

## BIODISEL DARI MINYAK IKAN

**Bambang Wahyudi \*, Nurul Widji Triana\*, Edi Mulyadi\***

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar Surabaya 60294  
email: bwahyudi11@yahoo.com

### **Abstrak**

*Biodiesel adalah energi alternatif pengganti solar, dan biodiesel merupakan sumber energi yang terbarukan dan biodegradable. Produksi biodiesel dengan bahan baku minyak ikan, untuk wilayah Jawa Timur merupakan pilihan yang strategis. Peluang ketersediaan bahan baku minyak ikan di Jawa Timur ( Banyuwangi ) relative banyak. Untuk wilayah Banyuwangi, sumber bahan baku (minyak ikan yang off grade) selain harganya murah (Rp.1800/Liter) jumlahnya relatif banyak. Proses pembuatan biodiesel dari minyak ikan off grade dibagi menjadi beberapa tahap. Proses pertama adalah Proses Pemurnian dari minyak ikan off grade yang meliputi proses pengeringan untuk menghilangkan kadar air dan pemisahan gum. Proses yang kedua adalah proses Esterifikasi, dan dilanjutkan dengan proses Trans-esterifikasi, kemudian diakhiri dengan proses pemurnian hasil biodiesel. Dalam penerapan yang akan dilakukan, merupakan hasil temuan baru, yaitu teknologi proses pembentukan biodiesel dengan proses esterifikasi dan dilanjutkan proses trans-esterifikasi dalam reaktor alir osilasi yang dapat digunakan untuk multi umpan (input minyak bisa dengan bahan yang FFA-nya tinggi). Dengan begitu, reaktor akan adaptif terhadap berbagai jenis bahan baku yang diumpangkan. Disamping itu penggunaan reaktor alir osilasi bersekat miring untuk proses esterifikasi ini, proses dapat berlangsung satu langkah dan energi yang dibutuhkan relative lebih kecil daripada proses-proses yang selama ini ada. Hasil Penelitian diperoleh biodiesel yang memenuhi syarat PERTAMINA, SNI, dan ASTM terjadi pada kondisi suhu reaksi 60 °C dan waktu 60 menit dengan karakteristik biodiesel yaitu densitas 0,8898 kg/m<sup>3</sup>, angka iod 7,4, angka cetana 66,00, titik nyala 272 °F, dan pour poin 32 °F.*

**Kata Kunci:** Biodisel, energi alternatif, minyak ikan off grade, trans esterifikasi

### **Abstrack**

*Production of biodiesel using fish oil as raw material, for East Java is a strategic choice. The availability chance of fish oil raw material in East Java (Banyuwangi) is big. The process of making biodiesel from off grade fish oil is divided into several stages. Purification of off grade fish oil that includes the drying process to eliminate moisture and gum separation. The second process is the process of esterification, followed by Trans-esterification process, then topped with biodiesel result purification process. The application that will be done is the result of new findings, namely the establishment of the biodiesel process technology with esterification process and then followed by the process of trans-esterification in oscillatory flow reactor that can be used for multi feed (oil input can be with high FFA material). By doing so, the reactor will be adaptable to different types of raw materials fed. Besides, the use of oscillatory flow reactor insulated tilt to the esterification process, the process can take one step and the energy required relatively smaller than the processes that had been there. The result obtained is biodiesel that is eligible for Pertamina, ISO, and the ASTM occurs in conditions of reaction temperature of 60 °C and 60 minutes to the characteristics of biodiesel, namely the density of 0.8898 kg / m<sup>3</sup>, iodine number of 7.4, cetana number 66.00, a flash point 272 °F, and pour points 32 °F*

