



## **Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Karet Dengan Proses Reaktif Distilasi**

**Jonathan Ginting ( L2C606025 ) dan Praditya Nugraha ( L2C606038 )**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jln.Prof.Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax:(024)7460058

Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA

### **Abstrak**

*Harga minyak bumi yang terus melambung tinggi memaksa terus dilakukannya upaya pencarian dan penelitian sumber energi alternatif baru. Salah satu sumber energi alternatif yang paling menjanjikan adalah biodiesel dari minyak biji karet. Dikarenakan bahan baku yang dapat diperbaharui dan tersedia melimpah. Dalam penelitian ini menggunakan proses reaktif distilasi dimana proses konversi dan pemisahan berlangsung secara serentak atau sinambung. Parameter operasi yang akan dipelajari rasio katalis dan suhu serta pengaruhnya terhadap karakteristik produk biodiesel yang dihasilkan. Hasil analisis karakteristik bahan diperoleh kadar minyak yang cukup tinggi yakni 50,5%. Konversi minyak menjadi metil ester yang diperoleh paling besar adalah sebesar 25,86% . Variabel perbandingan volume asam lemak bebas dengan methanol lebih berpengaruh dibandingkan dengan variabel temperatur.*

**Kata kunci:** asam lemak bebas ; densitas; konversi ; minyak bijih karet ; viskositas

### **Abstract**

*The price of oil which keeps rising force the effort to search and research new alternative of energy source. One of the alternative of energy source which is the most promising is biodiesel from rubber seed oil. Because the material is renewable and available abundantly. In this research, we use reactive distillation process where the process of conversion and separation take place together and continuously. The parameter of operation that will be learned are ratio of catalyst, the temperature, and the effect to the characteristics of the biodiesel product's yield. The analysis of material characteristics produce the oil content is pretty high that is 50,5%. The highest conversion of oil to metil ester is 25,86%. The volume ratio of free fatty acid with methanol variable is more influential than the temperature variable.*

**Key word :** conversion ; density; free fatty acid ; rubber seed oil content ; viscosity

## **1. PENDAHULUAN**

Minyak bumi merupakan sumber energi yang tak dapat diperbarui. Adanya kenaikan harga BBM di Indonesia akhir-akhir ini mendorong upaya penghematan maupun penelitian untuk mendapatkan bahan bakar baru pengganti minyak bumi. Cadangan minyak bumi dunia pada akhir 2008 adalah 1.258.000 juta barrel. Dengan produksi minyak bumi global 3.928.800 barrel per hari dan konsumsi minyak bumi global 84.455.000 barrel per hari maka diperkirakan cadangan minyak bumi dunia akan habis 42 tahun lagi (*statistical review of world energy 2009, bp.com*). Indonesia memiliki cadangan minyak bumi 3.700 juta barrel dan diperkirakan akan habis 10,2 tahun lagi. Jika kondisi konsumsi minyak bumi kita tetap pada 2.442.000 barrel per hari dengan produksi harian 1.004.000 barrel (*statistical review of world energy 2009, bp.com*). Oleh karena itu, diperlukan bahan bakar alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Minyak nabati seperti minyak kedelai, minyak kelapa sawit dan minyak zaitun dapat kita manfaatkan sebagai bahan bakar baru pengganti minyak bumi terutama bahan bakar mesin diesel (biodiesel). Biodiesel dari minyak nabati mempunyai kelebihan seperti ramah lingkungan, dapat diperbarui dan menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih. Pemerintah sudah mulai menjalankan usaha ini seperti pengembangan biodiesel, bioethanol, *bio-oil*, *bio-gas*, bahan bakar dari gas alam. Untuk program biodiesel, Pemerintah Indonesia telah mengembangkan proses konversi minyak nabati seperti minyak jarak, karet, CPO menjadi biodiesel (Anonim, 2005). Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan proses reaktif distilasi untuk memproduksi biodiesel dengan bahan baku minyak biji karet dan mempelajari pengaruh jumlah katalis (%), temperatur, perbandingan metanol dan minyak terhadap produk biodiesel yang dihasilkan.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak biji karet, methanol 99%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH dan aquadest. Pada proses esterifikasi akan dipelajari perbandingan katalis dan metanol (volume) dan temperatur operasi. Rancangan percobaan menggunakan metode faktorial design 2 level. Variabel tetap; Volume minyak biji karet 250 ml; Tekanan 1 atm; Konsentrasi asam 1M. Variabel berubahnya temperatur 60 C(-); 80 C(+) dan perbandingan metanol dengan minyak 2:1(-); 4:1 (+) (v/v).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah sebagai berikut;

