

PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR
MELALUI PROSES ENSIMATIS
*(THE PRODUCTION OF BIODIESEL FROM *Jatropha Curcas* OIL WITH ENZIMATIS
PROCESS)*

Dini Cahyandari, Muhammad Endy Y, dan Fahmi Arifan
LPPM Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRACT

Biodiesel (methyl ester or Ethyl Ester) is the solution to the expensive of fuel. Biodiesel is produced from vegetable oil that the cost can be presser to the rational price. There are some material that can produce biodisel, like coconut oil, sun flower seed oil, soys oil, *Jatropha curcas* oil and so on. Researcher choose *Jatropha curcas* oil as basic material of biodisel because *Jatropha curcas* oil that produce from *Jatropha curcas* seed can grow easily on Indonesia land. On the other hand *Jatropha curcas* oil cannot use as consume oil so there are much oil for fuel than consume oil. The other reason is *Jatropha curcas* seed has much oil than other seed with enzyme from papaya lateks and bekatul that easy to find and lower cost. Research methods are project pilot of enzymatic reactor, study of biodiesel productivity and optimize the process parameter. The hypothesis is the production of biodisel with chemical process have some problems. There are energy consuming, transesterification that not perfect and the difficulty to take glycerol product. These problem can be solved by using enzimatis method. Some vegetable oil have been use as biodiesel include jatropa curcas oil. From other research can be conclude that dependent factor to produce biodiesel with enzimatis method are kind of enzyme, water, methanol/oil ratio and themperatur for sort time reaction.

Key word : *Biodiesel, Jatropa curcas, Enzymatis, Transesterification*

PENDAHULUAN

Energi fosil khususnya minyak bumi, merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara. Namun demikian, cadangan minyak bumi yang dimiliki Indonesia jumlahnya terbatas. Sementara itu, kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Oleh karenanya berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renew-*

able) dan ramah lingkungan. Potensi energi yang terbarukan antara lain tenaga matahari, panas bumi, angin, arus laut, tanaman penghasil minyak, dan lain-lain. Meskipun demikian, pemanfaatan energi yang bersumber dari tenaga matahari, angin dan arus laut mengalami kesulitan dalam hal penampungan (*storage*) khususnya untuk benda bergerak.

Minyak nabati merupakan salah satu hasil tanaman yang berpotensi sebagai sumber hidrokarbon atau sumber energi di Indonesia. Namun minyak tersebut tidak bisa digunakan

secara langsung karena memiliki viskositas yang tinggi, angka setan yang rendah, adanya asam lemak bebas, volatilitas yang rendah, adanya *gum* dan terbentuknya endapan yang tinggi bila digunakan sebagai bahan bakar secara langsung (Fangrui Ma, 1999). Oleh karenanya, harus diubah ke bentuk lain yaitu menjadi alkil ester (biodiesel).

Produksi biodiesel dari minyak nabati pada dasarnya adalah reaksi metanolisis, yaitu reaksi trigliserida dengan metanol dihasilkan metil ester asam lemak dan gliserol. Reaksi ini dapat dilakukan secara kimiawi menggunakan katalis dengan energi tinggi, dan dapat secara enzimatik. Pembuatan biodiesel dari minyak nabati telah banyak dikaji bahkan diproduksi secara komersial di luar negeri (Darnoko, dkk. 2001., Ananta-Andi-Anggraini, dkk., 1998., Krawczyk, 1996., Knothe, 2001). **Cara kimiawi ini mempunyai kelemahan**, yaitu *energy consuming*, transesterifikasi tidak sempurna jika tinggi kandungan asam lemak bebas dan airnya, sulit memisahkan residu katalis dan gliserolnya (Nelson, dkk., 1996). Hal ini diperkirakan dapat diatasi dengan cara **transesterifikasi enzimatis**.