**Keywords:** Biodiesel , Crude fish oil, alternatif energy, Trans-esterification.

## PENDAHULUAN

Sejak terjadi krisis energi, harga minyak bumi melambung tinggi. Indonesia yang dulunya sebagai Negara pengekspor minyak bumi kini telah berubah menjadi Negara pengimpor minyak bumi. Oleh karena itu, biodiesel merupakan energi alternative pengganti solar yang berasal dari nabati atau hewani yang merupakan bahan terbarukan (*renewable*). Keunggulan minyak ikan jika dipakai sebagai bahan baku biodiesel selain memiliki variasi asam lemaknya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak atau lemak lainnya, juga jumlah asam lemaknya lebih banyak. Panjang rantai karbon minyak ikan mencapai 22 dan lebih banyak mengandung jenis asam lemak tak jenuh. Asam lemak yang berasal dari ikan pada prinsipnya ada 3 jenis yaitu jenuh, tidak jenuh tunggal dan tidak jenuh jamak. Asam lemak tak jenuh tunggal mengandung satu ikatan rangkap dan asam lemak tak jenuh jamak mengandung banyak (mencapai 6) ikatan rangkap per molekul.

Biodiesel bisa digunakan dengan mudah karena dapat bercampur dengan segala komposisi dengan minyak solar, mempunyai sifat-sifat fisik yang mirip dengan solar sehingga dapat diaplikasikan langsung untuk mesin-mesin diesel yang ada hampir tanpa modifikasi, dapat terdegradasi dengan mudah (*biodegradable*), 10 kali tidak beracun dibanding minyak solar, memiliki angka setana yang lebih baik dari minyak solar, tidak mengandung sulfur serta senyawa aromatic sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan ramah lingkungan. Proses produksi biodiesel tidak menuntut teknologi yang tinggi dan mahal. Untuk mendapatkan mutu biodiesel yang baik selain diperlukan ketepatan kondisi operasi. Selain itu, juga teknologi yang hemat energi. Salah satu kemungkinan itu ialah penggunaan reaktor alir osilasi. Cara itu dipilih karena tidak memerlukan energi yang tinggi dan sederhana dalam pengoperasiannya

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan diversifikasi bahan baku biodiesel, yaitu minyak ikan yang tersedia relative banyak di daerah setempat (Banyuwangi – Jawa Timur). Manfaat yang diharapkan adalah agar Crude Fish Oil agar memiliki nilai guna dan nilai tambah secara ekonomi dengan diolah menjadi biodiesel, sehingga mempercepat pengembangan energi alternative berbasis biodiesel. Penelitian ini akan menghasilkan rancangan bangun proses produksi biodiesel dengan reaktor alir osilasi. Dengan begitu, diperoleh perancangan yang kompak dan moveable, hemat energi, adaptif terhadap berbagai jenis bahan baku.

Dalam penerapan yang akan dilakukan, merupakan hasil temuan baru, yaitu teknologi proses pembentukan biodiesel dengan proses esterifikasi dan dilanjutkan proses trans-esterifikasi dalam