Tabel 1 Rancangan faktorial design 2 level percobaan esterifikasi

Run ke-	Variabel	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	-	+
2	+	+
3	-	-
4	+	-
5	0	0
6	0	0

Keterangan:

+ : sebagai batas atas

- : sebagai batas bawah

0 : nilai tengah

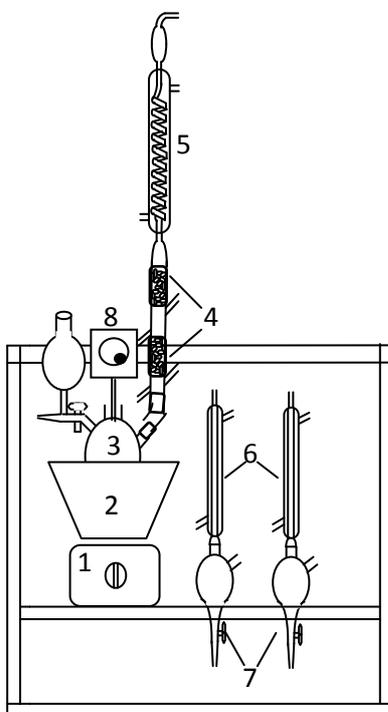
X<sub>1</sub> : pengkodean untuk Temperatur (°C) : 60(-); 80(+)

X<sub>2</sub> : pengkodean untuk Perbandingan metanol dengan minyak : 2:1(-); 4:1 (+) (v/v)

Dalam hubungan ini mengikuti persamaan sebagai berikut

$$X_1 = \frac{T - 70}{10} \quad (1)$$

$$X_2 = \left[ \frac{\text{Volume metanol} - 3}{1} \right] \quad (2)$$



Gambar 1. Alat reaktif destilasi

Penelitian ini dilakukan menggunakan alat reaktif destilasi yang terdiri dari sebuah labu leher tiga yang diletakkan di atas waterbath yang diletakkan di atas kompor sebagai pemanas. Pada salah satu leher labu leher tiga dipasang dua (2) tingkat packing dan kemudian di atasnya dipasang pendingin balik sebagai pendingin. Pada salah satu leher labu tiga yang lain dipasang pengaduk untuk mencampur bahan pada kecepatan konstan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Karakteristik Bahan Baku

Bijih karet yang diperoleh dari perkebunan di Kabupaten Tuntang, dianalisa kandungannya yang meliputi kadar air, kadar minyak dan kadar abu. Hasil analisa bahan seperti disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa bijih karet berpotensi untuk diambil minyaknya, dimana diperoleh kadar minyak yang cukup tinggi sekitar 50,5%.

