yang menyebabkan warna menjadi gelap. Warna gelap pada minyak dikarenakan beberapa proses pemanasan yang menyebabkan rusaknya beberapa senyawa organik dan terbentuknya radikal bebas yang membentuk polimer.

3.1. Pengaruh power microwave terhadap yield biodiesel

Pengaruh power microwave terhadap yield biodiesel disajikan pada Gambar 2.

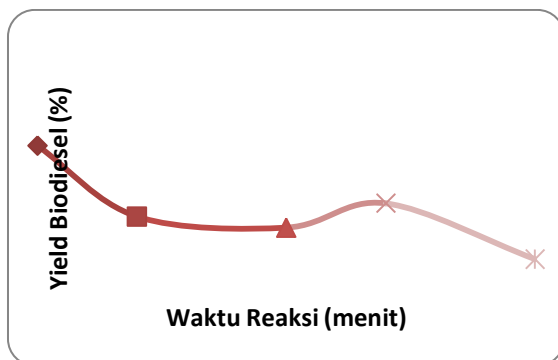


Gambar 2. Pengaruh power microwave terhadap yield biodiesel

Gambar 2 menunjukkan bahwa yield biodiesel mengalami peningkatan pada power microwave 100 W ke 200 W dari 74,12% menjadi 84,25% dan mengalami penurunan yang tidak signifikan pada power 400 W menjadi 82,46%. Hal ini sesuai dengan penelitian Groisman & Gedanken (2008); Patil PD. *et al* (2010) yang menunjukkan bahwa peningkatan power microwave akan menyebabkan peningkatan yield biodiesel, peningkatan daya microwave akan meningkatkan rotasi dipol, yang menghasilkan mempercepat pencampuran reaksi karena panas yang dihasilkan. Sedangkan penurunan yield biodiesel pada power 400 W dikarenakan tingginya suhu dalam microwave sehingga menyebabkan sebagian dari metanol berubah menjadi fase uap yang menyebabkan jumlah metanol yang bereaksi dengan trigliserida menjadi berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian Patil PD. *et al* (2012) bahwa power microwave yang tinggi menyebabkan kecepatan pergerakan momen dipol dalam metanol yang dapat merusak batas metanol dan minyak sehingga menurunkan konstanta dielektrik dan polaritas metanol sehingga terjadi homogenitas metanol dalam minyak. Suhu reaksi dan pemanasan microwave dalam percobaan ini maksimal pada 70 °C, yang berarti bahwa iradiasi microwave dihentikan ketika suhu lebih tinggi daripada suhu yang ditentukan.

3.2. Pengaruh waktu reaksi terhadap yield biodiesel

Waktu iradiasi merupakan salah satu faktor penting untuk produksi biodiesel dari minyak nyamplung, yang berhubungan dengan efisiensi percepatan proses transesterifikasi. Pengaruh waktu reaksi terhadap yield biodiesel disajikan pada Gambar 3.



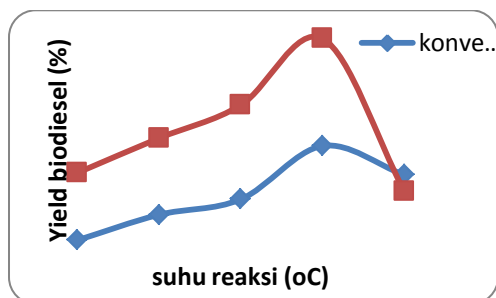
Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi terhadap yield biodiesel

Gambar 3 menunjukkan yield biodiesel optimum pada waktu reaksi 5 menit, kemudian mengalami penurunan hingga waktu reaksi 10 menit dan meningkat secara tidak signifikan pada menit ke12 kemudian mengalami penurunan lagi pada menit ke15. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan microwave selama 5 menit dapat menghasilkan yield biodiesel yang tinggi dibandingkan reaksi yang lebih lama. Semakin lama waktu reaksi, maka yield biodiesel yang dihasilkan semakin berkurang. Fenomena ini dapat dijelaskan bahwa pada tahap awal iradiasi microwave terjadi akumulasi termal dari campuran reaksi untuk produksi biodiesel yang efektif. Setelah itu, difusivitas dari campuran reaksi menurun sehingga yield biodiesel berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian Eevera *et al* (2009) dan Ma, FR *et al* (1998) yang menunjukkan bahwa waktu reaksi yang berlebihan akan mereduksi yield biodiesel karena reaksi samping transesterifikasi sehingga metil ester akan

berkurang karena sisa asam lemak bebas yang bereaksi dengan katalis membentuk sabun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi menggunakan iradiasi microwave dapat berlangsung 1/6 kali lebih cepat dibandingkan dengan transesterifikasi menggunakan metode konvensional selama 30 menit.