reaktor alir osilasi yang dapat digunakan untuk multi umpan (input minyak bisa dengan bahan yang FFA-nya tinggi). Dengan begitu, pabrik akan adaptif terhadap berbagai jenis bahan baku yang diumpangkan. Disamping itu penggunaan reaktor alir osilasi bersekat miring, proses dapat berlangsung satu langkah dan hemat energi, daripada proses-proses yang selama ini ada.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan dengan penggunaan reaktor alir tangki berpengaduk (Mulyadi dan Wahyudi, 2004), selain konversi methyl ester relative rendah, energi yang dibutuhkan juga cukup tinggi. Hal itu dimaksudkan untuk memperoleh yield yang lebih tinggi, tetapi dengan menggunakan energi tetap rendah, namun kenyataan itu belum tercapai. Hal yang dapat dipetik dari hasil penelitian ini adalah perencanaan yang lebih kompak dibandingkan penelitian yang pertama. Dengan memperhatikan bahan baku yang digunakan adalah minyak ikan off grade yang memiliki kadar air dan FFA yang tinggi dibandingkan dengan minyak nabati. Berkenaan dengan itu, penelitian yang rencana dilakukan menggunakan pada proses esterifikasi dan dijalankan dalam reaktor alir bersekat miring. Penerapan cara ini belum pernah dikerjakan. Diharapkan reaktor ini memberikan pencampuran yang sempurna antara katalis dan reaktan, tetapi mempunyai turbulensi rendah. Hal ini dimaksudkan agar air yang terbentuk dalam proses esterifikasi tidak tersuspensi sehingga memudahkan dalam pemisahan. Untuk proses transesterifikasi diperlukan turbulensi tinggi, maka pada penelitian ini direncanakan menggunakan rancangan *reactor oscillatory* (berbaffle yang dilengkapi dengan cap) penggunaan reaktor ini juga belum pernah dilakukan, sehingga perlu dipelajari pengaruh hidrodinamikanya terhadap konversi. Disamping itu diharapkan konfersi bahan baku menjadi metilester menjadi lebih sempurna. Proses pembuatan biodiesel pada dasarnya terdiri atas proses esterifikasi dan trans-esterifikasi. Methyl ester adalah senyawa hasil dari reaksi esterifikasi dan atau transesterifikasi yang melibatkan senyawa asam dan alkohol untuk esterifikasi, dan trigliserida dan alkohol untuk reaksi transesterifikasi. Alkoholisis adalah proses pertukaran gugus ester sehingga jika alkohol yang digunakan adalah methanol maka prosesnya dinamakan dengan “metanolisis”.

Reaksi esterifikasi trigeliserida dengan metanol merupakan reaksi orde 1 semu terhadap minyak dengan persamaan sebagai berikut:

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1' C_A$$

Berdasarkan persamaan Arrhenius, jika suhu dinaikkan maka konstanta kecepatan reaksi (k) semakin besar sehingga reaksi berjalan semakin cepat.

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

Penambahan katalisator akan mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga energi aktivasi (E) semakin kecil. Jika energi aktivasi kecil maka konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antar molekul zat pereaksi, dan nilai A akan semakin besar yang menyebabkan reaksi semakin cepat.

## METODE PENELITIAN

**Bahan Baku:** penelitian menggunakan minyak ikan off grade berasal dari PT Rekayasa Energi Alternatif Mandiri; metanol teknis dibeli dari Tidar Kimia Surabaya; NaOH anhidrous dan NaOH p.a; Peroxida, dan asam pospat. Sebelum dipergunakan, minyak ikan off grade dicuplik untuk analisis kadar air, zat pengotor, FFA, kekentalan dan densitynya.

**Alat Penelitian:** terdiri atas reaktor gummying sebagai tempat proses penghilangan gum dengan spesifikasi reaktor tangki berpengaduk kapasitas 4000 cc ;diameter 15 cm, tinggi 60 cm, dari bahan baja tahan karat (SS-304) dilengkapi pemanas listrik menggunakan daya 1000 watt. Reaktor esterifikasi sebagai tempat proses penurunan FFA spesifikasi reaktor pipa bersekat miring kapasitas 4500 cc ;diameter 5 cm, tinggi 120cm, dari bahan baja tahan karat (SS-304) dilengkapi pemanas listrik menggunakan daya 600 watt. Reaktor Trans-esterifikasi sebagai tempat proses mereaksikan trigliserid menjadi biodiesel; spesifikasi reaktor pipa bersekat kapasitas 4500 cc ;diameter 5 cm, tinggi 120cm, dari bahan baja tahan karat (SS-304) dilengkapi pemanas listrik menggunakan daya 600 watt dan pendingin balik. Unit pemurnian produk bio diesel, terdiri dari tangki pencuci yang dilengkapi pemanas dan distributor udara. terbuat dari stainless steel kapasitas 5L. Pengereng produk biodiesel berbentuk tangki dilengkapi pemanas dan pompa vakum dan kondensor. Rangkaian alat terlukis pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Proses Biodiesel

