

**PENGARUH VARIASI BERAT KATALIS TERHADAP SIFAT FISIKA PRODUK
HIDROCRACKING MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) DENGAN
KATALIS Mo-ZEOLIT ALAM AKTIF**

SKRIPSI

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



Oleh

Martina Ningsih

09053130053

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

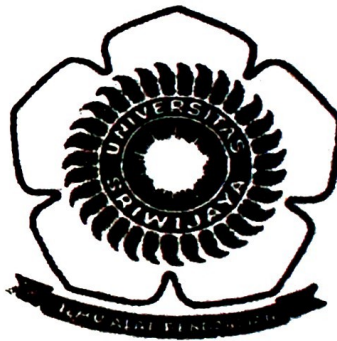
2010

541.395 07
nin
p
e-160531
2010

**PENGARUH VARIASI BERAT KATALIS TERHADAP SIFAT FISIKA PRODUK
HIDROCRACKING MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) DENGAN
KATALIS Mo-ZEOLIT ALAM AKTIF**

SKRIPSI

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



Oleh

Martina Ningsih

09053130053

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

2010

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI BERAT KATALIS TERHADAP SIFAT FISIKA PRODUK
HIDROCRACKING MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) DENGAN
KATALIS Mo-ZEOLIT ALAM AKTIF

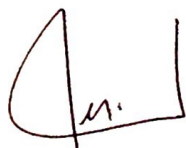
SKRIPSI

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

Oleh
Martina Ningsih
09053130053

Indralaya, Februari 2010

Pembimbing II



Dra. Desneli, M.Si
NIP. 1969122519970220001

Pembimbing I



Drs. Ady Mara, M.Si
NIP.1964092820001210001

Mengetahui,
Kepala Jurusan Kimia



Dra. Fatma, M. S
NIP.196207131991022001

- " Dalam hati nurani pemikiran pertamalah yang terbaik, Dalam masalah kebijaksanaan pemikiran yang terakhirlah yang paling baik" (William Feather)
- " Jika orang berpegang pada keyakinan, maka hilanglah kesangsian tapi jika orang sudah mulai berpegang pada kesangsian, maka hilanglah keyakinan " (Sir Francis Bacon)
- " Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan pembimbang, teman yang paling setia hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh " (Andrew Jackson)

Kupersembahkan untuk:

- ❖ *Al-Islam (Allah SWT dan RasulNya Muhammad SAW)*
- ❖ *Mama dan Papa ku tercinta*
- ❖ *Adikku tersayang Dwi, M. Firdaus. Alm dan M. Amin. Alm*
- ❖ *Kakek (Majidi) Alm & Nenek (Hj. Zubaidah) Alm*
- ❖ *Seseorang yang ada di hatiku*
- ❖ *Tempat yang selalu menghadirkan sejuta kisah dan kasih "Almamaterku UNSRI"*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur hanya kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, hidayah dan karunia yang tak ternilai sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” **Pengaruh Variasi Berat Katalis Terhadap Sifat Fisika Produk *Hydrocracking* Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dengan Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif** ”.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Drs. Adi Mara, M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Dra. Desnelli selaku pembimbing II atas keikhlasan dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, dukungan dan bantuan selama penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kemudahan dari berbagai pihak kepada :

1. Bapak Ir. Muhammad Irfan, M.T, selaku Dekan FMIPA UNSRI
2. Ibu Dra. Fatma, M. S, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
3. Ibu Setiawaty Yusuf, M.S, selaku Pembimbing Akademik
4. Seluruh Staf Dosen dan Staf Analis Jurusan Kimia FMIPA atas semua bantuan dan ilmu yang bermanfaat.
5. Kedua orangtuaku (papa dan mama) tersayang atas segala do'a, dukungan, nasehat-nasehat, kesabaran dan kasih sayang selama ini. *Love You*
6. Alm. Kakek dan Alm. Nenek tersayang atas do'a, nasehat dan kasih sayangnya hingga akhir hayat.

