



REAKSI METANOLISIS LIMBAH MINYAK IKAN MENJADI METIL ESTER SEBAGAI BAHAN BAKAR BIODIESEL DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS NaOH

DEWI FATMAWATI (L2C309006) dan PUTRI DILIYAN SHAKTI (L2C309015)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing : Luqman Buchori, S.T., M.T.

ABSTRAK

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang produksinya dapat diperbaharui. Biodiesel diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol. Biodiesel dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Minyak ikan dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel karena mengandung asam lemak bebas. Peningkatan asam lemak bebas secara cepat terjadi karena adanya enzim lipase aktif pada saat proses pembuatan minyak ikan menjadi biodiesel sehingga dapat dikonversi menjadi metil ester dengan proses esterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan biodiesel dari limbah ikan dengan pengolahan limbah secara fisik, kimiawi, dan biologis, menentukan waktu reaksi optimum esterifikasi, serta menentukan banyaknya soda kaustik (NaOH) yang dibutuhkan agar didapatkan pemisahan antara gliserin dan metil ester yang optimum. Variabel tetap yang digunakan terdiri dari : berat minyak ikan 50 ml, waktu pemasakan 120 menit, perbandingan kadar minyak: metanol (1:6), % berat katalis, sedangkan variabel berubahnya terdiri dari : NaOH, dan waktu esterifikasi, variasi NaOH yang dipakai dalam penelitian ini adalah 3,5gr, 4,5gr, 5,5gr, dan 6,5gr dan variasi untuk waktu esterifikasinya adalah 30, 45, 60, dan 75 menit. Dapat disimpulkan bahwa pada waktu 75 menit, perbandingan minyak :methanol = 1:6 dan dengan penambahan NaOH 3,5 gram memberikan konversi maksimal yaitu 80,59%.

Kata Kunci : biodiesel;esterification; limbah ikan

Abstract

Biodiesel is an alternative fuel production may be renewed. Biodiesel derived from plant oils, animal fats or oils used by esterification with alcohol. Biodiesel can be used without modification re diesel engine. Fish oil can be used as bio-diesel because it contains free fatty acids. Increased free fatty acids rapidly due to the lipase active when the process of making a biodiesel fish oil so it can be converted into methyl esters by esterification process. Esterification is the reaction of free fatty acids with alcohols to form esters and water. The purpose of this research is to produce biodiesel from fish waste by waste physical, chemical, and biological, to determine the optimum reaction time of esterification, as well as determine the number of caustic soda (NaOH) needed to obtain the separation between the glycerin and methyl esters are optimum. Variable equipment used consisted of: weight of fish oil 50 ml, 120 min cooking time, comparison of levels of oil: methanol (1:6),% by weight of catalyst, while variable changes consist of: NaOH, and esterification of time, variations of NaOH used in This study was 3.5 grams, 4.5 grams, 5.5 grams, and 6.5 g and variations for esterifikasinya time is 30, 45, 60, and 75 minutes. It can be concluded that at the time of 75 minutes, the ratio of oil: methanol = 1:6 and with addition of NaOH 3.5 gram to provide maximum conversion of 80.59%.

Key Word : biodiesel;esterifikasi; fish waste

1. Pendahuluan

Kebutuhan bahan bakar untuk mesin diesel di Indonesia tiap tahunnya semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah mesin industri dan jumlah kendaraan bermesin diesel. Dengan semakin terbatasnya cadangan minyak bumi, maka perlu dicari alternatif sumber energi baru. Saat ini mulai dikembangkan penggunaan metil ester yang diperoleh dari limbah ikan sebagai sumber energi alternatif. Penggunaan biodiesel pada mesin diesel dapat mengurangi emisi hidrokarbon tak terbakar, karbonmonoksida, sulfat, hidrokarbon polisiklis aromatik, nitrat

hidrokarbon polisiklis aromatik dan partikel padatan. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran monoalkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbaharu seperti minyak sayur atau lemak hewan serta dari limbah ikan.