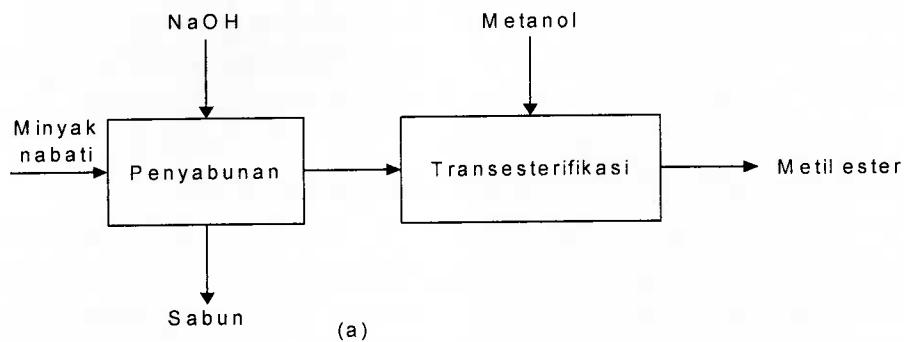
Beberapa minyak nabati bahkan minyak jarak pagar telah dicoba untuk dikonversi menjadi biodiesel secara enzimatis (Watanabe, dkk., 2001., Shimada, dkk., 1999., Selmi dan Thomas., 1998., Nelson, dkk., 1996). Dari berbagai kajian tersebut dapat disimpulkan berbagai faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi enzimatis tersebut, antara lain sumber enzim, kadar air, rasio metanol/minyak, suhu jika waktu reaksinya pendek. Disamping

itu, secara umum reaksi interesterifikasi dapat dipengaruhi oleh adanya beberapa jenis pelarut organik, sementara pelarut organik lain tidak. Pelarut organik ini dapat memfasilitasi kontak antara enzim dan substrat, serta dapat mengencerkan viskositas campuran.

Hipotesa

Produksi biodiesel dari minyak nabati pada dasarnya adalah reaksi metanolisis, yaitu reaksi trigliserida dengan metanol dihasilkan metil ester asam lemak dan gliserol. Reaksi ini dapat dilakukan secara kimiawi menggunakan katalis dengan energi tinggi, dan dapat secara enzimatik.

Untuk menghindari deaktivasi katalis dalam proses konversi minyak jarak pagar menjadi metil ester secara kimiawi, asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar harus disingkirkan lebih dahulu. Penghilangan asam lemak bebas dapat dilakukan dengan jalan *refining*, yaitu: menggunakan pelarut basa; dan *physical refining*, yaitu: dengan *vacuum steam distillation* (Shah, K.J., dkk., 1989). Cara pertama merupakan metode yang paling konvensional, menghasilkan sabun sebagai produk samping namun tidak memberi nilai tambah (*value added*) yang cukup berarti. Kelemahan cara ini adalah menyebabkan polusi dan konsumsi bahan kimia yang cukup besar. Cara kedua juga termasuk konvensional dari sudut teknologi, dengan kelemahan utama kebutuhan energi yang besar dan harga peralatan mahal. Pelibatan kedua metode penyaringan asam lemak bebas ini menghasilkan dua proses produksi metil ester, seperti ditampilkan di Gambar 1.



Gambar 1 Produksi metil ester asam lemak konvensional

Beberapa minyak nabati bahkan minyak jarak pagar telah dicoba untuk dikonversi menjadi biodisel secara enzimatis (Watanabe, dkk., 2001., Shimada, dkk., 1999., Selmi dan Thomas., 1998., Nelson, dkk., 1996). Dari berbagai kajian tersebut dapat disimpulkan berbagai faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi enzimatis tersebut, antara lain sumber enzim, kadar air, rasio metanol/minyak, suhu jika waktu reaksinya pendek. Disamping itu, secara umum reaksi interesterifikasi dapat dipengaruhi oleh adanya beberapa jenis pelarut organik, sementara pelarut organik lain tidak. Pelarut organik ini dapat memfasilitasi kontak antara enzim dan substrat, serta dapat mengencerkan viskositas campuran. Penggunaan lipase yang tersedia secara komersial untuk konversi minyak jarak pagar ke biodisel belum dipublikasikan sampai saat ini.

