

# Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Dengan Katalis NaOH Menggunakan Gelombang Mikro (*Microwave*) Secara Kontinyu

D. S. Prayanto, M. Salahudin, L. Qadariyah, dan Mahfud

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: mahfud@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak**— Biodiesel merupakan bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi. Proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan metode pemanasan konvensional maupun dengan metode pemanasan *microwave*. Dengan radiasi *microwave*, maka waktu yang dibutuhkan saat proses transesterifikasi lebih singkat dibandingkan dengan konvensional. Disisi lain, minyak kelapa memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel karena ketersediaannya yang melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biodiesel dari minyak kelapa secara kontinyu melalui proses transesterifikasi metanol dengan menggunakan radiasi *microwave* dengan katalis NaOH dan mempelajari pengaruh konsentrasi tiap katalis, daya, dan laju umpan yang digunakan terhadap *yield*, densitas, dan viskositas biodiesel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini di gunakan 3 variabel, yaitu laju umpan 0,73; 1,25; 1,72 ml/s, konsentrasi katalis 0,25; 0,5; 1 (% berat) variabel daya *microwave* 100, 264, 400, 600, dan 800 Watt. Rasio umpan ditentukan pada 1:9. Pada tahap persiapan melarutkan metanol dan katalis sesuai dengan variabel hingga tercampur homogen. Selanjutnya tahap transesterifikasi dengan mencampurkan larutan metanol (metanol dan katalis) dengan minyak kelapa dengan mol ratio yang telah ditentukan dan mengatur daya *microwave* untuk memulai proses transesterifikasi, proses berlangsung secara kontinyu menggunakan mix flow reaktor. Selanjutnya pemisahan hasil transesterifikasi dari gliserol, dilanjutkan dengan tahap pencucian dengan aquadest untuk memisahkan *impurities* dan katalis yang masih tersisa dalam biodiesel kemudian memanaskan pada oven untuk menguapkan kandungan air dalam biodiesel. Selanjutnya menganalisa hasil biodiesel terhadap *yield*, densitas, dan viskositasnya. Hasil terbaik dari variabel yang digunakan di atas adalah pada katalis NaOH dengan konsentrasi 1 %, daya 800 Watt, dan laju umpan 0,73 ml/s, dengan *yield* sebesar 89,55 % , densitas sebesar 0,876 gram/cm<sup>3</sup> dan viskositas sebesar 3,087 cSt.

**Kata Kunci**— Biodiesel, Minyak Kelapa, Transesterifikasi, *Microwave*.

## I. PENDAHULUAN

**B**AHAN bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui dan terus mengalami pengurangan. Bahan bakar alternatif merupakan solusi dari permasalahan bahan bakar ini. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Biodiesel dapat diperoleh dari minyak kelapa melalui reaksi transesterifikasi trigliserida dan atau reaksi esterifikasi asam lemak bebas tergantung dari kualitas minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku. Reaksi esterifikasi akan berlangsung dengan baik jika diberikan kalor, baik pemanasan secara

langsung maupun dengan menggunakan gelombang elektromagnetik [1].

Gelombang mikro yang dihasilkan dari *microwave* akan menghasilkan pemanasan yang lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut. Pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan. Proses pemanasan mempengaruhi reaksi yang terjadi, sehingga agar reaksi lebih cepat berjalan energi aktivitas pembuatan biodiesel harus berkurang, oleh karena itu pemilihan katalis dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam reaksi pembuatan biodiesel [2].

Katalis basa homogen seperti natrium hidroksida (NaOH), merupakan katalis yang paling umum digunakan dalam proses pembuatan biodiesel karena dapat digunakan pada suhu dan tekanan operasi yang relatif rendah serta memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Pembuatan biodiesel tanpa katalis membutuhkan perlakuan yang lebih. Dalam prosesnya membutuhkan suhu dan tekanan tinggi. Sehingga membutuhkan reaktor yang berbahan khusus. Agar diperoleh *yield* maksimum, reaksi berjalan pada reaksi yang melebihi suhu metanol *supercritical* yaitu pada suhu 240°C [3].