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan perikanan masih cukup tinggi, yaitu sekitar 20-30 persen, produksi ikan yang telah mencapai 6,5 juta ton pertahun, hal ini berarti sekitar 2 juta ton terbuang sebagai limbah (<http://smk3ae.wordpress.com>). Limbah ikan tidak hanya digunakan untuk menghasilkan tepung ikan dan minyak ikan tetapi juga untuk biodiesel, lebih menguntungkan mengolah limbah ikan menjadi biodiesel daripada minyak ikan dan tepung ikan. Satu kilogram limbah ikan dapat menghasilkan sekitar satu liter biodiesel (Eurofish Magazine).

Sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian mengenai biodiesel dengan bahan baku minyak nabati, seperti pembuatan biodiesel dari minyak biji karet contohnya. Dalam pembuatan biodiesel dengan menggunakan minyak dari biji karet digunakan reaksi esterifikasi dengan menggunakan katalis asam yaitu H_2SO_4 karena minyak dari biji karet mengandung asam lemak tinggi, sehingga harus menurunkan kadar asam lemaknya terlebih dahulu yang dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi. Penelitian ini meneliti pengaruh katalis asam (H_2SO_4) dan suhu reaksi pada reaksi esterifikasi minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) menjadi biodiesel. Dimana variabel bebasnya yaitu berat katalis (0,25% berat; 0,5% berat; dan 1 % berat) dan suhu reaksi ($55^\circ C$ dan $60^\circ C$) (Yuliani dkk, 2006). Dalam penelitian ini, kondisi operasi yang memberikan yield *crude FAME (Fatty Acid Methyl Ester)* terbesar adalah suhu reaksi esterifikasi $60^\circ C$ dan 0,5%-berat katalis H_2SO_4 . Berat katalis H_2SO_4 sebesar 0,5%-berat memberikan prosentasi penurunan paling cepat (berturut-turut mencapai 1,57 dan 1,33% FFA dalam 120 menit reaksi pada $55^\circ C$ dan $60^\circ C$). Sedangkan untuk berat katalis H_2SO_4 0,25%, 1% dan 2% prosentase penurunan asam lemak cenderung berjalan lambat (pada waktu reaksi yang sama dan suhu reaksi $55^\circ C$ berturut-turut mencapai 3,91; 3,16; dan 2,62% FFA (*Free Fatty Acid*) untuk 0,25%, 1% dan 2%-berat katalis). Dalam tahap reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa yaitu NaOH sebanyak 0,5% berat minyak serta menggunakan metanol sebagai pereaksi dengan perbandingan mol ratio minyak : metanol yaitu 1:6 (Yuliani dkk, 2006). Dalam kasus penelitian diatas, terdapat beberapa kesamaan karakteristik, dimana minyak ikan pun memiliki bilangan asam yang cukup tinggi, sekitar 12 mg (KOH), sehingga harus diturunkan hingga mencapai 3 mg KOH /g minyak.

Proses dalam pembuatan biodiesel ada 2 tahapan reaksi :

1. Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Esterifikasi biasanya dilakukan jika minyak yang diumpangkan mengandung asam lemak bebas tinggi. Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat dikonversi menghasilkan ester. Reaksi ini dilaksanakan dengan menggunakan katalis padat (heterogen) atau katalis cair (homogen).

Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

a. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi makin baik sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna.

c. Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1 - 4 % berat sampai 10 % berat campuran pereaksi (Mc Ketta, 1978).

d. Suhu Reaksi

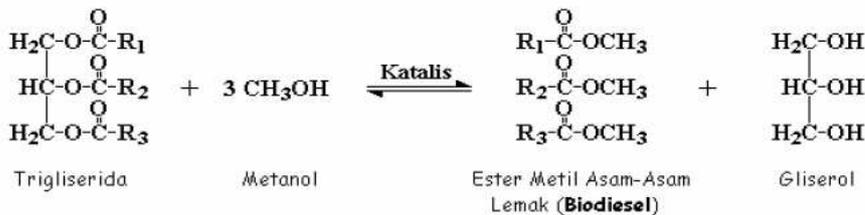
Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

2. Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati/ hewani) menjadi alkyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling

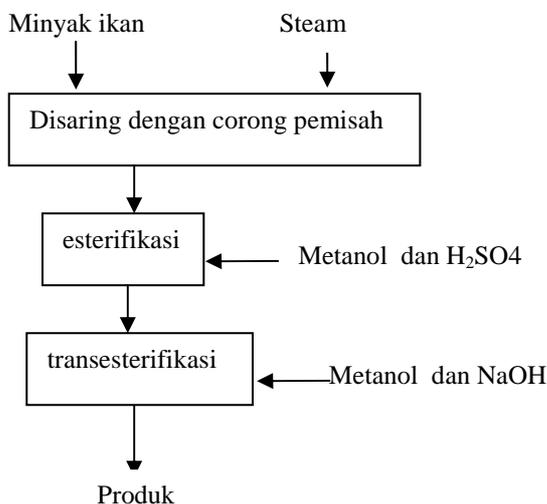
umum digunakan karena harganya murah dan reaktivitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut transesterifikasi). Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat (Mittlebatch,2004). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi.

Reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan metanol menjadi metil ester dapat dilihat ada gambar dibawah ini :



2. Bahan dan Metode penelitian

2.1 Gambar proses pembuatan biodiesel:



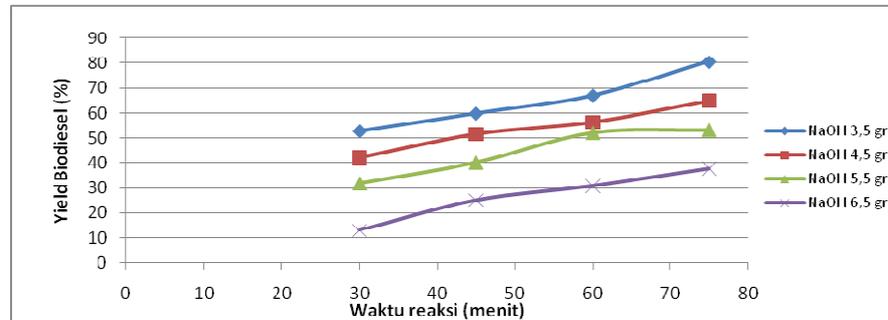
Gambar 2.1. Proses Pembuatan Biodiesel dari Limbah Ikan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi : 1.limbah ikan yang terdiri dari ; kepala, sirip, ekor, tulang, serta bagian dalam dari berbagai jenis ikan, 2. Alkohol yang digunakan di dalam penelitian ini adalah adalah metanol (CH_3OH). Kemurnian yang digunakan untuk metanol adalah 99,5 %, 3. Katalis yang akan digunakan yaitu katalis basa (H_2SO_4) pada reaksi esterifikasi, dan katalis basa (NaOH) untuk reaksi transesterifikasi. Pada tahap penelitian ini limbah ikan yang berasal dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan pasar-pasar terdekat dibersihkan, dicuci dengan air dan kemudian ditiriskan. kemudian dikukus dalam dandang selama kurang lebih 2 jam dengan menggunakan steam, kemudian buang limbah ikan yang sudah terambil minyaknya. Pisahkan antara minyak ikan dan air dengan menggunakan corong pemisah(decanter), minyak ikan kemudian ditampung dalam jeligen dan bisa disimpan dalam almari es, lakukan terus sampai berulang kali sampai volume yang diinginkan. Lakukan proses esterifikasi dengan cara memasukkan minyak ikan kedalam labu leher tiga dan tetesi dengan katalis H_2SO_4 , tambahkan metanol kemudian lakukan pemanasan dan pengadukan dengan magnetic stirrer, waktu esterifikasi biasanya berlangsung selama 1 jam. Dilanjutkan proses trans-esterifikasi dengan cara menambahkan metanol dan katalis NaOH sesuai variasi yang telah ditentukan, sebelumnya larutkan NaOH dengan metanol terlebih dahulu kedalam metil ester hasil reaksi esterifikasi. Hentikan proses jika sudah mencapai durasi waktu yang telah ditentukan, dinginkan kurang lebih 15 menit dan lakukan pemisahan dengan corong pemisah (decanter)

sehingga terbentuk 2 lapisan yaitu warna kuning pada bagian atas yaitu biodiesel dan larutan warna coklat yaitu gliserol. Dalam penelitian ini juga dilakukan 4 uji karakteristik yaitu : viskositas, densitas, indeks bias, dan uji kalor serta analisa sifat fisik biodiesel hasil transesterifikasi.