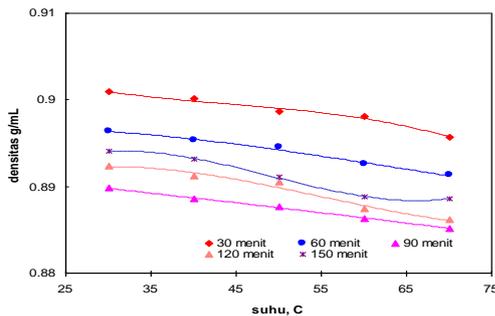
**Prosedur Penelitian:** minyak ikan off grade Volume 3 Liter dimasukkan ke dalam pengereng lalu pemanas dan pengatur suhu dijalankan dan diikuti dengan menghidupkan pompa sirkulasi dan pompa vakum. Minyak ikan yang telah dikurangi kadar airnya dimasukan ke reaktor degummying. Pemanas dan pengaduk dihidupkan. Setelah suhu mencapai 90C waktu mulai dihitung dan proses dihentikan setelah 20 menit. Hasil proses gummying dilanjutkan dengan proses Esterifikasi. Setelah umpan dimasukkan pemanas dan pompa sirkulasi dihidupkan. Proses esterifikasi berlangsung selama 60 menit dengan suhu 70 C, dengan katalis asam sulfat. Hasil proses esterifikasi dilanjutkan dengan proses Trans-esterifikasi dengan menggunakan berbagai dosis katalis dan memvariasi suhu dan waktu proses. Setelah umpan masuk reaktor, pompa sirkulasi dan pemanas di hidupkan diikuti pengaliran air ke pendingin balik. Setelah mencapai suhu dan waktu yang dipelajari, maka proses dihentikan. Pemurnian Produk biodisel dilakukan dalam pengereng vakum.

**Variabel:** yang dipelajari adalah : waktu (menit); Suhu ( °C); dosis Katalis; kecepatan sirkulasi dalam reaktor *Oscillatory*.

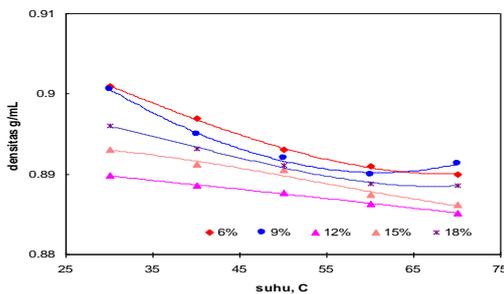
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisa bahan baku meliputi, kadar air, kadar pengotor, bilangan peroksid, bilangan lod, dan FFA. Pengujian secara asidimetri dilakukan untuk menentukan bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan ester, asam lemak bebas, jumlah asam lemak total, dan asam lemak yang terikat sebagai ester.

Specific Gravity adalah untuk pengukur berat /massa minyak bila volumenya telah diketahui. Nilai specific gravity ini didapat setelah melakukan konversi densitas, nilai densitas didapat dengan menggunakan picnometer dan dilakukan dengan ASTM D-1298. Pengaruh suhu dan waktu terhadap specific gravity (Gambar 2) dan pengaruh suhu dan % volum metoxid terhadap Specific gravity biofuel (Gambar 3). Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa besarnya densitas dipengaruhi oleh waktu, suhu, dan kadar katalis. Semakin lama waktu esterifikasi maka besarnya densitas akan semakin kecil. Ini menunjukkan bahwa kandungan air yang ada pada biodiesel juga semakin kecil. Dan hasil analisa diperoleh densitas biodiesel antara 0,8813 – 0,9010.



