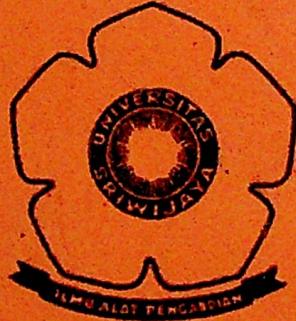


**PENGARUH RASIO AIR : ETANOL TERHADAP SIFAT
PRODUK HYDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS NI-ZEOLIT**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh

**Samarados Sinaga
09043130014**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

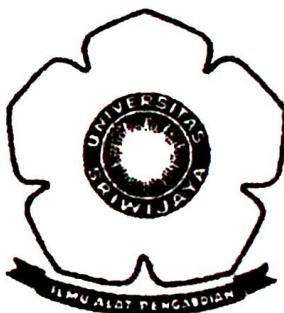
S
546.220 X
Sin
P - 101073
200



**PENGARUH RASIO AIR : ETANOL TERHADAP SIFAT
PRODUK HYDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS Ni-ZEOLIT**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh
Samarados Sinaga
09043130014

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH RASIO AIR : ETANOL TERHADAP PRODUK HYDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS NI-ZEOLIT

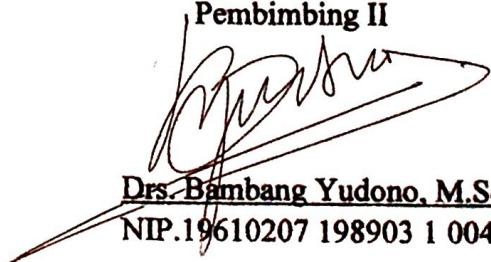
SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

OLEH:

SAMARADOS SINAGA
09043130014

Pembimbing II


Drs. Bambang Yudono, M.Sc.
NIP.19610207 198903 1 004

Inderalaya, Mei 2010
Pembimbing I


Zainal Fanani, M.Si
NIP.19670821 199512 1 001



Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur

(Filipi 4: 6)

Tiada hidup tanpa kegagalan, kekalahan, dan kejatuhan.....

Air sungai menuju laut melewati jalan yang berliku,.....

Berdirilah tegak kembali,.....

Jangan memandang ke belakang, masa lalu telah berlalu.....

Hidup berjalan terus.....

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- | Ayahanda dan Ibunda yang senantiasa kumuliakan
 - + Saudara-saudaraku untuk motivasinya
- + Keponakan ku(Ray, Gusto, Zio, Johanna, Teo dan Cleo)
 - + Special for "B'tono" as my fighter spirit
- + Sahabat-sahabatku
- | Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Rasio Air : Etanol Terhadap Sifat Produk *Hydrocracking* CPO Menggunakan Katalis Ni-Zeolit”.

Selama proses penelitian hingga diselesaiannya penulisan tugas akhir ini telah banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku pembimbing I dan Bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah membimbing, memberi masukan, semangat dan dukungan selama penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra. Fatma, M.S., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
3. Ibu Nova Yuliasari, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik.
4. Seluruh staf dosen pengajar dan tenaga administrasi serta analis laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
5. Kedua Orangtuaku tercinta yang menjadi sumber semangatku selama ini.
6. Saudara-saudaraku K'Yani/B'Junt, B'Solo/K'Jo, K'Bacot/B'Lalahi, K'Ruum/B'Togi dan B'Andre yang belum tau siapa Eda itu, dan gk lupa juga untuk keponakan ku (Ray, Gusto, Zio, Johanna, Teo dan Cleo) thanks for coloring my life with love and joy.

7. B'tono,makasih buat motivasi dan pengertiannya selama ini.
8. Rini Barus, Rainy, Candra Keplor, Henny, Fransiskus simbolon, Thx bgt buat pinjaman, dukungan dan bantuannya.
9. Anak-anak stasi St.Yustinus Inderalaya (Dasril, Bene, Benjamin dll) dan gerobak 04 (Tien, Rini, Nur, Melin, Masda, Mariana, Bedi, Tomy), sukses pasti milik kita.
10. Teman-teman tim penelitianku (Vita, Okta, Wiwin, Babad, dan Mega), terimakasih atas kerjasama dan dukungan selama penelitian hingga penulisan skripsi.
11. Rekan di "Orif"(Mbk Vero, Wani, Vio, Bela, Vani, Dewi, Onthe, Mery, Tere, Ruth, Reny, Sinta, Lenny), semoga target di "Orif" tecapai. Semua dimulai dari Nol. Semangat...!!!!
12. Adek-adek tingkatku di Jurusan Kimia.
13. Semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih untuk semuanya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan masih membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan kemajuan kita bersama. Penulis berharap skripsi ini bias memberi manfaat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Inderalaya, April 2010