Penelitian ini bertujuan untuk membuat biodiesel dari minyak kelapa secara kontinyu melalui proses transesterifikasi metanol dengan menggunakan radiasi *microwave* dengan katalis NaOH dan mempelajari pengaruh konsentrasi tiap katalis, daya, dan laju umpan yang digunakan terhadap *yield*, densitas, dan viskositas biodiesel yang dihasilkan

## II. METODOLOGI

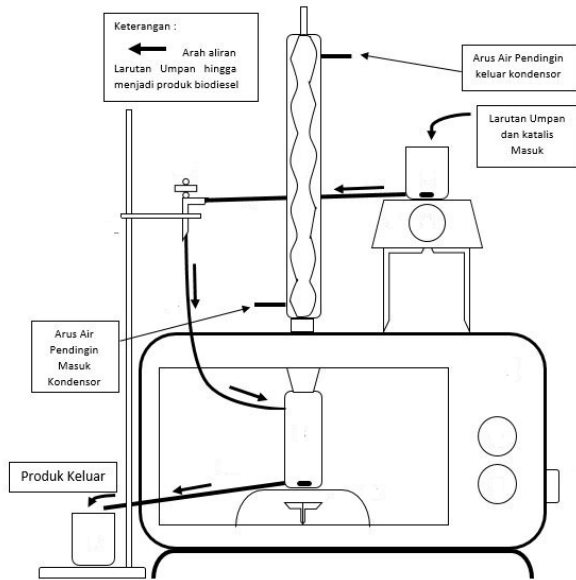
Metode yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa secara kontinyu adalah proses reaksi transesterifikasi dengan menggunakan radiasi gelombang *microwave*.

### A. Bahan yang digunakan

Dalam penelitian ini, minyak kelapa yang digunakan adalah minyak kelapa *merk* barco yang memiliki kandungan FFA kurang dari 5 %.

### B. Deskripsi Peralatan

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah *microwave* Electrolux model EMM2007X dengan frekuensi sebesar 2450 MHz dan daya sebesar 800W. Reaksi transesterifikasi dilakukan dalam reaktor mix flow berbahan kaca.



Gambar 1. Skema Reaktor Mix Flow dan Microwave

C. Prosedur

Pertama-tama dilakukan pengukuran densitas, viskositas, dan % FAA minyak kelapa. Selanjutnya katalis NaOH padat dilarutkan di metanol dengan cara dicampur dan diaduk dengan stirer. Campuran tersebut kemudian di campur dengan minyak kelapa di aduk hingga homogen. Kemudian sebelum di alirkan dengan laju umpan tertentu ke dalam reaktor, di atur daya sesuai variabel. Produk yang dihasilkan kemudian didiamkan dan didinginkan hingga terbentuk dua lapisan, lapisan atas (biodiesel) dari lapisan bawah (gliserol). Selanjutnya biodiesel yang terbentuk dicuci dengan aquades pada suhu 40°C untuk menghilangkan sisa katalis dan pengotor. Selanjutnya biodiesel di masukkan ke dalam oven pada suhu 100 °C selama sejam.

D. Kondisi Operasi & Variabel Penelitian

Kondisi operasi yang tetap dijaga yaitu :

- Tekanan atmosferik 1 atm
  - Ratio massa metanol dan minyak kelapa adalah 1:9
- Variabel yang digunakan ada 3 jenis, yaitu :
- Laju umpan : 0,73; 1,25; 1,72 ml/s
  - Konsentrasi katalis NaOH: 0,25; 0,5; 1 %
  - Daya output microwave : 100, 264, 400,600,800 Watt

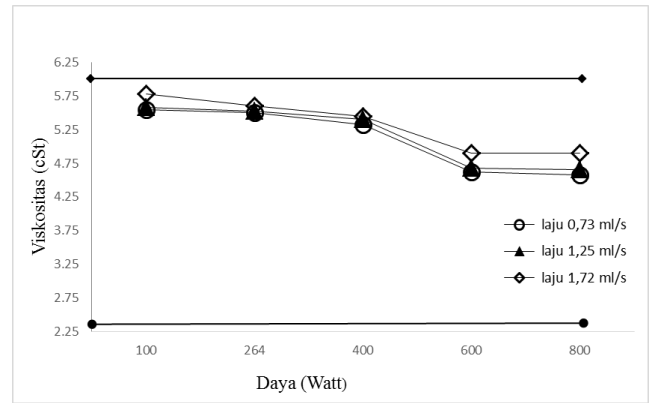
III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan biodiesel dengan katalis homogen. Katalis yang digunakan adalah katalis NaOH padat. Perbandingan volume minyak kelapa dan metanol adalah 1:9. Pembuatan biodiesel dilakukan pada variasi daya microwave yang digunakan yaitu 100, 264, 400, 600,dan 800 watt pada masing-masing laju umpan 0,73; 1,25; 1,72 ml/s.