Salah satu kendala penggunaan enzim dalam konversi minyak nabati ke biodisel adalah harga enzim yang tersedia secara komersial masih mahal karena masih import. Oleh karena itu perlu diupayakan sumber lipase indigeneous yang murah dan yang potensial. Aktivitas lipase dalam bekatul dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan, suhu dan kadar air (Gingras, 2000). Beberapa penelitian menunjukkan kemampuan leteks pepaya dapat digunakan untuk biokonversi lipida (Caro, dkk., 2000.,

Gandi dan Mukherjee, 2001., Lee dan foglia, 2001). Penggunaan kedua sumber lipase tersebut untuk pembuatan metil ester dari minyak kelapa belum dipublikasikan sampai saat ini. Pemerintah Indonesia perlu segera melakukan pengembangan sumber energi alternatifnya, termasuk sumber energi biodisel ini.

Pengujian Biodisel (Metil Ester)

Hasil konversi minyak jarak pagar berupa ester minyak jarak pagar yang diuji sifat-sifatnya dengan metode standar ASTM. Dari hasil pengujian sifat ester minyak jarak pagar, berikut dibahas karakteristik-karakteristik yang penting untuk bahan bakar mesin diesel.

1. Viskositas

Viskositas adalah salah satu karakteristik bahan bakar diesel yang terpenting. Pelumasan, gesekan antara bagian-bagian yang bergerak dan keausan mesin, semuanya dipengaruhi oleh viskositas. Oleh karena itu bahan bakar diesel yang terlalu rendah viskositasnya akan memberikan pelumasan yang buruk, juga cenderung mengakibatkan kebocoran pada pompa. Sebaliknya viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan asap yang kotor karena bahan bakar lambat

mengalir dan lebih sulit teratomisasi (Maleev, 1954).

2. Pour Point

Pour point adalah titik suhu terendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir. Pour point yang tinggi akan mengakibatkan mesin sulit dinyalakan pada suhu rendah (Maleev, 1954).

3. Conradson Carbon Residue

Residu karbon bahan bakar yang tinggi menyebabkan silinder cepat terabrasi (Anderson, 1935). Selain itu, akan mengakibatkan terbentuknya deposit karbon dan zat yang kental pada piston dan silinder. Hal ini dapat menyebabkan lekatnya ring piston dan valve system (Maleev, 1951).

4. Flash Point

Flash point tidak langsung berkaitan dengan unjuk kerja mesin. Namun, *flash point* sangat penting sehubungan dengan keamanan dan keselamatan, terutama dalam handling dan storage (ASTM, 1958). *Flash point* yang tinggi akan memudahkan penanganan bahan bakar, karena bahan bakar tidak perlu disimpan pada suhu rendah. Sebaliknya, *flash point* bahan bakar yang terlalu rendah akan membahayakan karena tingginya resiko terjadi penyalakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian tentang pembuatan biodisel dari minyak jarak pagar dengan biokatalis dalam reaktor enzimatis akan diinvestigasi baik secara eksperimen maupun pemodelan (regresi). Rangkaian penelitian akan dilaksanakan secara bertahap meliputi:

- Perancangan dan pabrikasi reaktor enzimatis

- Studi produktifitas biodisel
- Optimisasi parameter-parameter proses
- Penyusunan draft paten

Bahan Penelitian

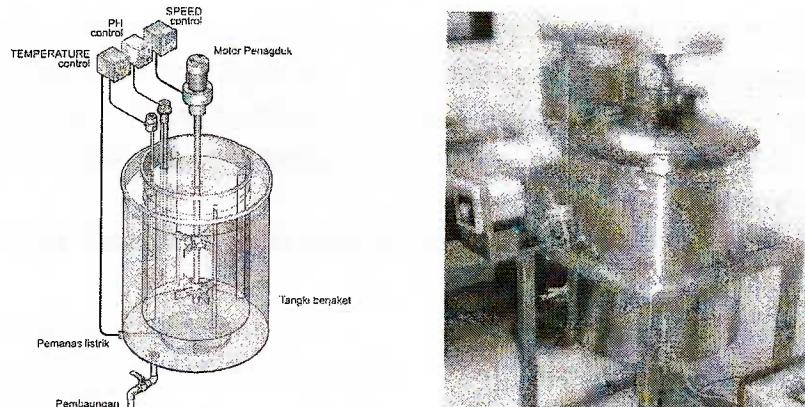
Bahan utama penelitian ini adalah minyak jarak pagar, metanol, heksan, enzim lipase murni, enzim lipase lateks pepaya dan lipase dari bekatul. Lipase murni dibeli dari Nuvo, lipase lateks pepaya dan lipase bekatul akan diekstrak dari pepaya dan bekatul.