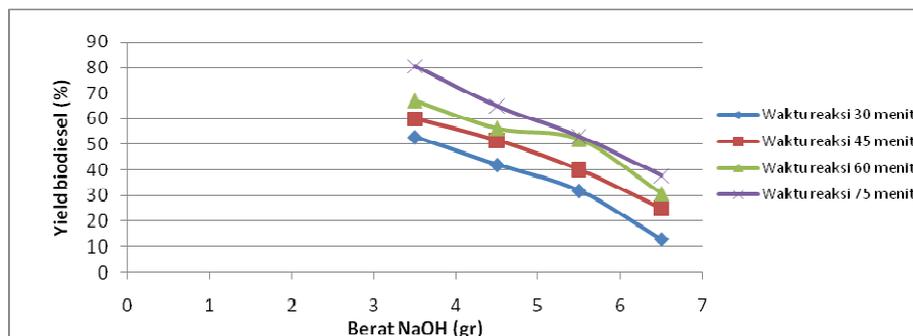
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh waktu reaksi dan berat NaOH terhadap yield biodiesel



Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan yield biodiesel

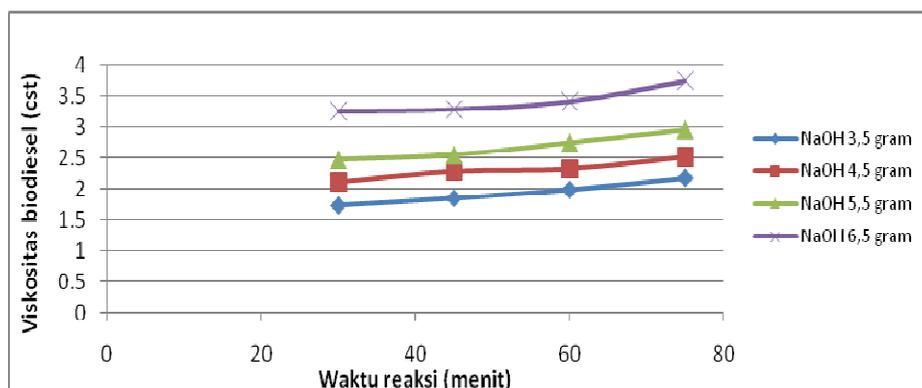
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap yield produk biodiesel. Semakin lama waktu reaksi yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka yield yang diperoleh akan semakin besar pula, hal tersebut disebabkan karena semakin lama waktu reaksi maka kontak antar zat yang bereaksi akan semakin besar sehingga yield yang diperolehpun akan semakin besar.



Gambar 2. Grafik hubungan antara berat NaOH dengan yield biodiesel

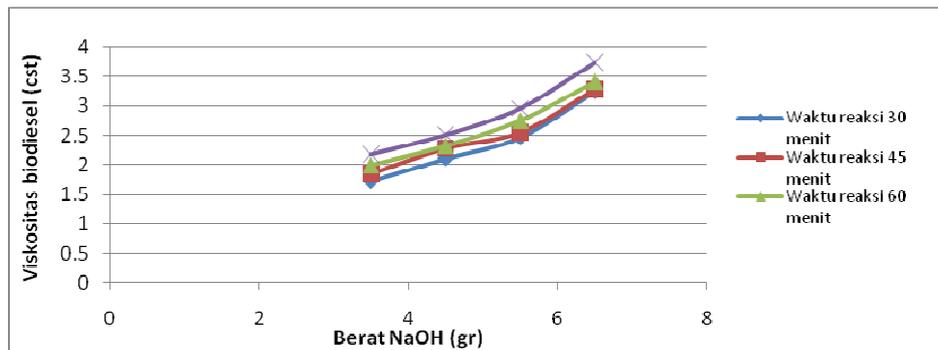
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penambahan NaOH berpengaruh terhadap yield biodiesel, jadi semakin banyak penambahan NaOH maka dapat menurunkan yield biodiesel, hal ini disebabkan karena terbentuknya reaksi samping berupa sabun.