Penulis

**THE INFLUENCE OF RATIO WATER : ETHANOL
TOWARDS OF HIDROCRACKING CPO PRODUCT USING Ni-Zeolite
CATALYST**

By :
Samarados Sinaga
09043130014

ABSTRACT

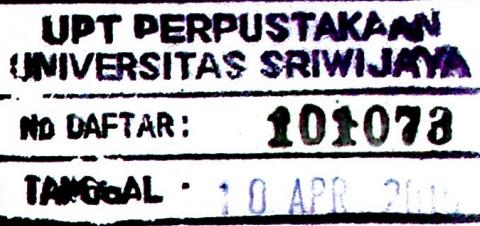
The research of influence water : ethanol had been done towards of hydrocracking CPO using Ni-Zeolit catalyst. It's made by Impregnation proces by to dissolved $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in to solution water : ethanol with ratios (50 mL : 0 mL, 34 mL : 16 mL, 16 mL : 34 mL and 0 mL : 50 mL). It was stirred during 24 hours at the same time dropped by ammonia during first four hours. The impregnationed the actived natural zeolite is determined by using AAS and heat of combustion is measured by using bomb calorimetric. This research showed that the highest Ni pregnated in actived natural zeolite to much high will produce CPO cracking that so much good, it showed by increase the heat of combustion. The Ni impregnationed in the highest active natural zeolite was reached at the ratio water : ethanol (34 mL : 16 mL), the cracking product was obtained by this catalyst has heat of combustion is about 37.6089 kJ/g. The results of gas chromatography analysis showed that the best hydrocracking CPO product has gasolin fraction about 23.42%.

**PENGARUH RASIO AIR : ETANOL TERHADAP SIFAT PRODUK
HYDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS Ni-Zeolit**

Oleh :
Samarados Sinaga
09043130014

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh rasio air : etanol terhadap sifat produk *hydrocracking* CPO menggunakan katalis Ni-Zeolit. Katalis dibuat melalui impregnasi dengan cara mencampurkan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ke dalam campuran air : etanol dengan variasi rasio (50 mL : 0 mL, 34 mL : 16 mL, 16 mL : 34 mL dan 0 mL : 50 mL) dan diaduk selama 24 jam sambil ditetesi amoniak selama 4 jam pertama. Pengukuran kadar Ni yang terimpregnasi dalam zeolit alam aktif ditentukan dengan menggunakan SSA dan kalor pembakaran diukur dengan menggunakan kalorimeter bom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ni didalam zeolit alam aktif semakin tinggi akan menghasilkan *cracking* CPO yang semakin baik. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkat kalor pembakarannya. Jumlah Ni yang terimpregnasi ke dalam zeolit alam aktif paling tinggi pada rasio air : etanol (34 mL : 16 mL), hasil *cracking* yang diperoleh dengan katalis tersebut mempunyai nilai kalor pembakaran sebesar 37,6089 kJ/g. Hasil analisis kromatografi gas menunjukkan bahwa *hydrocracking* tersebut memiliki fraksi bensin sebesar 23,42%.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBERAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Etanol	5
2.2 Air.....	6
2.3 Campuran Air dan Etanol pada Kondisi Azeotrop.....	7
2.4 Katalis.....	8