A. Pengaruh Daya terhadap Produk Biodiesel

1) Pengaruh Daya terhadap Viskositas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 2 merupakan pengaruh daya terhadap viskositas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



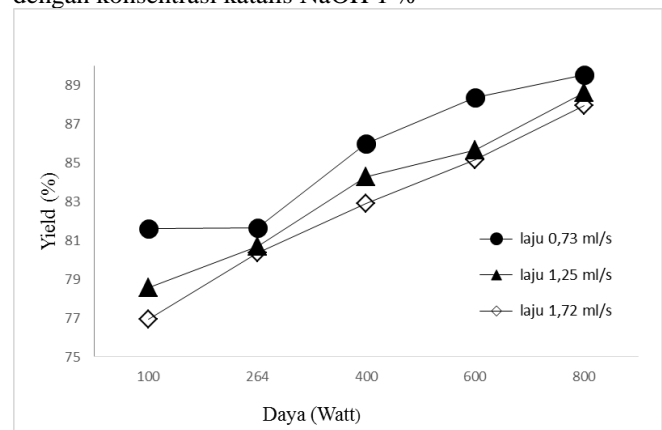
Gambar 2. Pengaruh daya terhadap viskositas biodiesel

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan cenderung menurun. Semakin besar daya yang digunakan, maka transfer gelombang micro akan semakin cepat, dan semakin tinggi suhu yang dihasilkan gelombang, maka tumbukan dalam liquid semakin cepat sehingga reaksi pembentukan semakin cepat. Sehingga akan memperkecil viskositas cairan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar daya pada proses transesterifikasi, maka nilai viskositas yang didapatkan semakin kecil. Viskositas terkecil yang didapatkan adalah 4,58 cSt , dimana nilai ini sesuai dengan standard viskositas biodiesel pada SNI 7182-2012. Nilai ini didapatkan pada laju umpan 0,73 ml/s dengan variabel konsentrasi 1% dan daya 800 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa pada daya 800 Watt merupakan daya yang terbaik dari daya yang diujikan. Hal ini dikarenakan pada 100, 264, 400, 600, 800 Watt masih menunjukkan adanya kecenderungan nilai dari viskositas yang terus menurun. Dengan demikian, adanya peningkatan daya akan memberikan efek thermal yang besar yang ditandai dengan adanya kenaikan suhu dan peningkatan viskositas produk biodiesel yang dihasilkan [4].

Pada daya tersebut, nilai viskositas yang sesuai standard SNI adalah pada semua daya yaitu 100, 264, 400, 600, 800 Watt. Dimana nilai viskositasnya semua masuk range standart SNI. Hal ini menunjukkan bahwa besar daya yang digunakan berbanding lurus dengan peningkatan viskositas produk biodiesel yang dihasilkan [5].

2) Pengaruh Daya terhadap Yield

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 3 merupakan pengaruh daya terhadap yield produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



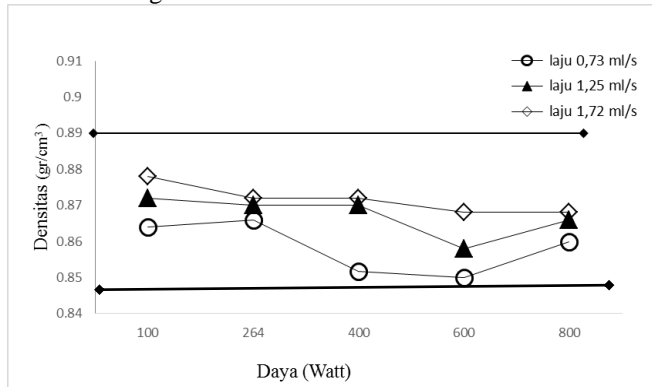
Gambar 3. Pengaruh daya terhadap yield biodiesel

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar daya yang digunakan, maka *yield* yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Meningkatnya nilai dari *yield* ini dikarenakan semakin besar daya yang digunakan, maka semakin banyak trigliserida dalam minyak kelapa yang akan bereaksi dengan metanol dan menghasilkan biodiesel lebih banyak. Pada daya 100, 264, 400, 600, dan 800 Watt terlihat bahwa masih ada kecenderungan dari *yield* itu naik, hal ini dikarenakan proses berjalan secara kontinyu sehingga waktu kontak di reaktor sedikit dan sedikitnya waktu kontak tidak menyebabkan biodiesel rusak oleh daya 800 Watt. Nilai *yield* pada konsentrasi katalis 1 % dan laju umpan 0,73 ml/s dengan daya 100, 264, 400, 600, dan 800 Watt berturut-turut adalah 81,6 ; 81,66 ; 86; 88,39; 89,55 %, sedangkan pada laju umpan 1,25 ml/s adalah 78,55; 80,7; 84,27; 85,65; 88,61 %, sedangkan pada laju umpan 1,72 ml/s adalah 76,96; 80,37; 82,91; 85,17; 87,95 %. Dari data-data tersebut terlihat bahwa *yield* terbaik pada daya 800 Watt dan laju umpan 0,73 ml/s yaitu 89,55 . Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan pada proses transesterifikasi maka akan menghasilkan tingginya *yield* dari biodiesel. (Serio et al, 2008)

Hal ini juga menunjukkan bahwa proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan gelombang mikro dapat memberikan *yield* yang maksimal meskipun dengan waktu pemanasan yang lebih singkat dibandingkan dengan metode konvensional [2]