Perancangan dan Pabrikasi Alat Reaktor Enzimatis

Rangkaian alat bioreaktor yang digunakan untuk proses enzimatis seperti disajikan dalam Gambar 2. Rangkaian alat ini terdiri dari reaktor enzimatis, motor pengaduk, pemanas listrik, pengendali temperatur, pengendali pH, jaket pendingin dan pengendali putaran pengaduk

Sementara itu, alat pendukung yang dipakai pada penelitian ini adalah centrifuge, tabung reaksi dan ekstraktor berpengaduk. Beberapa alat lain yang digunakan sebagai pendukung untuk keperluan analisa adalah:

1. Buret, dengan volume 10 ml dan skala 0,02
2. Piknometer, dengan volume 5 ml
3. Viskosimeter
4. Erlenmeyer, dengan volume 250 ml
5. Pipet volum, dengan volume 10 ml
6. Beaker glass, dengan volume 500 ml dan 100 ml
7. Pipet tetes
8. Bomb calorimeter
9. Pipa kapiler.



Gambar 2. Rangkaian alat reaktor enzimatis

Studi Produktifitas

Usaha-usaha yang dapat meningkatkan produktifitas biodiesel diantaranya pengaruh penambahan pelarut organik terhadap pembentukan metil ester. Secara umum reaksi interesterifikasi dapat dipengaruhi oleh adanya beberapa jenis pelarut organik, sementara pelarut organik lain tidak (Yulianto., M.E, dkk., 2005., Watanabe, dkk., 2001., Shimada, dkk., 1999). Pelarut organik ini dapat memfasilitasi kontak antara enzim dan substrat, serta dapat mengencerkan viskositas campuran.

Variabel Percobaan

Variabel-varibel percobaan dalam metanolisis minyak jarak pagar sebagai upaya dalam meningkatkan produktifitas dibagi menjadi dua, yaitu : variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap berupa suhu (60 °C), waktu reaksi (8 jam), rasio enzim-minyak jarak pagar (5 : 100 v/v) dan rasio minyak jarak pagar-metanol (1:2 v/v). Sedangkan konsentrasi n-heksan dilakukan pada rentang 0,5 – 5 (v/v). Biokatalis yang digunakan berupa enzim lipase murni, enzim dari ekstrak bekatul dan enzim dari ekstrak lateks pepaya.

Studi Optimisasi Parameter Proses

Studi optimisasi dilakukan dengan menggunakan faktorial design 2^n . Parameter-parameter yang diteliti adalah suhu, waktu reaksi, pengaruh rasio enzim-minyak jarak pagar, pengaruh rasio minyak jarak pagar-metanol dan konsentrasi heksan. Variabel untuk studi optimisasi parameter proses disajikan di Tabel 5. Penentuan variabel yang berpengaruh dapat menggunakan normal probability plot, setelah dilakukan perhitungan main efek dan perhitungan interaksi atau menggunakan program statistik *Matlab* ®.

Penentuan Yield

Sampel yang diambil, kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan selama semalam dengan tujuan agar pemisahan yang terjadi mendekati sempurna dimana gliserol akan berada pada fase bawah sementara metil ester yang terbentuk akan berada pada fase atas. Setelah itu, kedua lapisan yang terbentuk segera dipisahkan dan metil ester segera diambil untuk ditimbang dan dianalisis bilangan asam serta konsentrasi metil ester dengan Gas Chromatografi. Metil ester dihitung persentasenya terhadap total campuran. Faktor

konversi dihitung berdasarkan metil ester yang terbentuk terhadap minyak jarak pagar yang digunakan.

- Melting point diukur dengan metode menggunakan pipa kapiler.
- Energy content diukur dengan metoda menggunakan bomb calorimeter.

Pengujian Sifat Produk

Hasil konversi minyak jarak pagar berupa ester minyak yang diuji sifat-sifatnya dengan metode standar ASTM.

