

**PENGARUH TEMPERATUR DAN PELARUT PADA PEMBUATAN
KATALIS Cr/ZAA TERHADAP SIFAT PRODUK *HIDROCRACKING*
MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)**

SKRIPSI

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

Kimia



Oleh :

**RIA PRATIWI
09053130040**

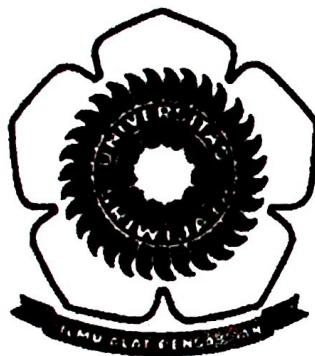
**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

S
541.395 of
Pra
No. 101750
2010

**PENGARUH TEMPERATUR DAN PELARUT PADA PEMBUATAN
KATALIS Cr/ZAA TERHADAP SIFAT PRODUK *HIDROCRACKING*
MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)**

SKRIPSI

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



Oleh :

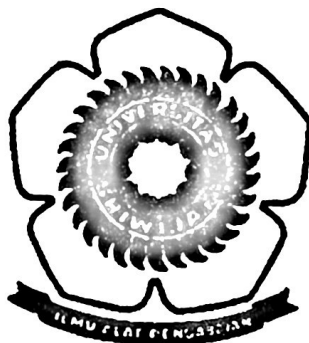
**RIA PRATIWI
09053130040**

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

**PENGARUH TEMPERATUR DAN PELARUT PADA PEMBUATAN
KATALIS Cr/ZAA TERHADAP SIFAT PRODUK *HIDROCRACKING*
MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)**

SKRIPSI

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



Oleh :

**RIA PRATIWI
09053130040**

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

Lembar Pengesahan

**PENGARUH TEMPERATUR DAN PELARUT PADA PEMBUATAN
KATALIS Cr/ZAA TERHADAP SIFAT PRODUK *HIDROCRACKING*
MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)**

SKRIPSI

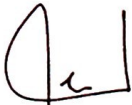
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

RIA PRATIWI
09053130040

Indralaya, Agustus 2010

Pembimbing Pembantu



Dra. Desnelli, M.Si
NIP. 19691225 199702 2 001

Pembimbing Utama



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dra. Fatma, M. S

NIP. 19620713 199102 2 001

Assalamualaikum Wr. Wb

"O ye who believe! when it is said unto you, Make room! in assemblies, then make room; Allah will make way for you (hereafter). And when it is said, Come up higher! go up higher; Allah will exalt those who believe among you, and those who have knowledge, to high ranks. Allah is Informed of what ye do"

(Al Mujadilah : 11)

"And the believers should not all go out to fight. Of every troop of them, a party only should go forth, that they (who are left behind) may gain sound knowledge in religion, and that they may warn their folk when they return to them, so that they may beware" (At Taubah : 122)

"If the child of Adam dies, then disconnect charity except three, which is a useful science" (Al-Hadist)

Sebuah persembahan untuk:

- ♥ *Al-Islam (Allah SWT dan RasulNya Muhammad SAW)*
- ♥ *Ayah dan Ibu tercinta*
- ♥ *Keluarga tersayang*
- ♥ *Dosen pembimbing yang terhormat*
- ♥ *Sahabat-sahabat terkasih*
- ♥ *Almamater kebanggaanmu*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur hanyalah untuk Allah SWT pemilik alam semesta, sholawat serta salam semoga selalu tercurah pada uswatun hasanah kita Rasulullah SAW, keluarga, para sahabat serta kaum muslimin yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Berkat rahmat Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Temperatur dan Pelarut pada Pembuatan Katalis Cr/ZAA terhadap Sifat Produk *Hidrocracking* Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)”**.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu diharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak guna kesempurnaan skripsi ini, yang nantinya dapat berguna bagi pihak yang membutuhkannya.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, terutama kepada Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku Pembimbing Utama dan Ibu Dra. Desnelli, M.Si selaku Pembimbing Pembantu atas petunjuk, bimbingan, saran serta nasehatnya. Dan tak lupa penulis sampaikan untaian ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, M.T selaku Dekan FMIPA UNSRI.
2. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
3. Ibu Dr. Muharni, M.Si selaku Pembimbing Akademik.