Gambar 2. Hubungan sg dengan Suhu



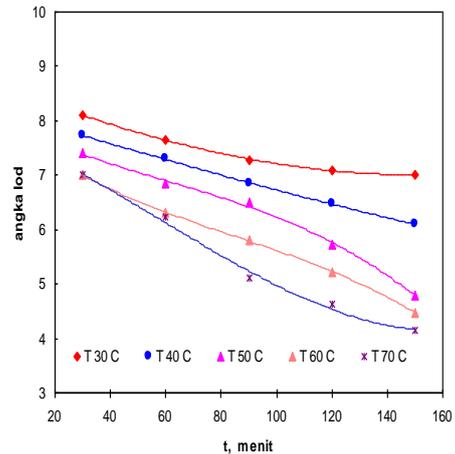
Gambar 3. Hubungan sg dengan % metoxid

Kisaran data itu semua masih memenuhi spesifikasi standarisasi yang disyaratka PT. Pertamina.

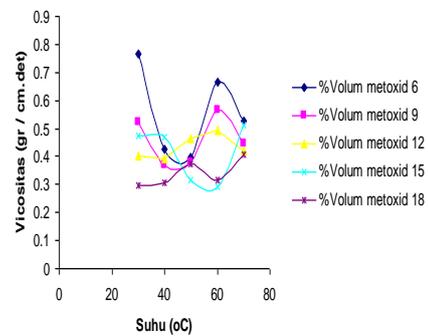
Angka iod berpengaruh terhadap besar kecilnya angka setan, semakin besar angka iod maka perhitungan angka setan semakin kecil. Hal ini juga dipengaruhi oleh angka penyabunan. Jika dilihat dari standarisasi biodiesel untuk angka iod, yaitu 7 – 9,5

(Gambar 4) dapat dilihat bahwa biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak semuanya memenuhi standart biodiesel yang ada.

Berdasarkan Gambar 5. Viscositas biodiesel dengan % metoxid dibawah 9% pada semua suhu nilai viskositas masih diatas batas max. Tetapi untuk % metoxid diatas 9%, nilai itu telah dipenuhi.



Gambar 4. hubungan angka Iod dengan suhu setiap saat



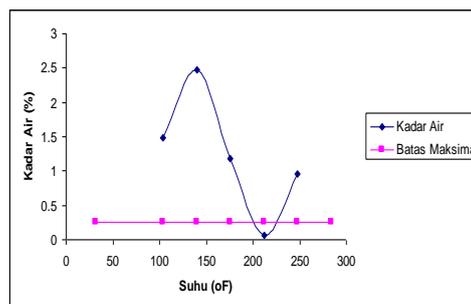
Gambar 5. Pengaruh Suhu dan % metoxid terhadap Viscositas

Kadar FFA bahan baku sebesar 12,715 %. Untuk menurunkan kadar FFA dengan proses esterifikasi. Pengaruh suhu esterifikasi dan % volume metanol terhadap persen free fatty acid (FFA) ditunjukkan dalam table 2. Nilai FFA 0,9541 % yang terkecil dan terjadi pada suhu 100°C dengan % volum metanol 12,5974. Nilai FFA bahan baku 12,715 %, jadi konversi FFA sebesar 92,497 %.

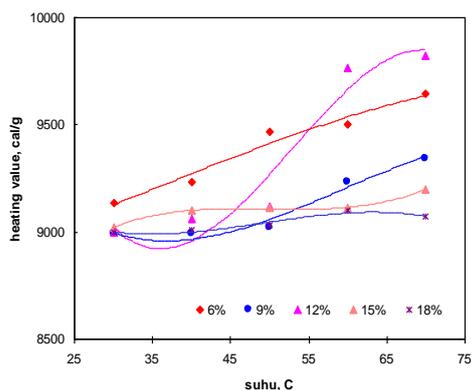
Tabel 1. Free Fatty Acid (FFA) Dari Berbagai Suhu Dan Volume Metanol