3.3. Pengaruh suhu reaksi terhadap yield biodiesel

Pengaruh suhu reaksi terhadap yield biodiesel disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh suhu reaksi terhadap yield biodiesel

Gambar 4 menunjukkan kecenderungan bahwa semakin tinggi suhu, maka semakin tinggi yield biodiesel. Peningkatan yield secara signifikan pada suhu 50 °C hingga suhu 65 °C dari 70,99% hingga 77,15%, tetapi yield biodiesel menurun pada suhu 70°C sebesar 75,26%. Semakin tinggi suhu akan meningkatkan aktifitas katalitik. Hal ini sesuai dengan penelitian Azcan dan Danisman (2008) yang menyatakan bahwa yield biodiesel akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu reaksi. Kenaikan suhu reaksi akan menurunkan viskositas minyak karena kelarutan trigliserida dalam metanol meningkat akibat meningkatnya energi kinetik antara molekul trigliserida dan metanol, sehingga laju reaksi meningkat. Meningkatnya suhu reaksi dapat meningkatkan jumlah tumbukan efektif untuk menghasilkan biodiesel (Leung, *et al*, 2010).

Pada suhu 70 °C terjadi penurunan yield biodiesel karena telah melewati titik didih metanol (64,7 °C), sehingga sebagian metanol mengalami perubahan fase dari cair menjadi gas. Terjadinya perubahan fasa metanol ini menyebabkan jumlah metanol dalam fase cair berkurang sehingga jumlah tumbukan efektif untuk yield biodiesel akan berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Leung & Guo (2006) dan Prihanto, dkk (2013) bahwa pada suhu 70 °C yield biodiesel dikarenakan penguapan metanol dan terjadinya reaksi saponifikasi trigliserida yang semakin cepat.

3.4. Hasil Analisis Biodiesel

Sifat fisik biodiesel nyamplung dari iradiasi microwave dibandingkan dengan standar SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 dan EN-14214 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisik biodiesel nyamplung dibandingkan SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 dan EN-14214

Sifat fisik	Biodiesel	SNI 04-7182-2006	ASTM 6751-02	EN-14214
Massa jenis pada 40 °C (kg/m ³)	881	850-890	870-890	860-900
Bilangan asam (mg KOH/g)	0,4910	Maks.0,8	Maks. 0,5	Maks 0,5
Viskositas kinematik suhu 40°C (mm ² /s)	4,1338	2,3-6,0	1,9-6,0	3,5-5,0
Titik nyala (°C)	165	Min. 100	Min. 131	Min.101
Nilai kalor (BTU/lh)	15.814	-	-	-

Tabel 2 menunjukkan bahwa sifat fisik biodiesel nyamplung dengan iradiasi microwave yang diuji telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 dan EN-14214.

Dari hasil analisis GCMS yang telah dilakukan, maka diperoleh kandungan metil ester dari biodiesel minyak nyamplung dengan iradiasi microwave yaitu 30,23% metil oleat, metil linolelaidat 25,76%, metil palmitat 19,21%, metil stearat 15,75%, metil lignocerat 2,11%, metil eicosanoic 1,41%, metil behenate 0,54% dan metil palmitoleat 0,37%. Hal ini sesuai dengan analisis Balitbanghut (2008) bahwa asam lemak yang terkandung dalam minyak nyamplung adalah asam oleat 37,57%, asam linoleat 26,33%, dan asam stearat 19,96%. Selebihnya berupa asam palmitat, asam linolenat, asam arachidat dan asam erukat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa iradiasi microwave dengan katalis KOH dapat digunakan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung. Yield maksimum sebanyak 84,62% diperoleh pada kondisi operasi suhu 65 °C, power 200 W selama 5 menit. Sifat fisik biodiesel yang diuji telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006, ASTM 6751-02 dan EN-14214. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi menjadi 1/6 kali lebih cepat dibandingkan metode konvensional.