Tabel 2. Karakteristik bahan baku bijih karet

Parameter	Hasil analisa
Kadar Air	16,57 %
Kadar Abu	2,94 %
Kadar minyak	50,5 %

#### Karakteristik Minyak Bijih Karet

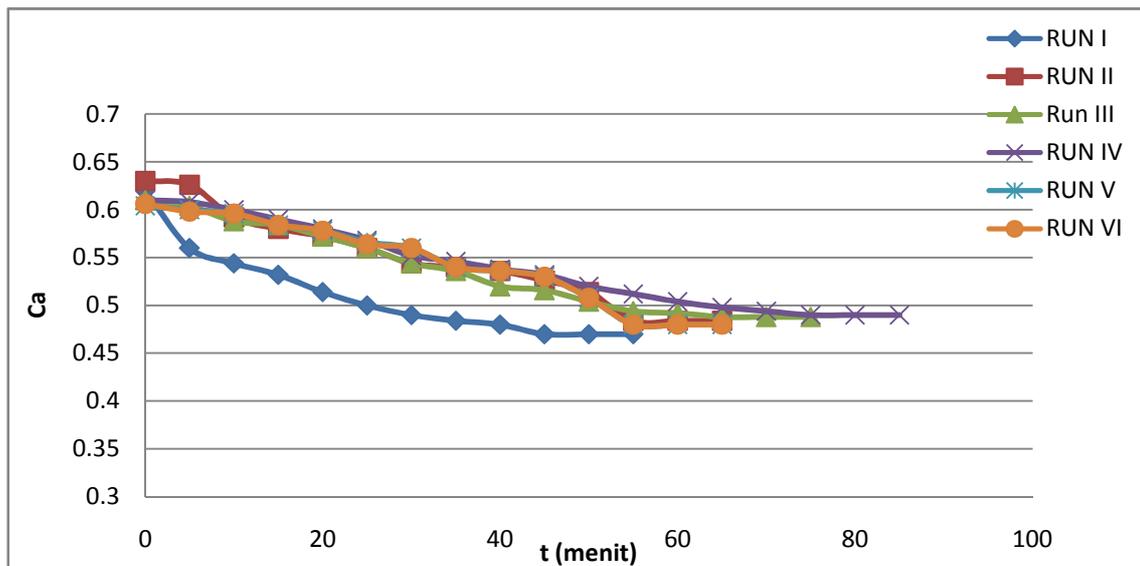
Minyak bijih karet yang diperoleh dari proses pengepresan, setiap perlakuan dilakukan analisis parameter kadar asam lemak bebas, viskositas, densitas dan komponen penyusun minyak. Secara garis besar hasil analisa seperti disajikan dalam Tabel 3. Tabel 3. menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas dalam bijih karet sangat tinggi. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi, untuk dapat dikonversi menjadi metil ester /biodiesel dibutuhkan tahap proses esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi bertujuan mengkonversi asam lemak bebas menjadi metil ester dan proses transesterifikasi bertujuan mengkonversi metil trigliserida menjadi metil ester/biodiesel.

Tabel 3 Karakteristik Minyak Bijih karet

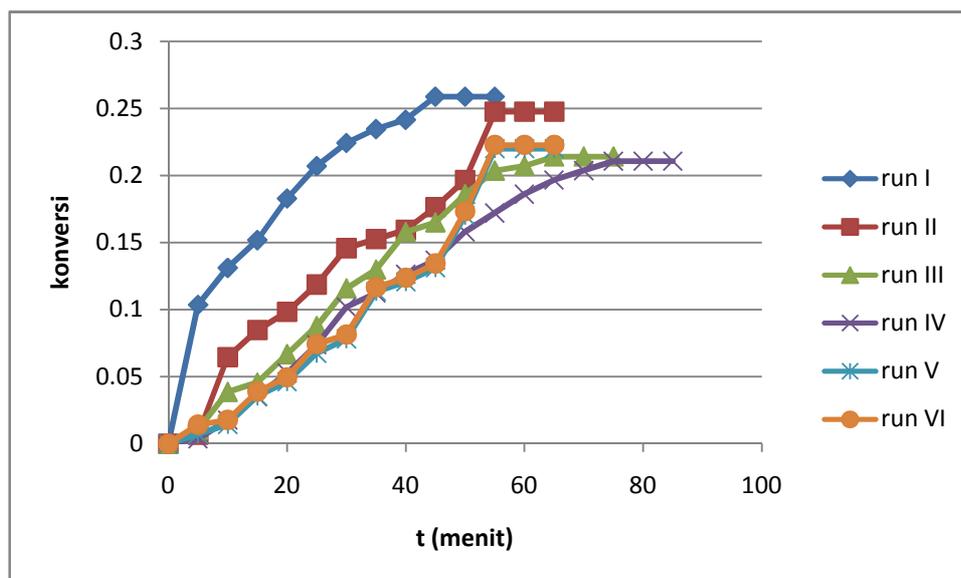
Parameter	Hasil analisa
Kadar Asam Lemak Bebas	10,39 - 15,68 %
Densitas	0,856-0,868 gr/ml
Viskositas	0,235-0,489 dyne/cm <sup>2</sup>

#### Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan asam lemak bebas dengan metanol dengan adanya katalis asam. Katalis yang digunakan adalah asam sulfat 1M. Proses dilangsungkan dengan mengamati setiap 5 menit kandungan asam lemak bebasnya. Hasil analisa selanjutnya dibuat grafik hubungan konsentrasi asam lemak bebas dengan waktu. Hasil yang diperoleh seperti disajikan dalam Gambar 2. Waktu reaksi diperoleh setelah hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan kadar asam lemak bebas tetap /konstan. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan waktu operasi untuk setiap proses esterifikasi. Percobaan run (1) dimana kondisi operasi yang dilangsungkan adalah temperatur 60°C dan perbandingan asam lemak bebas dengan methanol 1:4 (v/v) diperoleh waktu operasi sekitar 55 menit. Percobaan run(4) dimana operasi dilangsungkan adalah temperatur 80°C dan perbandingan asam lemak bebas dengan katalis 1:2 (v/v) diperoleh waktu operasi sekitar 85 menit.



Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi asam lemak bebas sisa versus waktu operasi



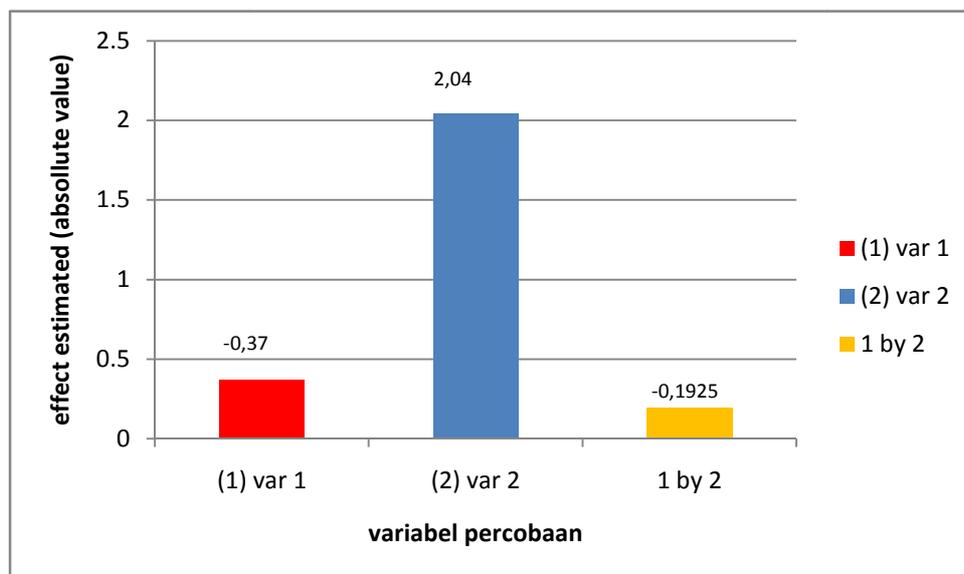
Gambar 3. Grafik hubungan konversi asam lemak bebas versus waktu operasi

Hasil percobaan selanjutnya dianalisa konversi yang dapat dicapai pada proses esterifikasi. Hasil yang diperoleh selanjutnya dianalisa dengan statistika untuk mengetahui variabel yang lebih berpengaruh. Hasil pengolahan data seperti disajikan dalam tabel 4. Dalam proses esterifikasi, setiap 1 mol asam lemak bebas akan bereaksi dengan 1 mol metanol membentuk metil ester. Dengan pedoman tersebut, dapat dihitung konversi yang dapat dicapai dalam proses esterifikasi. Konversi yang diperoleh cukup kecil, hal ini dimungkinkan karena proses esterifikasi merupakan reaksi yang setimbang, sehingga konversi yang dicapai sudah mencapai kondisi setimbang /mendekati. Dengan demikian konversi tidak dapat ditingkatkan lagi. Konversi yang diperoleh paling besar adalah sebesar 25,86% dan terendah 21,05%.

Tabel 4. Hasil analisis proses esterifikasi.