3.2. Pengaruh waktu reaksi dan berat NaOH terhadap viskositas biodiesel



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan viskositas biodiesel

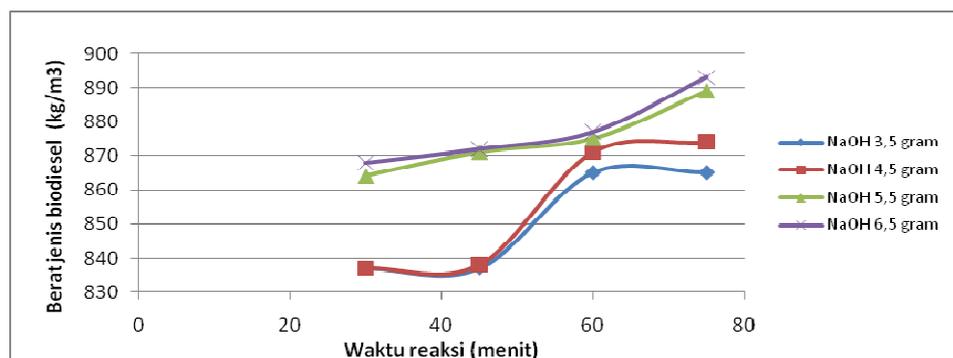
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap viskositas biodiesel. Semakin lama waktu reaksi yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka viskositas biodiesel yang diperoleh akan semakin besar pula. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu reaksi maka dapat semakin mengaktifkan ikatan carbon dalam minyak ikan dan menyebabkan turunnya titik didih dari biodiesel tersebut, sehingga banyak biodiesel yang teruapkan, apabila biodiesel mempunyai viskositas yang tinggi maka apabila digunakan pada mesin diesel akan mempengaruhi (efek berat) pada pompa bahan bakar. Pompa bekerja agak berat dan juga pengkabutan yang kurang baik.



Gambar 4. Grafik hubungan antara berat NaOH dengan viskositas biodiesel

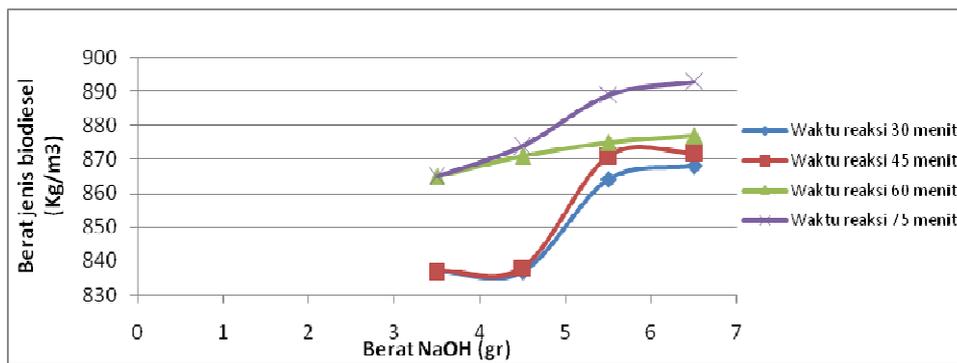
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penambahan NaOH berpengaruh terhadap viskositas biodiesel, jadi semakin banyak penambahan NaOH maka viskositas biodiesel semakin besar, hal ini disebabkan karena reaksi antara NaOH dan metanol akan membentuk senyawa Natrium Metoksida yang bisa berfungsi sebagai katalis basa yang kuat, namun dengan jumlah NaOH yang semakin besar menyebabkan proses metanolisis semakin cepat sehingga viskositas semakin besar yang tidak baik untuk mesin, karena bisa menyulitkan pompa bahan bakar dalam mengalirkan bahan bakar ke ruang bakar. Aliran bahan bakar yang rendah akan menyulitkan terjadinya atomisasi bahan bakar yang baik. Buruknya atomisasi berkorelasi langsung dengan kualitas pembakaran, daya mesin, dan emisi gas buang.