2.5 Pengembangan Zeolit.....	10
2.5.1 Zeolit Alam	10
2.5.2 Zeolit Alam Aktif.....	12
2.5.3 Proses Aktivasi Zeolit	12
2.5.4 Zeolit sebagai Katalis.....	14
2.5.5 Zeolit Sebagai Adsorben.....	14
2.5.6 Zeolit Sebagai Pemisah.....	16
2.6 Logam Nikel (Ni)	16
2.7 CPO/Minyak Sawit	18
2.8 <i>Hydrocracking</i>	19
2.9 Kalor Pembakaran	20
2.10 Kalorimeter.....	22
2.11 Analisa Logam dengan Spetrofotometri Serapan Atom.....	23
2.12 Kromatografi Gas	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.2.1 Alat yang Digunakan	28
3.2.2 Bahan yang Digunakan.....	28
3.3 Pembuatan Zeolit Alam Aktif	28
3.4 Impregnasi Ni ke Pengembangan Zeolit Alam Aktif.....	29
3.4.1 Pembuatan Larutan Ni	29
3.4.2 Impregnasi Nickel.....	29

3.5 Oksidasi Katalis	30
3.6 Reduksi Katalis	30
3.7 <i>Hydrocracking</i> CPO.....	30
3.8 Penentuan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i>	31
3.9 Analisis Fraksi Bensin dengan GC-MS Shimadzu 14 P	32
3.10 Analisis Kadar Ni dengan AAS Perklin Elmer 30110	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Pengaruh Rasio Air : Etanol Terhadap Efektifitas Ni Terimpregnasi.....	33
4.2 Pengaruh Rasio Air : Etanol dalam Katalis Nikel-Zeolit Terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO.....	34
4.3 Perbandingan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO Terhadap Bensin, Kerosin dan Solar	36
4.4 Fraksi Bensin dari Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Kromatografi Gas.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Variasi Rasio Air : Etanol	29
---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh Katalis Terhadap Energi Pengaktifan	9
Gambar 2. Bentuk Zeolit Tetrahedral (TO_4).....	11
Gambar 3. Kandungan Nikel pada Zeolit	33
Gambar 4. Kandungan Nikel dalam Zeolit Terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i>	35
Gambar 5. Perbandingan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> dengan Bensin, Kerosin, dan Solar	36
Gambar 6. Kromatogram GC CPO Sebelum <i>Hydrocracking</i>	37
Gambar 7. Kromatogram GC CPO setelah <i>Hydrocracking</i> Menggunakan Katalis Nikel-Zeolit dengan Rasio Perbandingan Air : Etanol (34 mL : 16 mL)	38
Gambar 8. Kromatogram GC Bensin.....	39
Gambar 9. Hubungan Kalor Pembakaran dengan Fraksi Bensin Produk <i>Hydrocracking</i> CPO	39
Gambar 10. Alat Kalorimeter Bomb yang digunakan untuk mengukur kalor pembakaran.....	57
Gambar 11. Produk <i>Hydrocracking</i> CPO Menggunakan Katalis Ni-Zeolit.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Kadar Ni dengan Analisis AAS	46
Lampiran 2. Data Kalor Pembakaran dari Standar dan Katalis Ni-Zeolit.....	46
Lampiran 3. Luas Area Katalis Terhadap Waktu Retensi.....	48
Lampiran 4. Contoh Perhitungan Menentukan Kapasitas Panas Kalorimeter dengan Standar Asam Benzoat.....	49
Lampiran 5. Perhitungan Menentukan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i>	51
Lampiran 6. Perhitungan Menentukan Kalor Pembakaran Sampel Pembanding.....	54
Lampiran 7. Contoh Perhitungan Persen Kenaikan antara Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Bensin Terhadap Nilai Kalor Pembakaran	56
Lampiran 8. Contoh Perhitungan Persen Fraksi Terhadap Luas Area Katalis	56
Lampiran 9. Contoh Perhitungan %Efektifitas Logam Ni yang Terimpregnasi kedalam ZAA.....	56
Lampiran 10. Gambar Alat Kalorimeter Bomb dan Hasil <i>Hydrocracking</i> CPO	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan akan sumber energi yang terus meningkat dan cadangan minyak bumi sebagai sumber utama energi yang terus menipis menjadi alasan utama betapa pentingnya mencari sumber energi alternatif pengganti minyak bumi. Minyak nabati khususnya minyak sawit yang terdapat di Indonesia melimpah, dapat diproses menjadi bahan bakar nabati pengganti minyak bumi (Anonim, 2009).

