

---

## PEMBUATAN BIODIESEL DARI CPO PARIT DENGAN REAKTOR MEMBRAN

### ABSTRAKS

Syarfi, Ida Zahrina, dan Zulfansyah

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

E-mail: [Syarfi@unri.ac.id](mailto:Syarfi@unri.ac.id)

### ABSTRAKS

Tantangan pembuatan biodiesel secara konvensional antara lain sulit mencapai konversi yang tinggi tanpa menggunakan energi yang besar dan proses yang panjang. Salah satu teknologi alternatif yang sangat mungkin dikembangkan untuk menangani masalah tersebut adalah reaktor membran. Penelitian pembuatan biodiesel menggunakan bahan baku CPO parit dengan kadar FFA 90%, methanol, dan asam sulfat sebagai pereaksi dan katalis. Penelitian menggunakan reaktor membran sebagai alat utama, yang dilengkapi dengan alat pemanas umpan, tangki umpan, dan pompa. Penelitian dilakukan dengan memanaskan CPO parit sampai temperatur 70C. Perbandingan molar umpan terhadap methanol adalah 1:5 dan katalis 1 % berat. Campuran CPO parit, methanol dan katalis diumpangkan ke reaktor membran pada tekanan 0,5 , 1, 1,5 dan 2 bar dengan waktu tinggal dalam reaktor 2 jam dengan cara mensirkulasikan retentat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi relatif mencapai 89,2% pada tekanan 2 bar. Fluks rata mencapai 10 L/jam-m<sup>2</sup>. Viskositas, densitas, dan titik nyala telah memenuhi baku mutu biodiesel.

Kata Kunci: biodiesel; CPO parit; dan reaktor membran

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Biodiesel merupakan bahan bakar *renewable*, yang berpotensi menjadi salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar petroleum dimasa mendatang. Biodiesel dapat diproduksi dari CPO melalui proses esterifikasi maupun tran-esterifikasi. Perkembangan penelitian proses produksi biodiesel dengan teknologi membran adalah: Alicieo *et all* (2002) mempelajari pengaruh temperatur dan tekanan transmembran terhadap fluks *crude soyben oil*. Koris dan Vitai (2002) mempelajari rejeksi phospolipid dari *crude vegetable oil*. Hasil yang diperoleh fluks dan rejeksi cukup baik, tetapi terjadi emulsifikasi. Sementara Shah dan Ritchie (2005); dan Veldsin (2001) masing-masing mempelajari, eskterifikasi katalis menggunakan membran dan penggunaan katalis padat yang dicampurkan dengan bahan membran. Hasil yang diperoleh terjadi peningkatan konversi tetapi terjadi deaktivasi katalis. Sedangkan He *et all* (2006) mempelajari penggunaan ekstraktor membran untuk pemurnian biodiesel. Hasil

yang diperoleh tingkat kemurnian mencapai 99%. Selektifitas hidrogenasi pada sunflower seed oil pada tiga fasa katalitik membran reaktor, dimana katalis Pd langsung diimpregnasi dengan membran. Akibat dari proses hidrogenasi yang terjadi pada tekanan, temperatur dan selektivitas yang berbeda. Pada akhirnya, membran katalis menunjukkan terjadinya deaktivasi katalisis (Veldsink, 2001).