Volume Metanol (%)	Suhu (°C)	Suhu (°F)	% FFA	% Konversi FFA
9,09	40	104	6,221	51,074
10,7143	60	140	5,858	53,928
11,7637	80	176	3,633	71,427
12,5974	100	212	0,954	92,497
13,79	120	248	1,589	87,503

Heating value adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara / oksigen. Nilai heating value ini didapat dengan ASTM D-240. Pengaruh suhu dan % volum metoxid terhadap Heating Value terlukis pada gambar 6. Nilai heating value yang tertinggi yaitu pada % volum metoxid 12% dengan suhu 70°C, sebesar 9813 cal/g. Hasil analisis heating value, nilai itu sedikit dibawah persyaratan (10.160 - 11.000 cal/g).



Gambar 7. Pengaruh Suhu terhadap Kadar Air



Gambar 6. Hubungan Heating Value dengan Suhu dan % Volum Metoxid

Kadar air bahan baku 10 %. Nilai kadar air ini didapat dengan menggunakan alat ASTM D-95. Pengaruh suhu dan % volum metoxid terhadap Kadar Air terlukis pada gambar 9. Biofuel dari crude fish oil ini masih mengandung kadar air yang cukup besar sehingga proses pengeringan diperlukan. Hasil penelitian yang berupa metyl ester (biodiesel) diharapkan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternative pengganti solar. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap karakteristik biodiesel yang selanjutnya dapat dibandingkan dengan karakteristik standard biodisel seperti yang diuraikan diatas.

Tabel 2. Perbandingan Standarisasi Biodiesel dengan Hasil Analisa :

Properties	PERTAMINA	Hasil Analisa
Specific Gravity 60/60 °F	0.840 – 0.920	0.8886 - 0.9067
Vis Redwood 1/100°F secs	35 – 45	32,669 – 85,43
Pour Point °F	65 (max)	28,4 – 44,6
Flash Point P.M.cc °F	150 (min)	281,8 – 294,4
Water Content % wt	0.25 (max)	0,06 - 2,48
Heating Value (cal / gr)	10.160 - 11.000	8991,07 – 9135,26

### KESIMPULAN

Crude fish oil merupakan campuran trigliserida dengan Asam Lemak Bebas mempengaruhi proses produksi biodiesel dan karakteristik bahan bakar. Hasil Penelitian diperoleh biodiesel yang terbaik pada kondisi suhu reaksi 60 °C dan waktu 60 menit dengan karakteristik biodiesel yaitu densitas 0,8898 kg/m<sup>3</sup>, angka iod 7,4, angka cetana 66,00, titik nyala 272 °F, dan pour poin 32 °F.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Darnoko, D. and Cheryan, M., 2000, *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*, *JAOCS*, Vol. 77, No. 12, pp. 1263-1267.
- Mulyadi, E., Wahyudi, B., dan Trianna, W.T., 2009, *Crude Fish Oils Transesterification in an Oscillatory Reactor*, Proceeding of Soebardjo Brotohardjono seminar WasteBased Energy and Chemicals
- Stansby, M.E., 1982, *Properties of Fish Oil and Their Application to Handling of Fish and to Nutritional and Industrial Use*, Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products, AVI Publishing Company, Connecticut.
- Trianna, N.W. dan Mulyadi, E., 2006, *Kajian Kinetika Reaksi dalam Oscillatory flow Reactor pada pembentukan Metil Ester*, ISSN 0216-163X, Vol-1, USB, Solo.
- Ghazi, A., M., Resul, M. F. M. G, and Shean Yaw, 2008, *Preliminary Design of Oscillatory Flow Biodiesel Reactor for Continuous Biodiesel Production from Jatropha Triglycerides*, *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 3, No. 2, 138 – 145.
- Stonestreet, P., and Harvey, A. P., 2005, *A Mixing-Based Design Methodology for Continuous Oscillatory Flow Reactors*, *Institution of Chemical Engineers*, 80(A), 31-44.