Pemilihan minyak kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif sangat tepat dilakukan di Indonesia karena Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia. Akhir-akhir ini industri kelapa sawit cukup sering dibicarakan karena dunia saat ini sedang ramai-ramainya mencari sumber energi baru pengganti minyak bumi yang cadangannya semakin menipis. Salah satu alternatif pengganti tersebut adalah energi biofuel dimana bahan baku utamanya adalah minyak mentah kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan nama *Crude Palm Oil* (CPO) (Alfian, 2006).

Biofuel merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan, selain itu sumber energinya dapat terus dikembangkan, sangat berbeda dengan minyak bumi yang jika cadangannya sudah habis tidak dapat dikembangkan kembali. Pengolahan CPO menjadi *biofuel* pengganti minyak bumi dapat dilakukan melalui proses *hydrocracking* dengan menggunakan katalis (Anonim, 2009).



Bahan untuk katalis yang sering digunakan dan ketersediaannya cukup banyak di Indonesia adalah zeolit. Zeolit dapat ditingkatkan kinerjanya dengan cara impregnasi logam pada zeolit. Logam-logam yang diimpregnasi biasanya adalah logam-logam transisi antara lain Pt, Co, Ni, Mo dan sebagainya. Penambahan logam-logam pada katalis bisa mempengaruhi sifat katalis dan apabila ZAA yang diimpregnasi dengan logam Cr dan Mo dapat menaikkan nilai kalor pembakaran dari produk hidrocracking tir batu bara serta menaikkan jumlah logam Ni pada katalis Ni-Mo/ZAA akan memperbaiki karakter katalis (Fanani, 2008).

Perbandingan berat Ni/Mo 1,5 : 1 dengan spesifikasi luas permukaan 27,57 m²/g menunjukkan bahwa logam Ni lebih berperan terhadap perbaikan karakter katalis dibanding logam Mo. Logam transisi Ni memiliki prospek untuk digunakan sebagai katalis hidrodesulfurisasi, hidrodenitrogenasi dan perengkahan. Logam Ni yang diimbang pada alumina dapat mengkatalis proses hidrogenasi minyak bumi (Li, 2000).

Sifat zeolit adalah hidrophilik (mudah menyerap air) karena adanya gugus OH⁻ pada daerah pori. Karakteristik tersebut sangat baik apabila akan digunakan untuk menyerap senyawa yang bersifat polar. Untuk keperluan itu perlu dilakukan modifikasi, antara lain dengan mensubstitusi gugus hidroksida dan gugus alkil (Saputra, 2004) dan logam Ni yang terendapkan semakin banyak seiring naiknya pH pada pH 9 sehingga dibutuhkan etanol untuk mengatasi peningkatan pengendapan (Purwanto, 2004). Produk *hydrocracking* yang terbaik akan dapat dianalisis dengan melihat kalor pembakaran dan fraksi biofuelnya. Semakin besar

kalor pembakarannya, menunjukkan bahwa proses *hydrocracking* semakin baik (Fanani, 2008).

Menurut Falah (2005) bahwa rasio air : etanol berpengaruh terhadap jumlah logam Cu yang diimpregnasi ke dalam zeolit alam aktif, dimana jika memakai air saja jumlah Cu yang terimpregnasi 2,69%, dan apabila memakai etanol 2,70% sedangkan jumlah terimpregnasi akan naik jika memakai campuran air dan etanol akan naik menjadi 3,48%. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang pengaruh rasio air : etanol terhadap sifat produk *hydrocracking* CPO menggunakan katalis Ni-Zeolit.