3) Pengaruh Daya terhadap Densitas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 4 merupakan pengaruh daya terhadap densitas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



Gambar 4. Pengaruh daya terhadap densitas biodiesel

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai densitas biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis NaOH cenderung menurun dengan semakin meningkatnya daya. Densitas sebanding dengan viskositas yang dihasilkan terhadap variabel daya yang digunakan. Densitas terkecil yang didapatkan adalah 0,848 ml/s ,dimana nilai ini sesuai dengan standard densitas biodiesel pada SNI 7182-2012. Nilai ini didapatkan pada laju umpan 0,73 ml/s dengan variable konsentrasi 1% dan daya 800 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa pada daya 800 Watt merupakan daya yang terbaik dari daya yang diujikan. Hal ini dikarenakan adanya kecenderungan nilai dari densitas yang terus menurun. Dengan demikian, adanya peningkatan daya akan memberikan efek thermal yang besar yang ditandai dengan

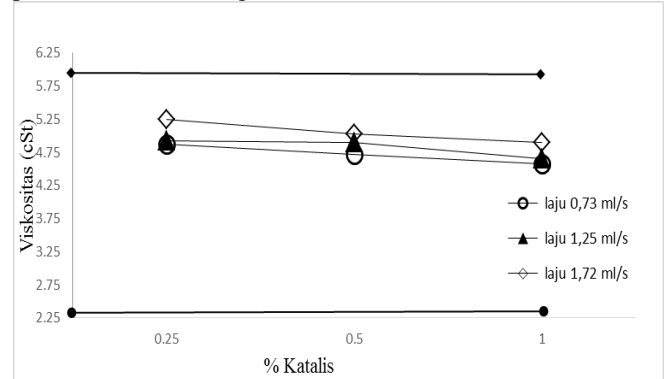
adanya kenaikan suhu dan peningkatan densitas produk biodiesel yang dihasilkan [4].

Pada daya tersebut, nilai densitas yang sesuai standard SNI adalah pada semua daya yaitu 100, 264, 400, 600, 800 Watt. Dimana nilai densitasnya semua masuk range standart SNI. Hal ini menunjukkan bahwa besar daya yang digunakan berbanding lurus dengan peningkatan densitas produk biodiesel yang dihasilkan [5].

B. Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Produk Biodiesel

1) Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Viskositas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 5 merupakan pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %

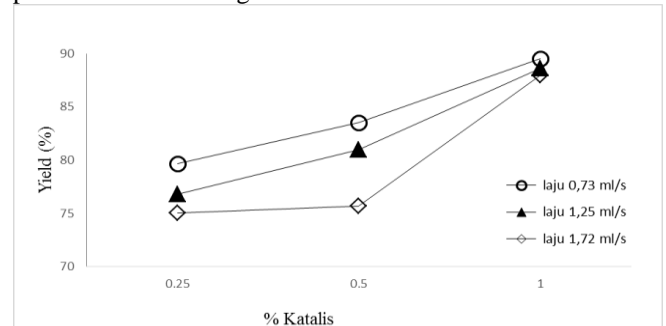


Gambar 5. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas biodiesel

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa grafik tersebut menunjukkan pada konsentrasi katalis NaOH 0,25%; 0,5%; 1% pada daya 800 Watt dan variasi laju umpan menghasilkan viskositas yang semakin kecil berbanding terbalik dari pertambahan konsentrasi katalis. Hasil viskositas sesuai dengan standard SNI dari biodiesel yaitu 2,3 – 6 cSt. Nilai viskositas pada laju umpan 0,73ml/s dan konsentrasi katalis 0,25%; 0,5%; 1% adalah 5,25; 5,03; 4,9 cSt, sedangkan pada laju umpan 1,25 ml/s didapatkan viskositas sebesar 4,93; 4,9; 4,65 cSt, sedangkan pada laju umpan 1,72 ml/s didapatkan viskositas sebesar 4,88; 4,73; 4,58 cSt. Viskositas terbesar dari grafik di atas adalah 5,25 cSt dan viskositas terkecil adalah 4,58 cSt. Dapat dilihat bahwa semua hasil pada konsentarsi katalis diatas sudah mendapatkan viskositas biodiesel yang sesuai standard SNI, kualitas terbaik yaitu viskositas yang paling kecil.

2) Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Yield

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 6 merupakan pengaruh konsentrasi katalis terhadap *yield* produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



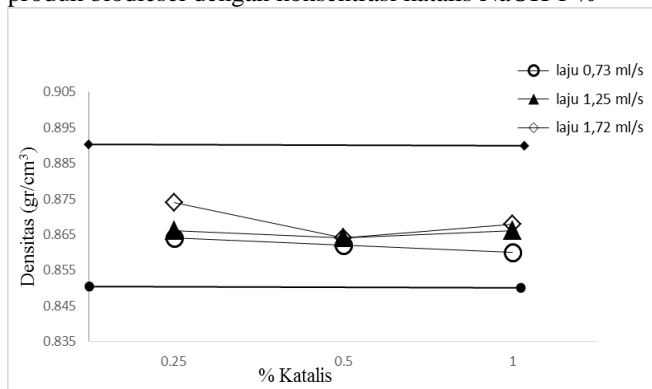
Gambar 6. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap yield biodiesel

Dari Gambar 6 pada daya 800 Watt dapat dilihat bahwa semakin banyak katalis yang digunakan khususnya pada

konsentrasi katalis 0,25%; 0,5%; 1%, maka *yield* yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Meningkatnya nilai dari *yield* ini dikarenakan semakin banyak konsentrasi katalis dan laju umpan yang lambat yaitu 0,73 ml/s, maka semakin banyak trigliserida dalam minyak kelapa yang akan bereaksi dengan metanol dan menghasilkan biodiesel lebih banyak dan laju umpan yang lambat membuat waktu tinggal reaktan bertambah lama. Nilai *yield* pada daya 800 Watt dan laju umpan 0,73 ml/s berturut turut pada konsentrasi katalis 0,25% ; 0,5% ; 1 % adalah 79,67; 83,5; 89,55% sedangkan pada laju umpan 1,25 ml/s adalah 76,8; 81,01; 88,61%, sedangkan pada laju umpan 1,72 ml/s adalah 75,01 ;75,71 ;87,95%. Dari data-data tersebut terlihat bahwa *yield* terbaik pada konsentrasi katalis 1% dan laju umpan 0,73 ml/s yaitu 89,55 .Semakin banyak konsentrasi katalis yang tepat maka akan meningkatkan *yield* dan laju umpan yang lambat mempengaruhi waktu tinggal reaktan di reaktor. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan pada proses transesterifikasi maka akan menghasilkan tingginya *yield* dari biodiesel [6].

3) Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Densitas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 7 merupakan pengaruh konsentrasi katalis terhadap densitas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



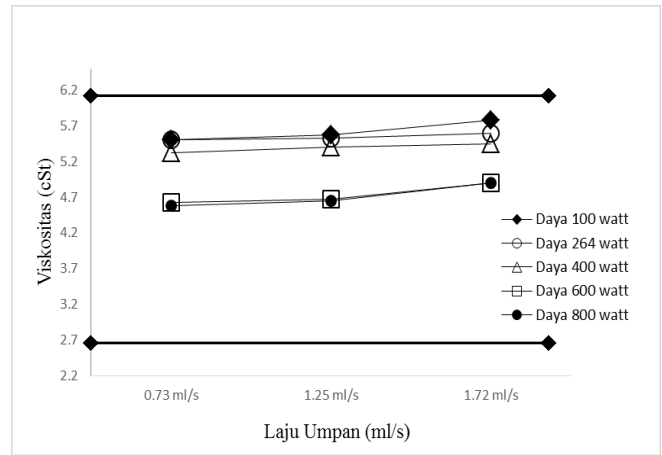
Gambar 7. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap densitas biodiesel

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa grafik tersebut menunjukkan pada konsentrasi katalis NaOH 0,25%; 0,5%; 1% pada daya 800 Watt dan variasi laju umpan, umumnya menghasilkan densitas yang semakin kecil berbanding terbalik dari penambahan konsentrasi katalis, meskipun hasilnya ada dari beberapa titik yang mengalami penambahan densitas. Hasil densitas ini sesuai dengan standard SNI dari biodiesel yaitu 0,85 – 0,89 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas pada laju umpan 0,73 ml/s dan konsentrasi katalis 0,25%; 0,5%; 1% adalah 0,864; 0,862; 0,86 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan pada laju umpan 1,25 ml/s didapatkan densitas sebesar 0,866; 0,864; 0,866 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan pada laju umpan 1,72 ml/s didapatkan viskositas sebesar 0,874; 0,864; 0,868 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas terbesar dari grafik IV.6 adalah 0,874 g/cm<sup>3</sup> dan densitas terkecil adalah 0,86 g/cm<sup>3</sup>. Dapat dilihat bahwa semua hasil pada konsentras katalis diatas sudah mendapatkan densitas biodiesel yang sesuai SNI.