4. Seluruh staf dosen pengajar dan tenaga administrasi serta analis laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
5. Ayah dan Ibu tercinta, serta Saudaraku tersayang (Kak Leo serta istri dan Kak Andi) atas segala do'a, cinta, kasih sayang dan nasehat-nasehatnya.
6. Sahabatku Vipy Anugrah (Nda Pong) atas kebersamaan yang kita lalui. Semoga menjadi petualangan yang terindah dan tak terlupakan.
7. Trysa Febrina (Tysa) dan Eva Oclianti (Pik Njul) atas kerjasama, dukungan, suka dan duka yang kita lalui selama ini.
8. Bambang Ardianto (AbankQ) atas do'a, motivasi, perhatian dan kesabarannya. *Jazzakallahu khairan.*
9. Teman-teman angkatan 2005 (Ox's, Dita, Vera, Puput, Tina, Ranty, Alyn, Tante Rina, Sisca, Lia, Ira, Opeti, Cek Bal, Kak Dedy, Uda Nanda, Kak Iwan, Dayu, Teja, Kak Andri), adik-adik angkatan 2006, 2007 dan 2008 atas bantuan, keceriaan, motivasi dan persahabatan selama ini.
10. Nurul dan Ratna (FKIP) atas kerjasama dan persahabatannya hingga selesainya penelitian ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tulisan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu, hanya Allah yang akan membalas segala kebaikan dan semoga Allah meridhoi kita semua. Amin.

Indralaya, Agustus 2010

Penulis

**THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND SOLVENT IN
PRODUCTION OF Cr/ZAA CATALYST TOWARD THE
CHARACTERISTIC OF HIDROCRACKING NYAMPLUNG OIL
PRODUCT (*Calophyllum inophyllum* L.)**

By :

**Ria Pratiwi
09053130040**

ABSTRACT

The research about the influence of temperature and solvent in production of Cr/ZAA catalyst toward the characteristic of hidrocracking nyamplung oil product. This research conducted with variation of reduction temperature 350°C, 400°C and 450°C, with variety of propanol solvent 0%, 27%, 40% and 53%, while hidrocracking process of nyamplung oil was conducted with temperature 350°C, the flow rate of hydrogen gases 2 mL/min, and the weight of catalyst 1 g. Hidrocracking product of nyamplung oil was analysed including to combustion heat, density, refraction index and coke by using bomb calorimeter, picnometer and refractometer instrument. Results showed that the optimum condition which operated at 450°C reduction temperature and 53% of propanol solvent. This mentioned results of combustion heat, density, refraction index and coke was 144.7706 kJ/g, 0.9625 g/mL, 1.4712 and 1.1841 g respectively.

**PENGARUH TEMPERATUR DAN PELARUT PADA PEMBUATAN
KATALIS Cr/ZAA TERHADAP SIFAT PRODUK *HIDROCRACKING*
MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)**

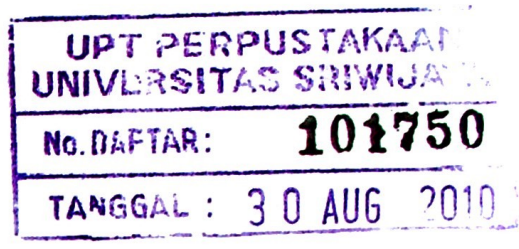
Oleh :

**Ria Pratiwi
09053130040**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh temperatur dan pelarut pada pembuatan katalis Cr/ZAA terhadap sifat produk *hidrocracking* minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Penelitian ini menggunakan variasi temperatur reduksi yaitu 350°C, 400°C dan 450°C, serta variasi pelarut propanol 0%, 27%, 40% dan 53%, sedangkan *hidrocracking* minyak nyamplung dilakukan pada temperatur 350°C, laju alir gas hidrogen 2 mL/mnt dan berat katalis 1 g. Produk *hidrocracking* minyak nyamplung dianalisa meliputi kalor pembakaran, densitas, indeks bias dan *coke* dengan menggunakan alat kalorimeter bom, piknometer dan refraktometer. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pada temperatur reduksi 450°C dan pelarut propanol 53%. Pada kondisi optimum tersebut dihasilkan sifat produk *hidrocracking* minyak nyamplung yang meliputi kalor pembakaran, densitas, indeks bias dan *coke* berturut-turut sebesar 144,7706 kJ/g, 0,9625 g/mL, 1,4712 dan 1,1841 g.





DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nyamplung (<i>Calophyllum inophyllum</i> L.)	4
2.1.1 Klasifikasi Nyamplung	5
2.1.2 Minyak Nyamplung	5
2.2 Pelarut	7

2.2.1 Air	7
2.2.2 Propanol	8
2.3 Zeolit Alam	8
2.4 Katalis	10
2.5 Logam Kromium	12
2.6 Proses <i>Hidrocracking</i>	14
2.7 Kalor Pembakaran	15
2.8 Densitas	17
2.9 Indeks Bias	18
2.10 <i>Coke</i>	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Pembuatan Katalis Cr/Zeolit Alam Aktif	22
3.3.1 Pembuatan Larutan Cr	22
3.3.2 Impregnasi Katalis	22
3.3.3 Oksidasi Katalis	23
3.3.4 Reduksi Katalis	23
3.4 Pembuatan Minyak Nyamplung	23
3.4.1 Pengambilan dan Persiapan Biji Nyamplung	23
3.4.2 Ekstraksi Biji Nyamplung	23

3.4.3 Proses <i>Degumming</i>	24
3.4.4 Proses <i>Netralizing</i>	24
3.4.5 Proses <i>Refining Bleaching</i>	24
3.5 <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	25
3.6 Analisis Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	25
3.7 Penentuan Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	26
3.8 Penentuan Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	26
3.9 Penentuan Pembentukan <i>Coke</i>	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	27
4.2 Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	28
4.3 Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	30
4.4 Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Pembentukan <i>Coke</i> Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	31
4.5 Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	32
4.6 Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	34
4.7 Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	35
4.8 Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Pembentukan <i>Coke</i> Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	36
4.9 Hubungan Densitas dan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung Menggunakan Katalis Cr/ZAA.....	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Nyamplung	6
Tabel 2. Sifat Fisik Kromium	13

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Kerangka Zeolit	9
Gambar 2. Diagram Pengaruh Penambahan Katalis terhadap Jalannya Reaksi .	11
Gambar 3. Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	27
Gambar 4. Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	29
Gambar 5. Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	30
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Reduksi pada Katalis Cr/ZAA terhadap Pembentukan <i>Coke</i> Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	31
Gambar 7. Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	33
Gambar 8. Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	34
Gambar 9. Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung.....	35
Gambar 10. Pengaruh Pelarut pada Katalis Cr/ZAA terhadap Pembentukan <i>Coke</i> Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung	36
Gambar 11. Hubungan Densitas dan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Nyamplung Menggunakan Katalis Cr/ZAA.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Alat Oksidasi dan Reduksi Katalis	43
Lampiran 2. Skema Alat <i>Hydrocracking</i>	44
Lampiran 3. Skema Alat Kalorimeter Bom	45
Lampiran 4. Gambar Alat Rotari Evaporator, <i>Refraktometer</i> , Piknometer, Kalorimeter Bom, Minyak Hasil <i>Hydrocracking</i> dan Tanaman Nyamplung	46
Lampiran 5. Gambar <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA) NOVA-1200e	47
Lampiran 6. Data Hasil Penelitian	48
Lampiran 7. Contoh Perhitungan	52
Lampiran 8. Data Luas Permukaan Katalis Cr/ZAA	54

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Pemerintah telah meneliti terdapat 30 spesies tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati/biofuel, salah satunya adalah tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Tanaman nyamplung memiliki biji yang berpotensi menghasilkan minyak nyamplung, terutama biji yang sudah tua. Kandungan minyaknya mencapai 50-70% dan mempunyai ketahanan bakar dua kali lipat lebih lama dibandingkan minyak tanah (Heyne, 1987).

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 minyak nyamplung menjadi biofuel dapat dilakukan melalui dua proses sekaligus yaitu proses perengkahan (*cracking*) dan proses hidrogenasi atau biasa disebut *hidrocracking* (Benito, 2000).

Katalis *cracking* yang sering digunakan dan ketersediaannya cukup banyak di Indonesia adalah zeolit. Logam yang diimbangkan pada zeolit akan dapat meningkatkan aktifitas katalis secara keseluruhan karena logam-zeolit akan memiliki fungsi ganda yaitu disamping logam sebagai katalis hidrogenasi, zeolitnya juga bersifat katalis perengkah. Katalis semacam ini biasanya disebut sebagai katalis bifungsional (Benito, 1996).