1.2 Rumusan masalah

Sifat produk *hydrocracking* dipengaruhi oleh efektifitas katalis Ni/zeolit dan jumlah Ni yang terimpregnasi (Fanani, 2008). Pada penelitian ini akan diteliti rasio air : etanol yang terbaik terhadap sifat produk *hydrocracking* CPO menggunakan campuran air dan etanol dengan perbandingan tertentu yang ditentukan dari sifat produk *hydrocracking* yaitu jumlah Ni terimpregnasi, kalor pembakaran dan jumlah fraksi biobensinnya. Efektifitas pembakaran produk *hydrocracking* CPO dapat dibandingkan dengan bensin, kerosin dan solar melalui pengukuran nilai kalor pembakarannya dan untuk menentukan fraksi yang terkandung dalam produk *hydrocracking* dilakukan analisis dengan kromatografi gas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan rasio air : etanol terbaik untuk impregnasi Ni ke dalam ZAA.
2. Menentukan kadar Ni maksimum terkandung dalam katalis Ni/Zeolit pada rasio air : etanol yang terbaik.
3. Menentukan kalor pembakaran dari produk *hydrocracking* CPO.
4. Membandingkan kalor pembakaran produk *hydrocracking* CPO terhadap nilai kalor pembakaran bensin, kerosin dan solar.
5. Menentukan fraksi biobensin produk *hydrocracking* pada rasio air : etanol terbaik dengan metode kromatografi gas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh rasio air : etanol terhadap sifat produk *hydrocracking* CPO menggunakan katalis Ni/zeolit, serta meningkatkan nilai ekonomisnya yang dapat digunakan untuk bahan bakar alternatif yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anitasia, W., 2004, *Pengaruh Rasio Ni/Mo Terhadap Karakter dan Keasaman Katalis Ni-Mo Zeolit Alam Aktif*, FMIPA KIMIA, UNSRI, Idralaya.
- Alfian, Z., 2006, *Pengaruh Katalis Ni-Monmorilonit Terpilar Al₂O₃ Terhadap Kalor Pembakaran Produk Hidrocracking Sludge*, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Alberty, R.A. dan Daniels, F., 1987, *Physical Chemistry*, Academic Press, New York.
- Anonim, 2009, *Air*, <http://chemistry.about.com>, diakses tanggal 16 Desember 2009
- Anonim, 2009, *Air*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Air>, diakses tanggal 11 Desember 2009
- Anonim, 2009, *Biofuel*, <http://chemistry.about.com>, diakses tanggal 16 Desember 2009
- Anonim, 2009, *Etanol*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Etanol>, diakses tanggal 16 Desember 2009
- Anonim, 2009, *Katalis*, <http://chem-is-try.org/Katalis>, diakses tanggal 23 Mei Desember 2009
- Anonim, 2009, *Pelarut*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Pelarut> diakses tanggal 23 Desember 2009.
- Anonim, 2009, *Minyak Kelapa Sawit*, http://ms.wikipedia.org/wiki/Minyak_Kelapa_Sawit, diakses tanggal 18 Desember 2009
- Anonim, 2009, *Zeolit*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Zeolit> diakses tanggal 11 Maret 2009.
- Anonim, 2010, *Zeolit*, <http://www.bza.org/zeolites.html> diakses 4 Januari 2010s
- Arbianti R, Kusnaedi., 2007, *Pengaruh Kondisi Reaksi Transesterifikasi CPO Terhadap Produk Metil Palmitat dalam Reaktor Tumpak dan Reaktor Tumpak Sirkulasi*, ITS, Surabaya.

- Bambang, P., 1998. *Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia Sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluiditas dalam Kolom Fluidisasi*. Jurnal FMIPA. Malang; Universitas Brawijaya.
- Bulan, R., 2004, *Esterifikasi Patchouli Alkohol Hasil Isolasi dari Minyak Daun Nilam (Patchouli Oil)*, <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/kimia-rumondang2.pdf> diakses tanggal 1 Januari 2010.
- Dixon, J.B. and Weed S.B., 1989, Minerals and Soil Environment, *Soil Science Society of America Modson*, Wincosin, USA.
- Falah, I.Z., 2005, *Pengaruh Pelarut Terhadap Cu Terimpregnasi Pada Zeolit*, *Proceding Seminar Nasional*, UGM, Yogyakarta.
- Fanani, Z., 2008, *Pembuatan BioBBM dengan katalis Ni Pada Berbagai Pengembangan dan Pelarut*, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Fessenden, J.R. dan Fessenden, J.S., 1997, Kimia Organik, Alih Bahasa Aloysius Handyana Pudjatmaka, Edisi Ketiga, jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Fyasari K, D., 2008, *Pengaruh Temperatur dan Berat Katalis Cr/Ni Zeolit Alam Aktif Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Produk Perengkahan Lumpur Minyak Bumi*, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Harjanto, S., 1987, *Lempung, zeolit, dolomit, dan magnesit: Jenis, sifat _sik, cara terjadi dan penggunaanya*, Publikasi Khusus Direktorat Sumberdaya Mineral, direktoat Sumberdaya Mineral, Jakarta.
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, hal 154-194, Erlangga, Jakarta.
- Ismail, S., 1999, *Kinetika Kimia*, Cetakan Pertama, UNSRI PRESS, Inderalaya.
- Kosmulski, M. 2001. Chemical Properties of Material surfaces, *Surfantant Science Series*, 102. Marcel Dekker New York.
- Li, D., and Guthrie, G.D., 2000, *Zeolit Supported Ni and Mo Catalyst for Hidrotreatment*, New York.
- Mardoni, 2006, *Perbandingan Metode Kromatografi Gas dan Berat Jenis Pada Penetapan Kadar Etanol dalam Minuman Anggur*, http://www.usd.ac.id/06/publ_dosen/far/mardoni.pdf diakses tanggal 25 Desember 2009.