7. Bule' Lena, Bule Leni, Bule Lina, A'Joni, A'Iwan, A'Hendra atas do'a nasehat dan semangat
8. Adikku tersayang Dwi, Sepupu ku tersayang Abang Levi, Gita, Nabila, Bintang, zidan, Meka, Zufar dan Zafar atas do'a, semangat, keceriaan, tawa dan canda
9. Iwan Wahyudi "maz iwan" atas do'a, semangat, nasehat-nasehat, canda, tawa, kasih sayang, cinta dan selalu menemani ku disaat sedih dan senang (Yang rajin kuliahnya dan cepat selesai)
10. Bapak dan Ibu Ismet atas do'a, bantuan, semangat
11. Sahabat seperjuangan Puput "Babon", Ranty "Kokom", atas do'a, dukungan, canda, tawa, suka duka kita lalui selama penelitian..... Aku sayang kalian semua
12. Sahabatku anik atas do'a, dukungan, semangat (Semangat bik menuju masa depan yang lebih gemilang)
13. Adikku Esi Hidayanti "Esi", tersayang atas do'a, semangat, bantuan, canda, tawa yang tiap hari meramaikan suasana rumah, kasih sayang (jangan males-males kuliahnya ndu' yang semangat yach sayang.....), Adik-adikku tersayang Putri, Mira, Rina, dan Ririn atas do'a, kasih sayang.....SEMANGAT.....*Love You All*
14. Teman-teman ku Lab. Kimia Organik (Rino, Catur, Nanda), Lab. Kimia Anorganik (Lia "Ros", Opet, Febri, Rohma), Lab. Kimia Fisika (Dila, Dita, Vera, Juli, Andre, iqbal), Lab. Penelitian (Bok win, tya, supri, teja', alin, tante, sisca, agung), wi2n, okta, badria, mega dan temanku yang udah

lulus (Riyeni, Dewi, santi Desi, Dedi, Vina, Putri, Irma, Munjiatun) atas kebersamaannya yang selalu membawa keceriaan.....*and thanks too*

Ludo

15. Seluruh angkatan '04 mb catur, mb vita, mb rados, mb rini, mb nunu dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

16. Seluruh Angkatan '05 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.....SEMANGAT.....terus berjuang.

17. Adik-adik tingkatku nana '06, Tonang '06, Fahri '07, Fadil '07
SEMANGAT

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tulisan ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, hanya Allah yang akan membalas segala kebaikan dan semoga Allah memberikan manfaat dari tulisan ini.

Indralaya, Januari 2010

Penulis

THE INFLUENCE OF CATALYST WEIGHT VARIATION TO PHYSICAL CHARACTERISTIC OF HYDROCRACKING CASTOR OIL PRODUCT BY USING Mo-ACTIVE NATURAL ZEOLITE CATALYST

By :

Martina Ningsih
09053130053

ABSTRACT

The research about the influence of variation of catalyst weight towards physical characteristic of hydrocracking of castor oil product with catalyst Mo-zeolite natural active has been done. Hydrocracking process of curcas oil were conducted with variation of catalyst weight 0.5; 1; 1.5; 2; 3; 4 and 5 g , the flow rate of hydrogen gases 3.5 mL/min and temperature 350°C . Hydrocracking product of castor oil were analysed including to combustion heat, density, viscosity, and refraction index by using bomb calorimeter, picnometer, Ostwald viscometer and refractometer instrument. The result of this research showed that the best value for combustion heat and viscosity was 45,6070 kJ/g and 2.7574 poise respectively which operated at 3 g of catalyst weight/30 mL castor oil , while the best value of density and refraction index was 0.9695 g/mL and 1.4679 which operated at 2 g and 4 g of catalyst weight/30 mL castor oil. Based upon combustion heat hydrocracking product of castor oil refers to biokerosin while viscosity, density and refraction index refers to biodiesel.