Logam yang biasa digunakan untuk katalis adalah logam-logam transisi yang mempunyai daya adsorpsi yang kuat karena mempunyai pasangan elektron menyendiri pada orbital d. Hal ini yang menyebabkan logam-logam transisi makin reaktif sebagai katalis, salah satunya logam Cr. Berdasarkan penelitian sebelumnya, Cr memiliki peranan yang lebih dominan dibandingkan Mo dan Ni terhadap kemampuan katalis Cr-Mo dan Ni-Cr/Zeolit Alam Aktif untuk meng*cracking* tir batubara (Fanani, 2008). Distribusi Cr pada permukaan zeolit sangat dipengaruhi oleh pelarut ketika impregnasi Cr ke dalam zeolit. Penelitian Wahyuni (2010), dengan menggunakan katalis Nikel-Karbon, memberikan hasil bahwa pelarut terbaik terhadap produk *hidrocracking* CPO dengan menggunakan campuran pelarut air : etanol diperoleh pada perbandingan 2:1 dengan nilai kalor pembakaran sebesar 38,4673 kJ/g. Oleh sebab itu perlu diteliti pengaruh temperatur dan pelarut terhadap impregnasi logam Cr pada pengemban yaitu zeolit alam aktif.

1.2 Rumusan Masalah

Pembuatan biofuel dari minyak biji nyamplung merupakan salah satu upaya alternatif dalam rangka mendukung program pemerintah tentang penyediaan bahan bakar terbarukan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk optimasi proses pembuatan biofuel dari minyak biji nyamplung. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas biofuel yang dihasilkan ialah melalui proses *hidrocracking*. Proses *hidrocracking* dapat dilakukan dengan bantuan katalis logam-pengemban.

Proses *hidrocracking* berlangsung pada suhu tinggi, sehingga katalis yang digunakan harus tahan terhadap panas. Pelarut berpengaruh terhadap kemudahan impregnasi logam dalam pengemban. Oleh karena itu, dilakukan penelitian bagaimana pengaruh temperatur serta persentase dari pelarut propanol pada katalis Kromium/Zeolit Alam Aktif (Cr/ZAA) terhadap beberapa sifat produk *hidrocracking* minyak nyamplung yang meliputi kalor pembakaran, densitas, indeks bias dan pembentukan *coke* untuk menghasilkan biofuel.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh temperatur reduksi dalam pembuatan katalis Cr/ZAA terhadap sifat produk *hidrocracking* minyak nyamplung.
2. Menentukan pengaruh pelarut dalam pembuatan katalis Cr/ZAA terhadap sifat produk *hidrocracking* yang dihasilkan dalam pembuatan biofuel dari minyak nyamplung.
3. Menentukan nilai kalor pembakaran, densitas, indeks bias dan pembentukan *coke* produk *hidrocracking* minyak nyamplung menggunakan katalis Cr/ZAA.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi dalam teknik pengolahan minyak nyamplung sebagai salah satu bahan bakar alternatif melalui proses *hidrocracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H. 1992, *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*, PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Alberty, R. A., dan Farington, D., 1987, *Kimia Fisika*, Alih Bahasa DR. N. M. Surdia, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Anderson, J. R., dan Boudart, M., 1981, *Catalysis*, Vol. 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Anonim, 2009, *Air*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Air>, 12 Maret 2010.
- Augustine, R. L., 1996, *Heterogenous Catalysis for the Synthetic Chemist*, First Edition, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Barrer, R. M., 1978, *Zeolites and Clan Minerals as Sorbents and Molecular Sieves*, Academic Press, London.
- Benito, A. M., dan Martinez, M. T., 1996, Catalytic Hydrocracking of an Asphaltenic Coal Residue, *Journal of Energi and Fuel*, 10: 1235-1240, *Dalam* : Hesta, M., 2009, Pengaruh Variasi Logam Molibdenum Terhadap Porositas dan Keasaman Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Benito, A. M., dan Martinez, M. T., 2000, *Catalytic Hydrocracking of an Asphaltenic Coal Residue*, *Energy and Fuel*, 10 : 1235-1240.
- Cid, 1999, Gas Oil Hydrodesulfurization and Pyridine Hydrodenitrogenation Pver NaYSupported Nickel Sulfida Catalyst : Effect of Ni Loading and Preparation Method, *Journal Catalyst*, 182 : 328-338.
- Crynes, L. L., and Crynes, B. L., 1987, *Coke Formation on Polished and Unpolished Incoloy 800 Coupons During Pirolysis of Light Hydrocarbons*, Ind. Eng. Chem. Res., 26, p. 2139, *Dalam* : Hessley, R. K., Reasoner, J.w dan Riley J. T., 1986, *Coal Science : An Introduction to Chemistry, Technology and Utilization*, John Willey & Sons, New York.
- Darmilah, 1989, *Evaluasi Berbagai Pelarut Untuk Mengekstraksi*, *Makalah Seminar Peranan Kimia Dalam Mengembangkan Agribisnis*, Himpunan Kimia Indonesia, Ujung Pandang.
- Dyer, A., 1988, *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*, John Willey & Sons Inc, New York.