Run Ke-	Variabel		Konversi pembentukan metilester (%)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	
1	-1	+1	25,86
2	+1	+1	24,74
3	-1	-1	21,40
4	+1	-1	21,05
5	0	0	21,98
6	0	0	22,26

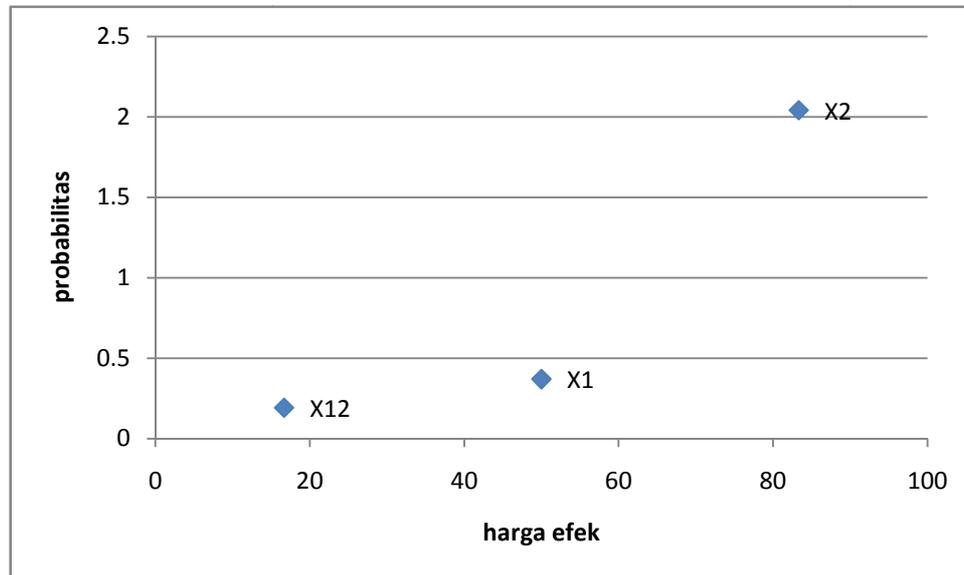
Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel yaitu suhu dan perbandingan katalis dan methanol dalam penelitian ini digunakan Response Surface Methods yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik



Gambar 4. Pengaruh dari variabel percobaan

Gambar 4 menjelaskan setiap variabel yang ada. Var 2 merupakan nilai efek dari koefisien parameter X<sub>2</sub> dan Var 1 merupakan nilai efek dari koefisien parameter X<sub>1</sub> sedangkan 1 by 2 merupakan nilai efek dari variabel interaksi X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub>. X<sub>1</sub> adalah variabel temperatur dan X<sub>2</sub> adalah variabel perbandingan volume antara asam lemak bebas dengan methanol. Dari grafik, diperoleh bahwa variabel perbandingan volume asam lemak bebas dengan volume methanol lebih berpengaruh dibandingkan dengan variabel temperatur karena nilai dari efek lebih besar bahkan sangat besar dibandingkan dengan variabel temperatur. Nilai variabel X<sub>2</sub> bernilai (+) positif yang berarti bahwa semakin tinggi perbandingan methanol minyak maka konversi yang diperoleh semakin tinggi. Hal ini diperkuat grafik Probabilitas. Nilai efek variabel X<sub>2</sub> paling menjauh dari variabel yang lain. Hal ini berarti bahwa variabel kedua (X<sub>2</sub>) lebih berpengaruh dibandingkan dengan X<sub>1</sub>

Secara teoritis, reaksi esterifikasi membutuhkan tiga mol alkohol (methanol) untuk setiap mol minyak. Pada prakteknya, dibutuhkan perbandingan mol alkohol dengan minyak yang lebih tinggi dari keadaan stoikiometri agar reaksi berjalan ke kanan (Ramadhas dkk,2004). Oleh karena itu, perbandingan mol yang lebih tinggi menghasilkan hasil yang lebih baik pula.



Gambar 5. Grafik probabilitas dari masing-masing variabel

#### 4. Kesimpulan

Bijih karet mempunyai karakteristik kadar air 16,57% dan kadar minyak sebesar 50,5%, Waktu yang dibutuhkan untuk proses esterifikasi beragam dari 60-80 menit. Variabel perbandingan volume asam lemak bebas dengan methanol lebih berpengaruh dibandingkan dengan variabel temperatur. Konversi paling besar pada T= 60 °C, perbandingan metanol minyak (4:1) yaitu 25,86%

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada koordinator penelitian, pembimbing penelitian, dan penguji penelitian.