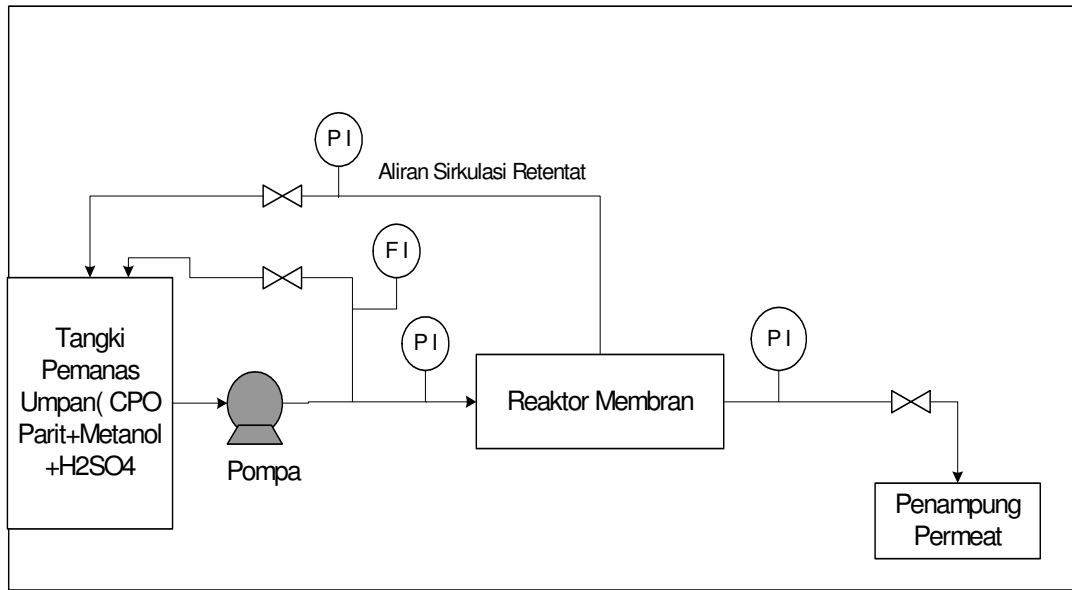
Penggunaan reaktor untuk produksi biodiesel dengan bahan baku *virgin conela oil*, *virgin palm oil*, *yellow greaee*, *waste canola oil*. Alkohol yang digunakan terdiri atas methanol, ethanol, alkohol blend dan, denatur alkohol menggunakan katalis sodium hidroksida dan asam sulfur. Kondisi reaksi dilakukan pada 55-70 °C dengan perbandingan molar rasio alkohol : lipid dari 50 : 1 ~ 6 : 1 dan 0.05 – 2 % wt (basa) serta 1 – 5 % wt (asam) dengan *Flow rate* sirkulasi 90 – 180 kg/min selama 1 hingga 3 jam, biodiesel yang dihasilkan berkualitas baik (Dube dan Tremblay , 2006).He et al (2006) meneliti ekstraksi membran dimana kemurnian biodiesel yang dihasilkan mencapai 99% dan lebih tinggi dari pemurnian biasa yakni sekitar 97,5%. Rendahnya kemurnian metode biasa disebabkan oleh terbentuknya emulsi selama proses refining. Proses ini menggunakan membran *hollow fiber* dari bahan *polysulfone*

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: CPO parit;. metanol p.a; asam Sulfat p.a; . Kalium Hidroksida; indikator pp; . Bahan Kimia sebagai chemical agent washing : NaOH; aquadest sebagai bahan pembilas (flushing).

Alat-alat yang digunakan meliputi: satu unit reaktor membran; tangki umpan; hot plate; corong pemisah;Beaker gelas; erlemeyer;buret dan statif; stopwach; pipet gondok; termometer; piknometer; dan viskotester.Skema rangkaian alat penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar .1. Skema Alat Penelitian

### Variabel penelitian

### Variabel tetap

Waktu, tekanan, temperatur, dan bahan kimia pencucian 20 menit, dan 0,5 bar, 70C, dan NaOH : 0,5 N. Konsentrasi FFA dalam umpan : 89,69%. Konsentrasi air dalam Umpan : 2,96%. Waktu tinggal dalam reaktor 2 jam, Temperatur : 70 C

### Variabel tidak tetap :

Tekanan operasi (P) : 0,5; 1, dan 1,5 bar, Konsentrasi katalis (C) : 1 %. Rasio Molar FFA terhadap methanol : 1: 5

### Prosedur Penelitian.

1. Pengukuran fluks-permeat membran dengan melewati aquades ke membran selama 20 menit.
2. sejumlah gram sample (CPO parit) dimasukkan kedalam tangki umpan untuk dipanaskan hingga temperatur 70C.
3. tambahkan metanol 99,9% dengan perbandingan mol FFA terhadap mol metanol 1: 5 dan katalis asam (1% dari sampel).