C. Pengaruh Laju umpan terhadap Produk Biodiesel

1) Pengaruh Laju umpan terhadap Viskositas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 8 merupakan pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



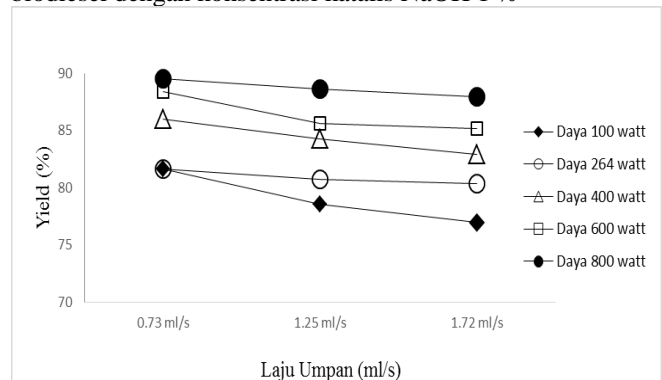
Gambar 8. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas biodiesel

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin besar laju umpan yang digunakan, maka viskositas yang dihasilkan juga akan semakin besar. Berkurangnya nilai dari viskositas ini dikarenakan laju umpan yang kecil menyebabkan semakin lama waktu tinggal di reaktor, sehingga semakin banyak trigliserida dalam minyak kelapa yang akan bereaksi dengan metanol dan menghasilkan biodiesel lebih banyak. Pada laju umpan 0,73; 1,25; 1,72 ml/s terlihat bahwa viskositas pada daya 800 Watt nilainya berturut-turut yaitu 4,58; 4,65; 4,9 cSt, pada daya 600 Watt yaitu 4,63; 4,68; 4,9 cSt, pada daya 400 Watt yaitu 5,33; 5,4; 5,45 cSt, pada daya 264 Watt yaitu 5,5; 5,53; 5,6 cSt, pada daya 100 Watt yaitu 5,5; 5,58; 5,78 cSt. Dari hasil data viskositas tersebut di dapatkan viskositas tertinggi pada daya 100 Watt dengan laju umpan 1,72 ml/s yaitu sebesar 5,78 cSt, sedangkan viskositas terendah terdapat pada daya 800 Watt dengan laju umpan 0,73 ml/s yaitu 4,58 cSt. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil laju umpan pada proses transesterifikasi maka akan menghasilkan viskositas yang lebih kecil.

Perbedaan viskositas pada biodiesel yang dihasilkan disebabkan oleh beberapa impuritis yang masih terkandung dalam biodiesel berupa sisa-sisa reaktan yang tidak bereaksi. Selain itu hal ini juga bisa disebabkan pemisahan yang kurang efektif dan kurang sempurna. Untuk mengatasi hal itu bisa dilakukan alternative cara pemisahan yang lain seperti cara sentrifugasi [7].

2) Pengaruh Laju umpan terhadap Yield

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 9 merupakan pengaruh laju umpan terhadap *yield* produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



Gambar 9. Pengaruh laju umpan terhadap yield biodiesel

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin besar laju umpan yang digunakan, maka *yield* yang dihasilkan akan

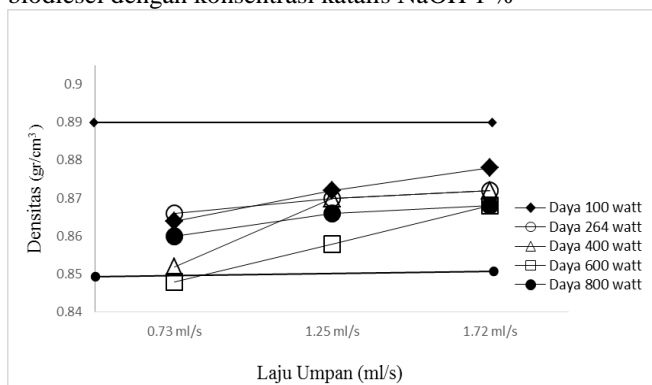
semakin kecil. Berkurangnya nilai dari *yield* ini dikarenakan laju umpan yang besar menyebabkan semakin cepat laju umpan dan semakin sedikit waktu tinggal di reaktor, sehingga semakin sedikit trigliserida dalam minyak kelapa yang akan bereaksi dengan metanol dan menghasilkan biodiesel. Pada laju umpan 0,73; 1,25; 1,72 ml/s terlihat bahwa viskositas pada daya 800 Watt nilainya berturut-turut yaitu 89,55; 88,61; 87,95 %, pada daya 600 Watt yaitu 88,39; 85,65; 85,17% , pada daya 400 Watt yaitu 86; 84,27; 82,91 %, pada daya 264 Watt yaitu 81.66; 80,7; 80,37 %, pada daya 100 Watt yaitu 81.6; 78,55; 76,96 %. Dari hasil data tersebut di dapatkan *yield* tertinggi pada daya 800 Watt dengan laju umpan 0,73 ml/s yaitu sebesar 89,55 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil laju umpan pada proses transesterifikasi maka akan menghasilkan *yield* yang lebih besar.