- Fanani, Z., 2008, *Pembuatan BioBBM dengan katalis Ni Pada Berbagai Pengembangan dan Pelarut*, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Heyne, K., 1987, *Tumbuhan Berguna Indonesia*, Jilid 3, Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- <http://bappedal.jawatengah.go.id/v3/artikel/chromium.php>, 15 Januari 2010.
- http://www.dephut.go.id/files/nyamplung_Ind.pdf, 15 Januari 2010.
- Ketaren, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Depok.
- Mardoni, 2006, *Perbandingan Metode Kromatografi Gas dan Berat Jenis Pada Penetapan Kadar Etanol dalam Minuman Anggur*, 12 Maret 2010.
- Masyhud, 2008, *Tanaman Nyamplung Berpotensi Sebagai Sumber Energi Biofuel*, http://www.ssffmp.or.id/berita/4482/Tanaman_Nyamplung_Berpotensi_Sebagai_Sumber_Energi_Biofuel, 15 Januari 2010.
- McKetta, J. J., 1993, *Chemical Processing Handbook*, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Oudejans, J. C., 1991, *Zeolite Catalyst in Some Organic Reaction*, Voon Een Cominisc Angewezen Door Het College Van Dexanen.
- Parker, Sybil. P., 1993, *Encyclopedia of Physics*, McGraw Hill, Inc, New York.
- Petrucci, R. H., 2000, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Jilid I, Edisi IV, Erlangga, Jakarta.
- Renjun, Z., 1993, *Fundamentals of Pyrolysis in Petrochemistry and Technology*, CRC Press, Boca Raton, USA, *Dalam* : Hessley, R. K., Reasoner, J.w dan Riley J. T., 1986, *Coal Science : An Introduction to Chemistry, Technology and Utilization*, John Willey & Sons, New York.
- Setyawan, D. H., 2002, Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis, *Jurnal Ilmu Dasar* Vol. 3 No. 2, FMIPA UNEJ, Jember.
- Setyawan, D. H., 2003, Aktivitas Katalis Cr/Zeorlit dalam Reaksi Konversi Katalitik Fenol dan Metil Isobutil Keton, *Jurnal Ilmu Dasar* Vol. 4 No.2, FMIPA UNEJ, Jember.

- Sulaiman, W., 2006, *Pengaruh Katalis Ni-Monmorillonit Terpilar Al_2O_3 dan Kondisi Hidrocracking Terhadap Densitas dan Viskositas Produk Hidrocracking Lumpur Minyak Bumi*, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Sukardjo, 1985, *Kimia Koordinasi*, PT. Bina Aksara, Jakarta.
- Suyartono, 1999, *Kebijaksanaan Pemanfaatan Batubara*, Makalah Seminar Nasional Pemanfaatan Batubara Peringkat Rendah, Jakarta.
- Trisunaryanti, W., 2001, Selectivity of An Active Zeolite in Catalytic Conversion Process of Bangkirai, Kruing and Kamper Woods Biofuel to Gasoline Fraction, *Indonesian Journal of Chemistry* Vol. 1, No. 1 : 35-42.
- Trisunaryanti, W., 2003, Pembuatan Katalis Ni/Mo/ Morderit dengan Variasi Rasio Mo/Ni dan Karakteristiknya Untuk Konversi Asam Stearat, *Indonesian Journal of Chemistry*.
- Vennard, J. K. & Robert L. S., 1975, *Elementary Fluid Mechanics*, Edisi V, John Willey & Sons Inc, New York.
- Wahyuni, W., 2010, *Pengaruh Campuran Pelarut Air : Etanol dalam Pembuatan Katalis Nikel-Karbon terhadap Sifat Produk Hidrocracking CPO*, Universitas Sriwijaya, Indralaya.