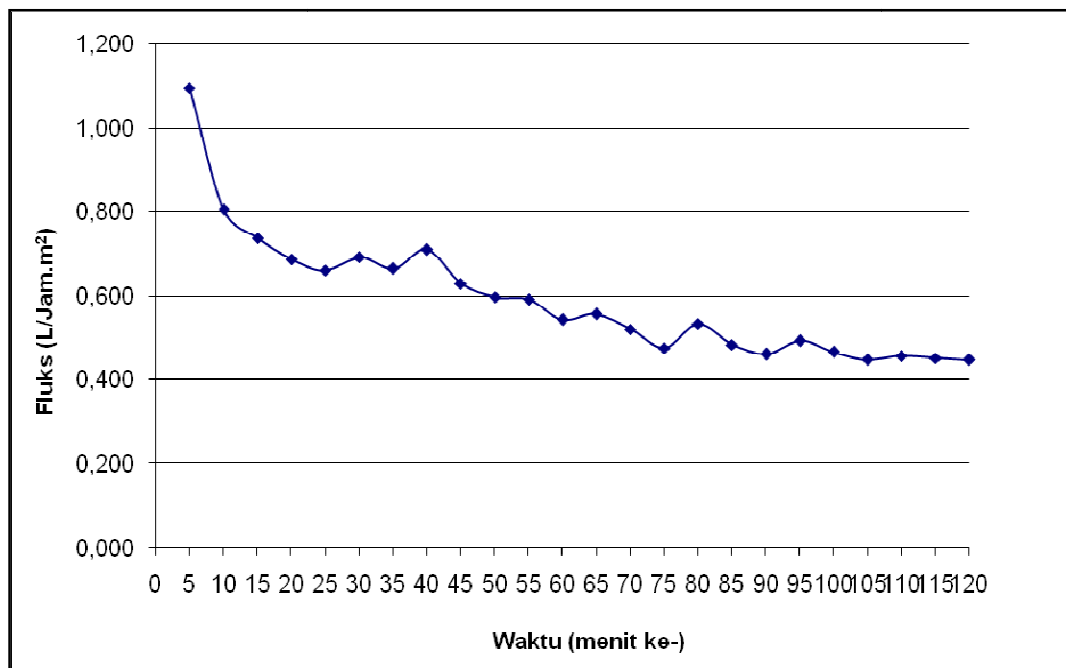
4. campuran CPO parit, metanol dan katalis, dipompakan kedalam reaktor membran pada tekanan 0,5 bar dengan sistem aliran sirkulasi dengan waktu tinggal selama 2 jam.
5. fluks permeat dicatat per lima menit selama waktu operasi.
6. pencucian kimia dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 1 N selama 20 menit dan fluks permeat per 5 menit dicatat.
7. pembilasan dengan aquades
8. prosedur yang sama untuk ukuran parameter lainnya.

Analisa hasil

Biodiesel hasil proses reaktor membran dianalisa sifat-sifat kimia dan fisika meliputi : kadar air dan zat yang menguap, viskositas, densitas, bilangan asam lemak bebas dan titik nyala.

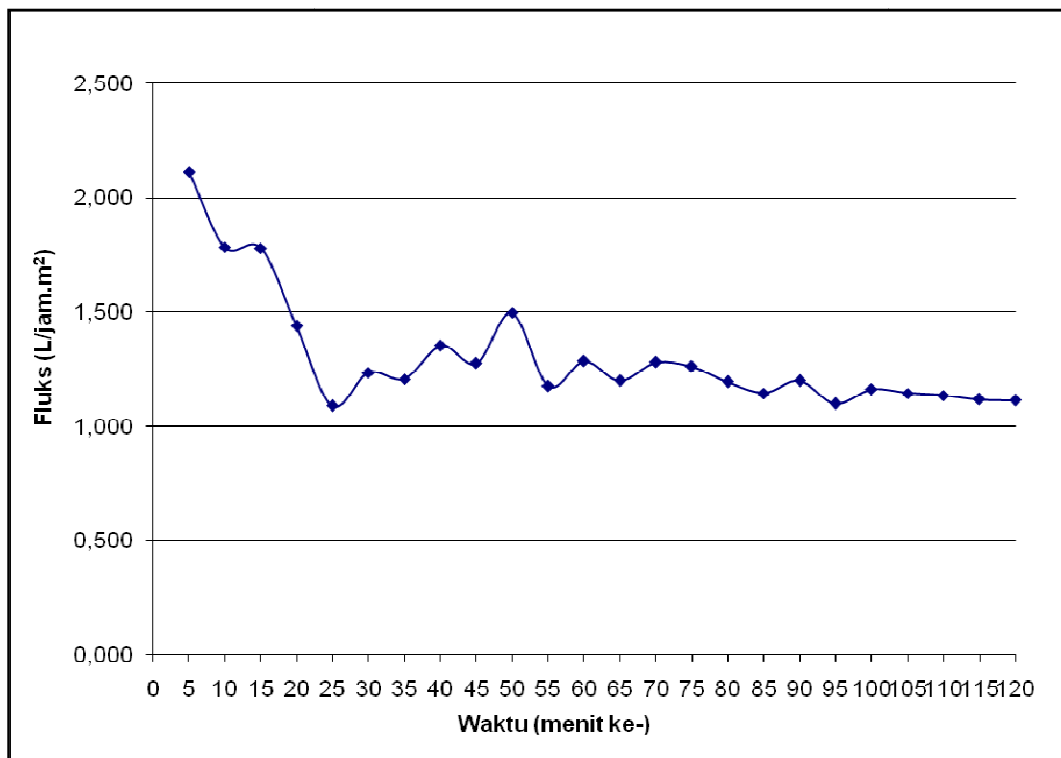
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari percobaan diolah untuk mendapatkan hubungan antara fluks terhadap waktu pada masing-masing tekanan, rasio molar bahan baku dan methanol serta katalis seperti pada gambar 1, 2, 3.dan 4. Hasil biodiesel dan karakteristiknya seperti pada Tabel 1, dan 2.