Dari hasil analisa *yield* dapat dilihat profil kenaikan *yield* seiring kenaikan waktu tinggal. Hal ini menandakan range waktu yang kami jadikan sebagai variabel masih dalam range dimana *yield* belum turun kembali seiring kenaikan suhu dan waktu. Semakin lama waktu reaksi maka suhu juga semakin meningkat sehingga memberikan efek thermal yang besar pula yang ditandai dengan peningkatan suhu yang cepat. Sesuai dengan literatur bahwa reaktan yang telah terkonversi menjadi biodiesel dan gliserol akan mengalami reaksi lanjut seiring peningkatan tekanan dan peningkatan suhu [8].

Ketika reaksi dilanjutkan dengan waktu yang lebih lama, maka hasil konversi biodiesel yang diperoleh semakin menurun seiring dengan penambahan waktu radiasi karena reaksi transesterifikasi merupakan reaksi dapat balik. Dimana setelah mencapai titik optimum, maka reaksi akan bergeser kearah reaktan kembali [9].

3) Pengaruh Laju umpan terhadap Densitas

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gambar 10 merupakan pengaruh laju umpan terhadap densitas produk biodiesel dengan konsentrasi katalis NaOH 1 %



Gambar 10. Pengaruh laju umpan terhadap densitas biodiesel

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin besar laju umpan yang digunakan, maka densitas yang dihasilkan juga akan semakin besar. Berkurangnya nilai dari densitas ini dikarenakan laju umpan yang kecil menyebabkan semakin lama waktu tinggal di reaktor, sehingga semakin banyak trigliserida dalam minyak kelapa yang akan bereaksi dengan metanol dan menghasilkan biodiesel lebih banyak. Pada laju umpan 0,73; 1,25; 1,72 ml/s terlihat bahwa densitas pada daya 800 Watt nilainya berturut-turut yaitu 0,86; 0,866; 0,868 gr/cm<sup>3</sup>, pada daya 600 Watt yaitu 0,848; 0,858; 0,868 gr/cm<sup>3</sup>, pada daya 400 Watt yaitu 0,8518; 0,870; 0,872

gr/cm<sup>3</sup> , pada daya 264 Watt yaitu 0,866; 0,870; 0,872, pada daya 100 Watt yaitu 0,864; 0,872; 0,878 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil data densitas tersebut di dapatkan densitas tertinggi pada daya 100 Watt dengan laju umpan 1,72 ml/s yaitu sebesar 0,878 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan viskositas terendah terdapat pada daya 600 Watt dengan laju umpan 0,73 ml/s yaitu 0,848 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil laju umpan pada proses transesterifikasi maka akan menghasilkan densitas yang lebih kecil..

D. Karakteristik Kualitas Produk Biodiesel

Pada Tabel 1 menunjukkan karakteristik kualitas sampel produk biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH pada konsentrasi katalis NaOH 1%, laju umpan 0,73 ml/s dengan daya 400 Watt, menunjukkan bahwa hasil produk biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi kualitas SNI 7128:2012.

Tabel 1. Karakteristik kualitas biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH

No	Pengujian	SNI 7128:2012	Hasil Pengujian	Metode Uji
1.	Densitas pada 40 °C (gram/cm <sup>3</sup> )	0,850-0,890	0,8763	ASTM D-1298
2.	Viskositas kinematik pada 40 °C (cSt)	2,3 – 6,0	3,057	ASTM D-7279
3.	Titik nyala (°C)	≥100	108	ASTM D-93
4.	Titik tuang (°C)	≤18	-3	ASTM D-97

Dari Tabel 1 di atas didapatkan hasil uji dari laboratorium P.T. Pertamina dimana dipilih 4 poin penting yang diuji yaitu densitas, viskositas, titik nyala, dan titik tuang. Sampel yang telah diuji pada tabel berdasarkan pada variabel terbaik yaitu daya 800 watt, katalis 1%, dan laju umpan 0,73 ml/s. Hasil viskositas menunjukkan angka yang lebih baik dari hasil uji manual pada variabel yang sama sebesar 4,58 cSt. Hasil densitas juga menunjukkan angka yang baik dan berbeda tipis dari uji manual pada variabel yang sama yaitu sebesar 0,86 gram/cm<sup>3</sup>.

Titik nyala adalah titik atau suhu dimana saat uap biodiesel tepat akan terbakar dalam waktu singkat. Dari hasil diatas titik nyala produk telah memenuhi syarat kelayakan biodiesel sesuai SNI 7128:2012 sebesar 108 °C pada variabel yang sama.

Titik tuang adalah titik/suhu dimana biodiesel tepat membeku secara keseluruhan. Dari hasil diatas titik tuang produk telah memenuhi syarat kelayakan biodiesel sesuai SNI 7128:2012 Sebesar -3 °C pada variabel yang sama.