3.3. Pengaruh waktu reaksi dan berat NaOH terhadap berat jenis biodiesel



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan berat jenis biodiesel

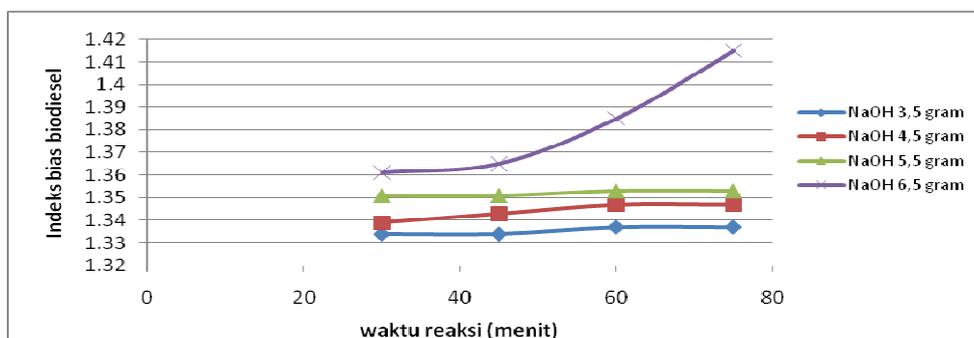
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap berat jenis biodiesel. Semakin lama waktu reaksi yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka berat jenis biodiesel yang diperoleh akan semakin besar pula. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama waktu reaksi maka minyak ikan yang bereaksi akan semakin banyak sehingga berat jenis yang diperolehpun akan semakin besar. Hal ini dapat menyebabkan proses pemisahan menjadi lebih mudah saat dilakukan pencucian dengan air.



Gambar 6. Grafik hubungan antara berat NaOH dengan berat jenis biodiesel

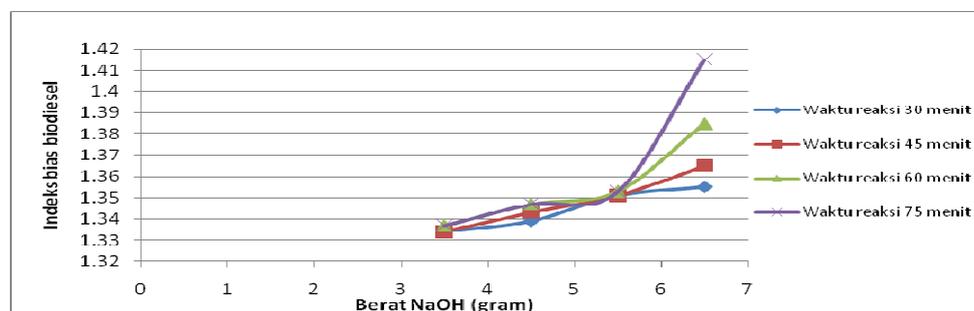
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap berat jenis biodiesel. Semakin lama waktu reaksi yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka berat jenis biodiesel yang diperoleh akan semakin besar pula. Hal ini disebabkan karena semakin banyak NaOH yang ditambahkan menyebabkan proses metanolisis semakin menyeluruh.

3.4. Pengaruh waktu reaksi dan berat NaOH terhadap indeks bias biodiesel



Gambar 7. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan indeks bias biodiesel

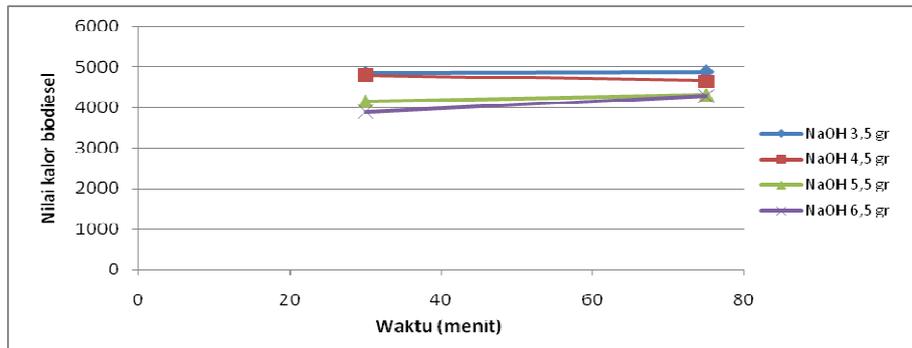
Dari grafik dapat dilihat bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap indeks bias biodiesel. Jadi semakin lama waktu reaksi maka indeks bias biodiesel juga semakin tinggi, karena indeks bias berbanding lurus dengan viskositas biodiesel, semakin pekat biodiesel maka indeks bias juga semakin besar karena kecepatan rambat cahayanya semakin kecil.