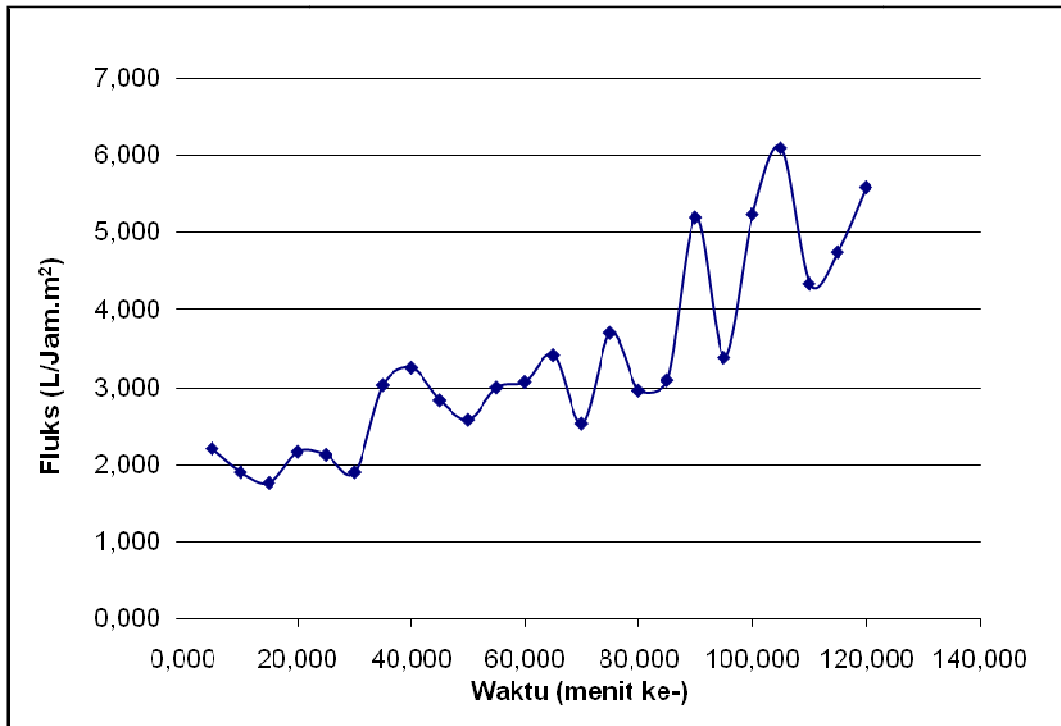
Gambar 1. Hubungan Fluks-permeat terhadap waktu pada tekanan 0,5 bar rasio molar 1:5 dengan katalis 1 %

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada awal-awal operasi membran fluk sangat tinggi mencapai 1,1 liter/jam m<sup>2</sup> dan terjadi penurunan yang sangat tajam. Tingginya fluk dan turunya fluks sedemikian tajam disebabkan oleh belum terjadi kompaksi pada membran. Fluks-permeat setelah 30 menit operasi membran cenderung menurun terus-menerus dan penurunan relatif kecil sampai waktu 120 menit. Hal ini kemungkinan terjadi peningkatan tahanan pada membran akibat sisa-sisa FFA yang belum habis bereaksi.