#### Daftar Pustaka

- Anonim, (2005), "*Buku Putih Program Pembangunan Iptek Bidang Ketersediaan Dan Pemanfaatan Sumber Energi Baru Dan Terbarukan*", Jakarta
- Freedman, B.E.H.P., dan Mounts, T.L., (1984), "*Variables affecting the yields of fatty ester from transesterified vegetable oils*", JAOCS
- Garpen, J.V., and Canakei M., (2000), "*Biodiesel Production from Oils and Fats with High Free Fatty Acids*", Am.Soc.Of Agricultural Eng., Vol. 44 : 1429-1436
- Hamilton, R.J. and Rossel, J.B., (1986), "*Analysis of Oils and Fats*", 1<sup>st</sup> edition, Elsevier Applied Science Publisher Ltd
- Heyne, K., (1987), "*Tumbuhan Berguna Indonesia II*", Badan Litbag Kehutanan, Jakarta, hal. 1186-1187
- Jackson, M.A., and King, J.W., (1996), "*Methanolysis of seed oil in flowing supercritical carbon dioxide*", JAOCS 73, p.353-324
- Kalam, M.A., and Masjuki, H.H., (2002), "*Biodiesel from palmoil-an analysis of its properties and potential*", Biomass and Bioenergy 23 p.471-479
- Ketaren, S., (1986), "*Minyak dan Lemak Pangan*", edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia (UI Press),



- Korus A., dkk., "Transesterification process to manufacture etyl ester of rape oil", Proceedings of the first conference of the americas: energy, environment, agriculture and industry vol II, 1993, Burlington, USA
- Krawczyk, T. "Biodiesel-Alternative fuel makes inroad but hurdles remain", *INFORM* 7, 1996, p.801-829
- Ma, Fangrui, Clement, L.D., and Hanna, Milford A, (1999).,"Biodiesel Production: a review" *Bioresource Technology* 70 p.1-15
- Nelson, L.A., Foglia, T.A., Marmer, W.N., 1996, Lipase-Catalyzed Production of Biodiesel. *JAOCS*, 73 (8) : 1191 – 1195.
- Othmer, K., Encyclopedia of Chemical Technology, 4<sup>th</sup> edition, Vol.10, John Wiley and Sons, New York, 1992.
- Omata, F., Dimian, A.C., and Blik, A., 2003, "Fatty Acid esterification by reactive distillation", *Chem Eng Sci*, 58 page 3159-3174
- Palupi, S dan Anggoro, D. D.,2007, "Transesterifikasi Minyak Biji Karet Dengan Katalis NaOH dan KOH", Prosiding Seminar Masyarakat Katalis Indonesia Society (MKICS), di Semarang, 18-19 April
- Paquout, C., 1979. Standard Methods for The Analysis of Fats and Derivatives, 6<sup>th</sup> edition, Pergamon Press, New York,
- Pioch, D., Rasoanantoandro P., Graille, J.M.C., Geneste, P., Guida, A., 1993, "Biofuels from catalytic cracking of tropical vegetable oils", *Oleagineux* 48, p.289-291
- Ramadhas, A.S., Jayaraj, S., dan Muraleedharan, C., 2004, "Biodiesel production from high FFA rubber seed oil", Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Calicut,India
- Rasidi, "Kinetika Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit untuk pembuatan biodiesel", 2005, Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", UPN Veteran Yogyakarta
- Singh, A.P., Thompson, J.C., dan Brian He.B., 2004, ' A Continous-flow Reactive Distillation Reactor for Biodiesel Preparation from Seed Oils », Prosiding 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting », Ontario, Canada, 1-4 Agustus
- Sirola, J.,J.,, 1995, "An Introduction perspective on process synthesis", *AIChE Symposium Series No. 304 Vol. 91* pp 222 -233
- Towler, G.P. and Frey, S.J., 2000, "Reactive distillation" in S.Kulprathiapanja, *Reactive separation processes*, Philadelphia: taylor and francis (Chapter 2).
- Taylor, R. dan Krishna, R., 2000, "*Modeling Reactive Distillation*", Chemical Engineering Science, Pergamon.