**PENGARUH VARIASI BERAT KATALIS TERHADAP SIFAT FISIKA PRODUK
HIDROCRACKING MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) DENGAN
KATALIS Mo-ZEOLIT ALAM AKTIF**

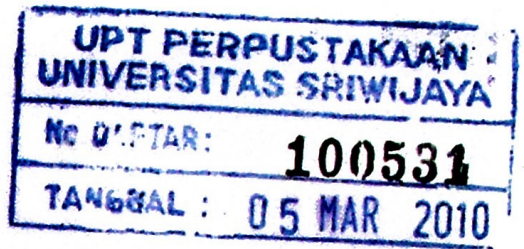
Oleh :

**Martina Ningsih
09053130053**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi berat katalis terhadap sifat fisika produk *hidrocracking* minyak jarak pagar dengan katalis Mo-zeolit alam aktif. Proses *hidrocracking* minyak jarak pagar dilakukan dengan variasi berat katalis 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4 dan 5 g, laju alir gas hidrogen 3,5 mL/mnt dan temperatur 350°C. Produk *hidrocracking* minyak jarak pagar dianalisa meliputi kalor pembakaran, densitas, viskositas dan indeks bias dengan menggunakan alat kalorimeter bom, piknometer, viscometer Ostwald dan refraktometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai terbaik kalor pembakaran dan viskositas berturut-turut sebesar 45,6070 kJ/g dan 2,7574 poise yang dicapai pada berat katalis 3 g/30 mL minyak jarak pagar. Sedangkan nilai densitas dan indeks bias sebesar 0,9695 g/mL dan 1,4679 yang dicapai pada berat katalis 2 g/30 mL dan 4g/30mL minyak jarak pagar. Berdasarkan nilai kalor pembakaran, produk *hidrocracking* minyak jarak pagar mengarah ke biokerosin sedangkan viskositas, densitas dan indeks bias mengarah ke biosolar.





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..	i
LEMBAR PENGESAHAN ..	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN ..	iii
KATA PENGANTAR ..	iv
ABSTRAK ..	vii
ABSTRACT ..	viii
DAFTAR ISI ..	ix
DAFTAR GAMBAR ..	xii
DAFTAR TABEL ..	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. Tumbuhan Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>) ..	4
2.2. Minyak Jarak Pagar ..	5
2.3. Zeolit Alam ..	7
2.4. Proses Adsorpsi ..	12
2.5. Katalis ..	14
2.6. Logam Molibdenum ..	17
2.7. Reaksi Oksidasi Reduksi ..	18
2.8. Proses <i>Hidrocracking</i> ..	19
2.9. Kekentalan (<i>Viscosity</i>) ..	20
2.10. Kalor Pembakaran ..	22
2.11. Densitas ..	24
2.12. Indeks Bias ..	25

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat	26
3.2. Alat dan Bahan	26
3.2.1. Alat	26
3.2.2. Bahan	26
3.3. Prosedur Kerja	27
3.3.1. <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak	27
3.3.2. Penentuan Viscositas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar	27
3.3.3. Penentuan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar	27
3.3.4. Penentuan Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar	28
3.3.5. Penentuan Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Variasi Berat katalis Terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Menggunakan Katalis Mo- Zeolit Alam Aktif	29
4.2. Pengaruh Variasi Berat katalis Terhadap Densitas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar Dengan Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif	30
4.3. Pengaruh Variasi Berat katalis Terhadap Viskositas Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Menggunakan Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif	31
4.4. Pengaruh Variasi Berat katalis Terhadap Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Menggunakan Katalis Mo-Zeolit Alam Aktif.....	32
4.5. Perbandingan kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> Minyak jarak Pagar Pada Berat Katalis Optimum Terhadap Kalor Pembakaran Bensin, Minyak Tanah dan Solar	34

4.6. Perbandingan Nilai Densitas produk <i>Hydrocracking</i> Minyak Jarak Pagar Pada Kondisi Optimum Terhadap Bensin, Minyak tanah dan Solar	35
4.7. Perbandingan Nilai Viskositas Produk <i>Hydrocracking</i> Pada Kondisi terbaik Terhadap bensin, minyak tanah dan solar	36
4.8. Perbandingan Nilai Indeks Bias Produk <i>Hydrocracking</i> Pada Kondisi Optimum Terhadap bensin, minyak tanah dan solar	37