- Viskositas diukur dengan Brookfield viskosimeter.
- Spesific gravity diukur dengan piknometer.
- Flash point diukur dengan metode AOAC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan obyek penelitian tentang penggunaan n-heksan pada proses pembuatan biodiesel secara ensimatis maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 1. Konversi biodiesel dengan dan tanpa menggunakan n-heksan

| No. | Suhu (oC) | Konversi (%) Dengan n-Heksan | Konversi (%) Tanpa n-Heksan |
|-----|-----------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 35 | 34 | 30 |
| 2 | 40 | 44 | 36 |
| 3 | 45 | 50 | 45 |
| 4 | 50 | 57 | 49 |
| 5 | 55 | 52 | 47 |
| 6 | 60 | 48 | 41 |

Tabel 2. Konversi biodiesel berdasarkan waktu reaksi

| No. | Waktu Reaksi (jam) | 1:1 | 1:2 | 1:3 |
|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| 1 | 5 | 30 | 31 | 32 |
| 2 | 10 | 38 | 40 | 40 |
| 3 | 15 | 43 | 46 | 46 |
| 4 | 25 | 49 | 50 | 50 |

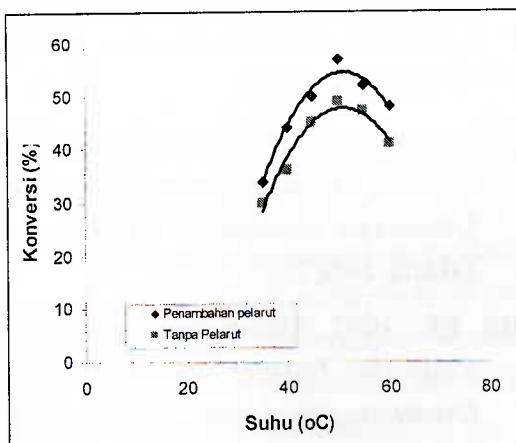
Tabel 3. Konversi biodiesel berdasarkan suhu reaksi

| No. | Temperatur (oC) | Konversi (%) |
|-----|-----------------|--------------|
| 1 | 30 | 30 |
| 2 | 40 | 40 |
| 3 | 50 | 50 |
| 4 | 55 | 55 |
| 5 | 45 | 45 |
| 6 | 40 | 40 |

Tabel 4. Karakterisasi biodisel

| No. | Sifat - sifat | Biodisel |
|-----|----------------|---------------|
| 1 | Density | 0,879 – 0,886 |
| 2 | Viskositas | 4,80 – 5,57 |
| 3 | Titik Nyala | 190 -197jgfe |
| 4 | Energy Content | 9400 - 9600 |
| 5 | Cetane Number | 51 - 59 |

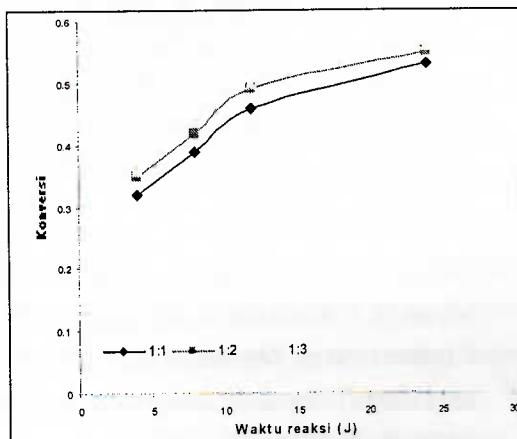
Dari data yang kita dapat diatas maka analisa dari penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3. grafik hubungan konversi biodiesel dengan temperatur proses

Dari grafik diatas dapat dihasilkan analisa bahwa penggunaan n-heksan memberi pengaruh yang signifikan dalam menghasilkan biodiesel. Alasan mengapa n-heksan memberi pengaruh pada proses pembuatan biodiesel karena n-heksan memfasilitasi bidang kontak antara metanol dan minyak biodiesel, yang berakibat pada lebih tingginya konversi biodiesel dengan penggunaan n-heksan.