- Masel, R.I., 1996, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Mumpton, F.A., 1978, *Natural Zeolite, Occurrence, Properties Use Pergamon*, London.
- Oudejans, J.C., 1991, *Zeolit Catalyst in Some Organic Reaction*, Von Een Cominisic Aangewezen Door Het College Van Dexanen.
- Pebrianti, E., 2005, *Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Terhadap Daya Cuci Sabun dari Limbah CPO dengan Variasi Berat Vetsil*, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Purnama, S.M., 1997, *Zeolit dari Bentonit untuk Menghilangkan Ion Amonium dalam Air Limbah*. Jurusan Kimia, FMIPA, UNSRI.
- Purwanto dan Syamsul, H., 2004, *Teknologi Industri Elektroplating*”, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Saputra, H., 2004, *Pembuatan dan Karakterisasi Membran Reaktor Zeolit*. Prossiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia 2004, ITS, Surabaya.
- Sudirman, 2000, *Pengaruh Rasio B/(B+A) terhadap Aktivitas Katalis Alumina-Alumina Borat pada Reaksi Dehidrasi Etanol*, Skripsi. Departemen TGP, FTUI, Depok
- Setiadi, 2009, *Perengkahan Katalitik Campuran Minyak Jarak dan Air Menjadi Hidrokarbon Setara Fraksi Bensin Menggunakan Katalis B₂O₃/Zeolit*, <http://www.che.itb.ac.id/sntki2009/daftar/prosiding/TRK01.pdf> diakses tanggal 1 Januari 2010.
- Setyawan, D., 2001, *Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam*. Jember
- Setyawan, D., 2003, Aktivitas Katalis Cr/Zeolit dalam Reaksi Konversi katalitik Fenol dan Metil Isobutil Keton, *Jurnal Ilmu Dasar* vol.4 No.2, Hal. 70-76, FMIPA UNEJ, Jember.
- Sugiharto, E., 1990, *Spektrometri Sinar Tampak dan Ultra Ungu*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sukardjo, 1990, *Kimia Koordinasi* , PT. Bina Aksara, Jakarta.
- Sutarti, M dan Rachmawati, M, 1994, *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta.

- Suyartono, 1999, *Kebijaksanaan Pemanfaatan Batubara*, Makalah seminar Nasional Pemanfaatan Batubara Peringkat Rendah, Jakarta.
- Taher, S., 2000., *Hand Book of Indonesian Estate Crops Bisiness, Media Perkebunan*, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Trisunaryati, W., 1991, *Modifikasi, Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam*, Tesis Sarjana, UGM.
- Trisunaryati, W., 2002, *Optimation of Time and Catalyst/feed Ratio in Catalytic Cracking of Waste Plastics Fraction to Gasoline Fraction Using Cr/Natural Zeolite Catalyst*, Indonesian Journal of Chemstry vol 8No 3.
- Tsitsishvili, G.V., 1992, *Natural Zeolit*. Institute of Physical and Organik Chemistry, Academy of Sciece of Greorgia.
- Underwood, 1999, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Vogel, 1985, *Analysa Organik Kunalitatif*. Edisi Kelima. Bagian kesatu. PT Kalman Media Pustaka. Jakarta.
- Vogel, 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*, Alih Bahasa R. Setiono dan A. H. Pudjaatmaka, Edisi kelima, Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wijarko, A., 2006, Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalis Dengan Katalis γ -Alumina, <http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/2/9ef73f75eb506e52dd8814aa4f22fdflb5664e6.pdf> diakses tanggal 25 Desember 2009.