Daftar Pustaka

- [1] Azcan, N. & Danisman, A., (2008). Microwave assisted transesterification of rapeseed oil. *Fuel* (87): 1781–1788.
- [2] Balitbanghut (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan). (2008). *Nyamplung (Calophyllum inophyllum Linn) Sumber energi biofuel yang potensial* : Jakarta.
- [3] Deng, X., Fang, Z., Liu, YH., & Yu, CL. (2011). Production of biodiesel from *Jatropha* oil catalyzed by nanosized solid basic catalyst. *Energy* (36): 777-784.
- [4] Eevera T, Rajendran K, Saradha S. (2009). Biodiesel production process optimization and characterization to assess the suitability of the product for varied environmental conditions. *Renewable Energy* (34): 762–765.
- [5] Groisman Y, Gedanken A. (2008). Continuous flow, circulating microwave system and its application in nanoparticle fabrication and biodiesel synthesis. *Journal Physical Chemistry* (112):8802-8808.
- [6] Leksono, B., Hendrati, RL., Mashudi, Windyarini, E. & Hasnah, TM. (2012). Pemuliaan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) untuk Bahan Baku Biofuel : Keragaman Produktivitas Biodiesel dan Kandungan Resin Kumarin dari Populasi Nyamplung di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan: Jakarta.
- [7] Leung, DYC. & Guo, Y. (2006). Transesterification of neat and used frying oil: Optimization for biodiesel production. *Fuel Process Technology*. (87):883–90.
- [8] Leung, DYC., Wu, X. & Leung, MKH. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Applied Energy* (87):1083–1095.
- [9] Lidstrom P, Tierney J, Wathey, B. & Westman, J. (2001). Microwave assisted organic synthesis - a review. *Tetrahedron* (57) :9225–9283.
- [10] Lin, YC., Chen, SC., Chen, CE., Yang, PM. & Jhang, SR. (2014). Rapid *Jatropha*-biodiesel production assisted by a microwave system and a sodium amide catalyst. *Fuel* (135): 435-442.
- [11] Ma, FR., Clements LD. & Hanna MA. (1998). The effects of catalyst, free fatty acids, and water on transesterification of beef tallow. *Trans Am Soc Agric Eng* (141):1261–4.
- [12] Motasemi, F., & Ani, FN. (2012). A review on microwave-assisted production of biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7): 4719:4733.
- [13] Muhammad, Fatih R., Jatranti, S., Qadariah, L.& Mahfud. (2014). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. *Jurnal teknik Pomits Vol. 3, No. 2, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [14] Ong, HC., Masjuki, HH., Mahlia, TMI, Silitonga AS, Chong WT, & Leong KY. (2014). Optimization of biodiesel production and engine performance from high free fatty acid *Calophyllum inophyllum* oil in CI diesel engine. *Energy Conversion and Management* (81): 30-40.
- [15] Patil PD, Gude VG, Camacho LM, Deng S.(2010) Microwave-assisted catalytic transesterification of *Camelina Sativa* oil. *Energy Fuels* (24):1298-1304.
- [16] Patil, PD. (2012). Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using Sulfuric Acid and Microwave Irradiation Processes. *Journal of Environmental Protection* 03(01): 107–113.
- [17] Patil, PD, Reddy, H, Muppaneni, T., Mannarswamy, A., Schuab, T. & Holguin, FO,. (2012). Power dissipation in microwave-enhanced in situ transesterification of algal biomass to biodiesel. *Green Chem* (14):809-818.
- [18] Prihanto, A., Pramudono, B & Santosa, H. (2013). Peningkatan Yield Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung melalui Transesterifikasi dua Tahap. *Momentum*, Vol. 9, No. 2, Hal. 46-53 ISSN 0216-7395.
- [19] Sahirman, Suryani, A., Mangunwidjaja, D., Sukardi & Sudradjat, R. (2009). Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) pada Proses Produksi Biodiesel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan*: Bogor.
- [20] Sahoo, PK., Das, LM. (2009). Process optimization for biodiesel production from *jatropha*, karanja and polanga oils. *Fuel* 88 (9) : 1588–1594.

- [21] Sathyaselvabala, V., Ponnusamy, S., Periyaraman, PM., Selvaraj, DK., Thangaraj, V., & Subramanian, S. (2011). Two step biodiesel production from *Calophyllum inophyllum* oil: studies on thermodynamic and kinetic modelling of modified β -zeolite catalysed pre-treatment. *Journal Chemical Engineering*, (9999) : 1–8.
- [22] S.Zhang, Y.G. Zu, Y.J. Fu, M. Luo, D.Y. Zhang, E. Thomas. (2010). Rapid microwave assisted transesterification of yellow horn oil to biodiesel using a heteropolyacid solid catalyst. *Bioresource Technology* (101): 931–936.
- [23] Venkanna, BK., Reddy, VC. (2009). Biodiesel production and optimization from *Calophyllum inophyllum* linn. oil (honne oil) – a three stage method. *Bioresource Technology* (100) : 5122–5125.