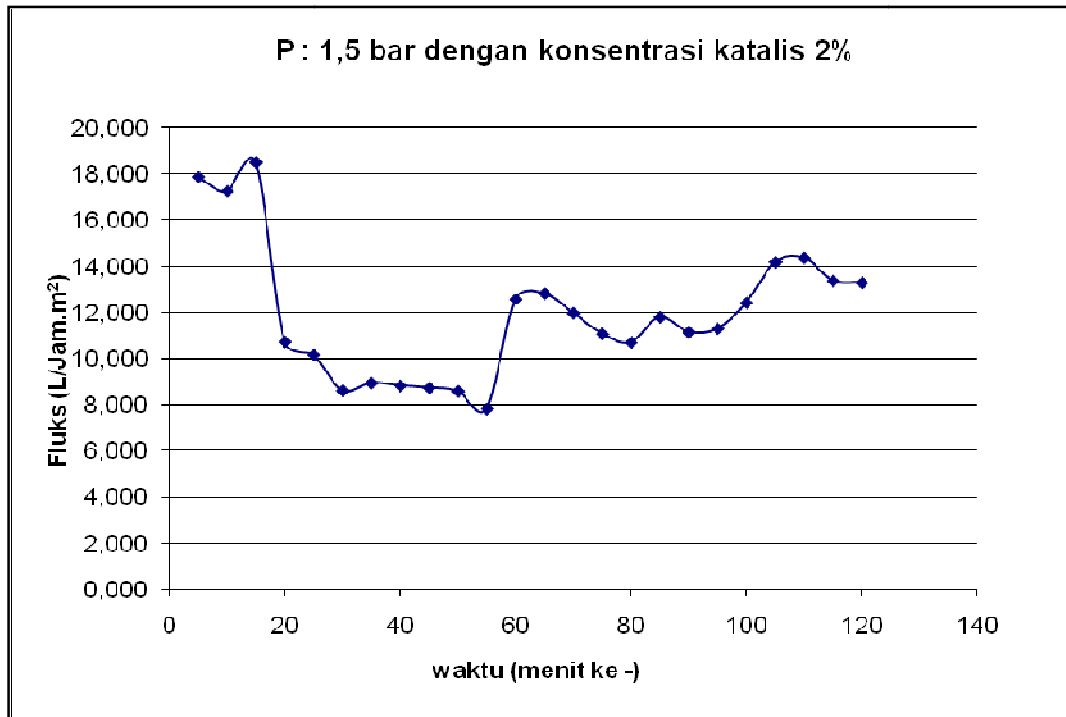
Gambar 2. Hubungan Fluks-permeat terhadap waktu pada tekanan 1 bar rasio molar 1:5 dengan katalis 1 %

Gambar 2 menunjukkan bahwa kenaikan tekanan mempengaruhi kenaikan fluks yang signifikan mencapai 50% jika dibandingkan dengan gambar 5.1. Penurunan fluk sangat tajam terjadi pada waktu 20 menit pertama operasi membran. Setelah waktu operasi 1 jam fluks menunjukkan perkembangan konstan sampai waktu 2 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa laju pembentukan biodiesel lebih baik jika dibandingkan dengan tekanan 0,5 bar.



Gambar 3. Hubungan Fluks-permeat terhadap waktu pada tekanan 1,5 bar rasio molar 1:5 dengan katalis 1 %

Gambar 3 menunjukkan bahwa fluks sampai dengan waktu 30 menit pertama besarnya hampir sama dengan fluks pada tekanan 1 bar. Hal ini kemungkinan dari viskositas yang belum berubah secara signifikan karena tingkat konversi masih kecil. Setelah waktu 30 menit sampai waktu 120 menit fluks-permeat terus meningkat secara signifikan mencapai angka tertinggi yaitu 6000 liter/jam.m<sup>2</sup>. Peningkatan fluks kemungkinan disebabkan konversi semakin bagus sehingga tahanan yang diberikan oleh zat yang belum bereaksi semakin kecil dengan bertambahnya waktu reaksi.