Gambar 4.8. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan indeks bias biodiesel

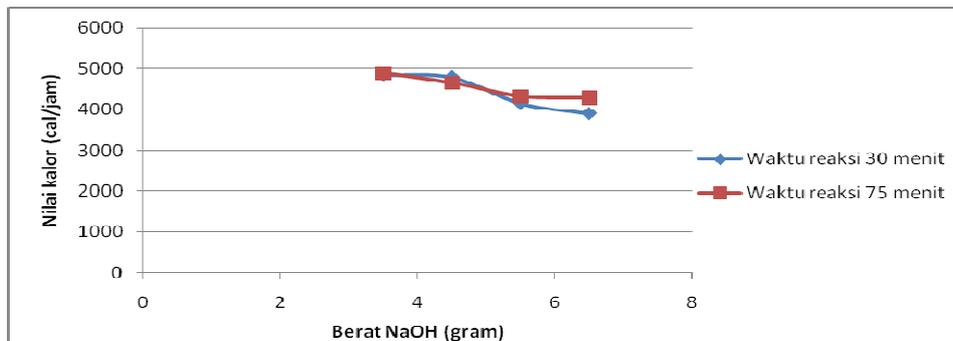
Dari grafik dapat dilihat bahwa penambahan NaOH berpengaruh terhadap indeks bias biodiesel. Jadi semakin banyak NaOH yang ditambahkan maka indeks bias biodiesel juga semakin tinggi, karena biodiesel yang dihasilkan menjadi keruh sulit dipisahkan dengan sabunnya sehingga kecepatan rambat cahayanya semakin kecil.

3. 5. Pengaruh waktu reaksi dan berat NaOH terhadap nilai kalor biodiesel



Gambar 9. Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan nilai kalor biodiesel

Dari grafik dapat dilihat bahwa waktu reaksi tidak begitu berpengaruh terhadap nilai kalor biodiesel jadi semakin lama waktu reaksi yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka nilai kalor biodiesel yang diperoleh relatif sama.



Gambar 10. Grafik hubungan antara berat NaOH dengan nilai kalor biodiesel

Dari grafik dapat dilihat bahwa berat NaOH mempengaruhi nilai kalor biodiesel jadi semakin banyak NaOH yang ditambahkan yang dilakukan dalam proses metanolisis ini, maka nilai kalor biodiesel yang diperoleh relatif menurun.

4. Kesimpulan

Waktu reaksi optimum pembuatan biodiesel pada percobaan yang telah dilakukan adalah pada 75 menit, karena pada waktu optimum ini Yield memperoleh hasil yang optimum juga yaitu 80,59 % pada penambahan NaOH 3,5 gram sehingga pada penambahan 3,5 gram ini memperoleh hasil yang optimum untuk pemisahan antara gliserol dan metil ester.

4. Saran

Memerlukan lebih lanjut untuk mendapatkan parameter lain yang berpengaruh terhadap proses esterifikasi dan nilai kalor biodiesel dengan menggunakan minyak ikan masih memerlukan mangan untuk menambah daya pembakaran karena biodiesel dari minyak ikan menghasilkan nilai kalor dibawah spesifikasi dari SNI 04 – 7182 – 2009.

Ucapan

Terima kasih kami sampaikan kepada bapak luqman, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing laporan penelitian ini, sehingga kami dapat menyelesaikan dengan baik.



DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1997, *National Standars For Biodiesel*, www.journeyforever.org, 20 Oktober 2007

D., Darnoko, dan Munir Cheryan, (2000), “*Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*”, University of Illinois, Department of Food Science and Human Nutrition.

<http://smk3ae.wordpress.com>

John. J. Mc.Ketta, 1978. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York. Marcel Dekker Inc.

Ma, Fangrui and A. Hanna, Milford, (1999), “*Biodiesel Production : A Review*”, *BioresourceTecnology*, 70 hal. 1-15

Moch. Raharjo, *Upaya Pemberdayaan para Pengolah Limbah Ikan diPHPT Muara Angke Jakarta Utara*, Dinas Perikanan DKI – Jakarta, 1968

Pelly, M., 2003, *Making Biodiesel*, www.journeyforever.org, 23 Agustus 2007

Rahayu, Martini,(2005), “*Teknologi Proses Produksi Biodiesel*”, *Proses Pengembangan Biofuel Sebagai SubstitusiBahan Bakar Minyak*.hal 17-28

Srivastava, Anjana dan Prasad Ram, (1999), “*Triglycerides–Based Diesel Fuels*”, PERGAMON

Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI. Press, Jakarta.