Sedangkan dari tabel 2 akan didapat grafik sebagai berikut :

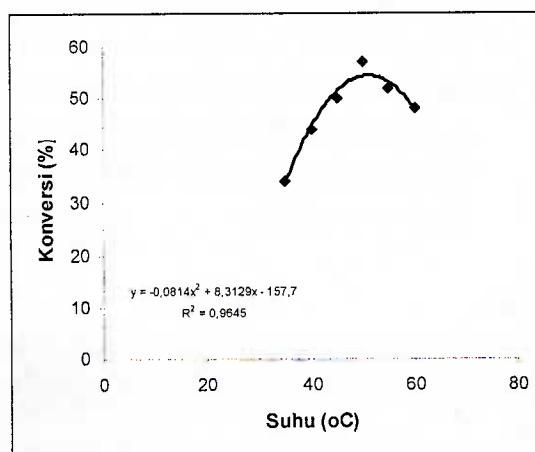


Gambar 4. Grafik hubungan antara konversi biodiesel terhadap waktu reaksi

Dari grafik diatas didapat hasil analisa bahwa waktu reaksi yang semakin panjang akan menghasilkan konversi biodisel yang semakin tinggi. Ini sesuai dengan proses enzimatis yang membutuhkan waktu untuk transesterifikasi. Manun dari grafik didapat bahwa waktu 15 jam lebih optimal dibandingkan dengan waktu reaksi yang semakin panjang.

Dan ratio metanol terhadap minyak jarak pagar menghasilkan konversi biodisel terbaik pada angka 1:3.

Sedangkan pengaruh temperatur terhadap proses transesterifikasi dapat dilihat dari grafik berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan antara konversi biodiesel terhadap temperatur proses.

Dari grafik didapat bahwa temperatur optimum proses terjadi pada temperatur 55°C

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan n-heksan pada proses transesterifikasi biodisel secara enzimatis memberi pengaruh yang signifikan terhadap konversi biodisel yang dihasilkan
2. Ratio metanol/minyak jarak pagar 1:3 dan waktu reaksi 15 jam memberi hasil konversi biodisel yang optimal dibandingkan pada ratio dan waktu yang lainnya.
3. Temperatur optimal pada proses transesterifikasi biodisel secara enzimatis adalah pada temperatur 55°C dengan nilai konversi 55%.

Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan ada beberapa hal yang dapat disarankan oleh peneliti yaitu :

1. perlu adanya studi lebih lanjut mengenai penggunaan minyak nabati sebagai bahan biodisel
2. Perlu adanya studi performa mesin disel yang menggunakan bahan bakar biodisel

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nur alam Syah, *Biodiesel Jarak Pagar Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*, Agromedia Pustaka, 2006
- BPPT, *Biodiesel Jarak Pagar Jadi Proyek Nasional BPPT*, Investor Daylight on line, februari 2006.

Caro, Y. P. Villeneuve, M. Pina, Max-Reynes dan J. Graille, 2000. *Investigation of Crude Latex from Carica papaya Varieties for Lipid Conversion*. JAOCs 77 (8) : 891 – 901.

Development Jatropha Curcus Plantation As A Source of Row material for Biodiesel, Directorate General Of Estate Crops, Jakarta, June 2005

ICBS, PT., 1997, “*Studi Tentang Analisis Pasar dan Prospek Investasi Industri Oleokimia (Oleochemical) Indonesia*”.

Investor Indonesia.Com, *PLN Akan Ganti Minyak Diesel Dengan Minyak Jarak*, Jakarta, 2005

Kazunori H., Eiji K., Hiroshi T., Koji T., Daizo M, 2001. *Combustion Characteristics of Diesel Engines with Waste Vegetable Oil Methyl Ester; The Fifth Symposium on Diagnostics and Modeling of Combustion in Internal Combustion Engines*, July 1*4, 2001, Nagoya.

Nelson, L.A., T.A. Foglia dan W.N. Marmer, 1996. *Lipase-Catalyzed Production of Biodiesel*. JAOCs 73 (8) : 1191 – 1195.

Watanabe, Y, Y. Shimada, A. Sugihara, H. Noda, H. Fukuda dan Y Tominaga, 2000. Continuoes Production of Biodiesel Fuel from Vegetable Oil Using Immobilized *Candida antartica* Lipase. JAOCs 77 (3) : 355 – 360.: 701 – 707.

Y. Shimada, Y., Y. Watanabe, A. Sugihara, H. Noda, H. Fukuda dan Y. Tominaga, 1999. *Conversion of Vegetable oil Using Immobilized Candida antartica Lipase*. JAOCs 76 (7) : 789 – 793.