Gambar 4. Hubungan Fluks-permeat terhadap waktu pada tekanan 2 bar rasio molar 1:5 dengan katalis 1 %

Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh tekanan sangat signifikan terhadap kenaikan fluk jika dibandingkan dengan tekanan pada percobaan-percobaan sebelumnya. Fluks rata-rata berkisar 11000 l/jam.m<sup>2</sup> . Fluks cenderung naik dengan bertambahnya waktu operasi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kecepatan reaksi semakin kekanan semakin baik sehingga jumlah zat yang belum beraksi semakin berkurang dengan waktu. Tahanan yang diberikan pada membran semakin kecil sehingga fluk yang dihasilkan berbanding lurus dengan waktu operasi.

### Konversi Reaksi

**Tabel 1. Tingkat Konversi pada rasio molar CPO Parit: Metanol 1:5 dan konsentrasi katalis 1% berat pada masing-masing tekanan**

No	Tekanan (bar)	Konversi (%)
1	0,5	86,3
2	1,0	86,4
3	1,5	87,4

4	2,0	89,2
---	-----	------

Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat konversi meningkat dengan naiknya tekanan meskipun kenaikannya relative kecil. Hal ini kemungkinan terjadi karena proses pengontakan dan proses pemisahan pada membran reaktor semakin baik terjadi pada tekanan yang lebih besar. Proses tumbukan pada aliran sirkulasi kemungkinan berbanding lurus dengan kenaikan tekanan sehingga proses konversi akan lebih besar.

### **Karakteristik Biodiesel**

Biodiesel yang diperoleh dari proses membran reaktor dianalisa sifat fisika kimia meliputi: kadar air, viskositas, densitas, dan kandungan asam lemak bebas, dan titik nyala. Hasil analisa seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik Biodiesel pada perbandingan Molar CPO parit: Metanol 1;; dan katalis 1 % berat

No	Parameter	Biodiesel hasil proses reaktor membran	Standar biodiesel
1	Kadar air dan zat yang menguap	0,1 %	Maks 0,05%
2	Viskositas	5,2 mm <sup>2</sup> /s	2,3-6, mm <sup>2</sup> /s
3	Densitas	865 Kg/m <sup>3</sup>	850-890 Kg/m <sup>3</sup>
4	FFA	1,8%	Maks 0,8
5	Titik Nyala	158°C	Min 100° C

Tabel .2 menunjukkan kadar FFA relative tinggi dan belum memenuhi standar mutu biodiesel, besarnya kadar FFA sisa didalam produk bisa disebabkan oleh temperatur reaksi yang tidak stabil yang mempengaruhi kesempurnaan reaksi. Kadar air masih diatas standar, hal ini disebabkan karena kandungan air dan zat menguap yang tersisa dari pencucian

### **KESIMPULAN**

#### **Kesimpulan**



Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Tekanan berpengaruh terhadap fluks-permeat dan tingkat konversi. Konversi tertinggi mencapai 89,2% terjadi pada tekanan 2 bar. Sisa FFA didalam produk mencapai 0,8 %, dan belum memenuhi standar. Kadar air dalam biodiesel masih relative tinggi, Viscositas, densitas, dan titik nyala telah memenuhi standar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Alicio et al, 2002, Membran Ultrafiltration of Crude Soyben Oil, Departamento de Engenharia Quimical Universidade Estadual de Maringa, Colombo, Brazil, *Desalination 148 (2002) 99-102, Desalination, Elsevier.*

Azemimoghadam dan Mohammadi (2006)

Cao et al, 2006, Effect of Membran Pore Size on the Performance of a Membran Reactor for Biodiesel Production, Departement of Chemical Engineering, University of Ottawa, Canada, *ACS Publication.*

Dube dan Tremblay, 2006, The Next Generation in Biodiesel Reactor Tecnology, Departemen of Chemical Engineering, University of Ottawa, Canada, ([www.google.com/biodiesel filetype:pdf membran/02 Januari 2006](http://www.google.com/biodiesel filetype:pdf membran/02 Januari 2006)).

He et al, 2006, Comparasion of Membran Extraction with Traditional Extraction Methods For Biodiesel Production, Journal of The American Oil Chemist' Society, *Publisher Springer Berlin, ISSN 003-021X, Springlink, p457-460.*

Koris dan Vitai, 2002, Dry Deguming of Vegetable Oils by Membran Filtration, St. Istvan, Faculty of Food Science, Departement of Food Engineering, Hungary, *Desalination 148 (202) 149-153, Desalination, Elsevier.*

Shah dan Ritchie, 2005, Esterification catalysis using functionalized membrans, Department of Chemical and Biological Engineering, University of Alabama, *Tuscaloosa, AL 35487-0203, USA.*