E. Hasil Analisa Gas Chromatography (GC) pada produk Biodiesel

Analisa gas chromatography (GC) bertujuan untuk mengetahui komponen asam lemak yang terbentuk menjadi fatty acid methyl ester (FAME).

Tabel 2. Komposisi dari analisa GC pada biodiesel

Nama Komponen	Jumlah (mg/L)	Komposisi
As. Oktanoat	-	-

As. Dekanoat	12.328,8	0,99
As. Laurat	790.598	63,18
As. Miristat	282.385	22,57
As. Palmitat	123.517	9,87
As. Stearat	9897,14	0,79
As. Oleat	32568,6	2,60
As. Linoleat	-	-
TOTAL	1.251.294,54	1

Berdasarkan hasil analisa GC pada Tabel 2 diketahui bahwa komposisi asam lemak minyak kelapa merk barco yang terbentuk menjadi metil ester pada produk biodiesel di dominasi oleh metil laurat sebesar 63,18 % dan metil miristat sebesar 22,57 %. Hasil ini sesuai dengan hasil GC bahan baku dengan komposisi minyak kelapa yang menyebutkan bahwa asam lemak yang dominan dalam minyak kelapa adalah asam laurat adalah 41,21 % dan asam miristat 23,9 %. Dari data diatas menunjukkan bahwa asam lemak bebas yang berada pada minyak kelapa mengikat gugus alkil pada metanol dan menghasilkan metil ester tiap komponen asam lemak bebasnya. Metil ester ini biasa disebut dengan FAME (*fatty acid methyl ester*) atau biodiesel.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang kami peroleh maka dapat disimpulkan bahwa :

- \* Pembuatan biodiesel secara kontinyu berhasil dilakukan pada reaksi trans-esterifikasi dengan pemanasan gelombang micro (*microwave*)
- \* Semakin tinggi daya *microwave*, semakin tinggi % konsentrasi katalis, dan semakin lambat laju umpan (proses pemanasan semakin lama), semakin tinggi *yield* biodiesel yang dihasilkan, sementara viskositas dan densitas biodiesel semakin kecil
- \* Proses kontinyu memperoleh *yield* biodiesel terkecil 71,76 % pada daya 100, Watt, konsentrasi katalis 0,25 %, dan laju umpan 1,72 ml/s dan *yield* terbaik 89.55% pada daya 800 Watt, konsentrasi katalis 1 %, dan laju umpan 0,73 ml/s
- \* Produk biodiesel yang dihasilkan dengan proses kontinyu sudah sesuai dengan karakteristik SNI biodiesel

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.-Y. Lin, H.-A. Lin, L.-B. Hung, *Fuel structure and properties of biodiesel produced by peroxidation process*, Fuel 85 (2006) 1743–1749.
- [2] Gude, Veera Gnaneswar., Prafulla Patil., Edith Martinez-Guerra., Shuguang deng., & Nagamany Nirmalakhandan. 2013. “*Microwave Energy Potential for Biodiesel Production*”. Amerika: Mississippi State University
- [3] D. Kusdiana, S. Saka, *Effects of water on biodiesel fuel production by supercritical methanol treatment*, Bioresource Technology 91 (2004) 289–295.
- [4] Quitain, T.A., Hrioyuki D., Katoh, S., & Moriyoshi,T. “*Microwave-Assisted hydrothermal degradation of silk protein to amino acids*”. Japan: Kumamoto University. pp 4471-4474 (2006).
- [5] Evangelista, Joao P.C., Thiago Chellapa., Ana C.F. Coriolano., Valter J. Fernandes Jr., Luiz D. Souza., & Antonio S. Araujo. “*Synthesis of Alumina Impregnated with Potassium Iodide Catalyst for Biodiesel Production from Rice Bran Oil*”. Brazil: Federal University of Rio Grande do Norte. 59078-970 (2012).

- [6] Serio, Martino Di., Ricardo Tesser., Lu Pengmei., & Elio Santacesaria. “*Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production*”. Napoli: Universita di Napoli. 22(1),pp 207-217 (2008).
- [7] Suppes,G.J, Bockwinkel,K, Lucas,S, Botts,J.B, Mason,M.H, dan Heppert,J.A. “*Calcium Carbonate Catalyzed Alcoholysis of Fats and Oils*”.Department of Chemical and Petroleum Engineering and Chemistry, The University of Kansas.66045-2223 (2001).
- [8] Suppalakpanya,K, Ratanawilai,S, Nikhom,R, dan Tongurai,C. “*Production of Ethyl Ester from Crude Palm Oil by Two-Step Reaction Using Continous Microwave System*”. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,Prince of Songkla University, Thailand. 33 (1),79-86 (2011).
- [9] Freedman,B, Pryde,E.H, dan Mounts,T.L. 1984. “*Variable Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*”. Northern Regional Research Center,Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.59-2202-1-6-059-0.