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39

DAFTAR PUSTAKA	41
----------------------	----

LAMPIRAN	43
----------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses terjadinya asam Bronsted dan asam Lewis pada zeolit.	9
Gambar 2. 2. Struktur zeolit alam aktif	12
Gambar 2. 3. Keadaan energi Aktivasi pada Distribusi Maxwell-Boltzman.....	16
Gambar 2. 4. Diagram Pengaruh Penambahan Katalis terhadap Jalannya Reaksi	17
Gambar 4.1. Grafik pengaruh variasi berat katalis terhadap kalor Pembakaran produk <i>hidrocracking</i> pada laju alir 3,5 mL/mnt dan temperatur 350°C	32
Gambar 4.2. Grafik pengaruh variasi berat katalis terhadap densitas produk <i>hidrocracking</i> pada laju alir 3,5 mL/mnt dan temperatur 350°C ...	34
Gambar 4.3. Grafik pengaruh variasi berat katalis terhadap viskositas produk <i>hidrocracking</i> pada laju alir 3,5 mL/mnt dan temperatur 350°C ...	35
Gambar 4.4. Grafik pengaruh variasi berat katalis terhadap indeks bias produk <i>hidrocracking</i> pada laju alir 3,5 mL/mnt dan temperatur 350°C ...	36
Gambar 4.5. Diagram perbandingan nilai kalor pembakaran produk <i>hidrocracking</i> pada kondisi optimum dengan solar, minyak tanah dan bensin	38
Gambar 4. 6. Diagram perbandingan densitas produk <i>hidrocracking</i> pada kondisi terbaik dengan solar, minyak tanah dan bensin.....	40
Gambar 4. 7. Diagram perbandingan viskositas produk <i>hidrocracking</i> pada kondisi terbaik dengan solar, minyak tanah dan bensin.....	41
Gambar 4. 8. Diagram perbandingan indeks bias produk <i>hidrocracking</i> pada kondisi terbaik dengan solar, minyak tanah dan bensin.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Jarak Pagar	6
Tabel 2. 2. Perbandingan Antara Minyak <i>curcas</i> dan Minyak Diesel Standar ...	6
Tabel 2.3 . Perbedaan Zeolit dengan Tanah Lempung.....	10
Tabel 2. 4. Perbedaan Adsorpsi Fisik dan Kimia.....	14
Tabel 2. 5. Sifat Unsur Molibdenum.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat Oksidasi dan Reduksi Katalis	48
Lampiran 2. Gambar Alat Hidrocracking.....	49
Lampiran 3. Gambar Alat Kalorimeter Bom.....	50
Lampiran 4. Gambar Alat <i>Refraktometer</i> , Piknometer, Viskometer, Kalorometer Bom	51
Lampiran 5. Data Hasil Penelitian	52
Lampiran 6. Contoh Perhitungan	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan minyak bumi (energi fosil) sebagai sumber energi semakin hari semakin berkurang, sedangkan jumlah pemakaian alat-alat dan kendaraan berbahan bakar minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Perkiraan yang ekstrim menyebutkan bahwa minyak bumi di Indonesia dengan tingkat konsumsi seperti saat ini akan habis dalam waktu 10 -15 tahun ke depan (Erliza dkk, 2006).

Selain semakin menipisnya jumlah cadangan bahan bakar fosil, alasan penting lain untuk mengurangi penggunaannya adalah masalah kerusakan lingkungan. Untuk mengurangi tekanan permintaan bahan bakar minyak bumi dan penghematan penggunaan cadangan devisa Negara, maka pemerintah telah mengembangkan bahan bakar alternatif biodiesel dari minyak nabati. Minyak nabati yang potensial dikembangkan sebagai biodiesel adalah minyak jarak pagar.

Hydrocracking merupakan dua proses gabungan antara perengkahan katalitik dan proses hidrogenasi. Proses hidrogenasi dan perengkahan ini memerlukan katalis yang berfungsi ganda yaitu komponen logam sebagai katalis hidrogenasi dan komponen asam sebagai katalis *hydrocracking* (Benito, 1996 dalam Saputra, 2007).

Logam transisi yang sering digunakan pada proses hidrogenasi adalah logam Pt, Pd, Ni, Mo dan Cr. Logam Pt dan Pd pada umumnya merupakan katalis hidrogenasi yang baik namun harganya sangat mahal. Mo memiliki orbital d yang kosong atau terisi setengah penuh, yang efektif menerima pasangan elektron dari basa adsorbat. Logam

Mo memiliki prospek untuk digunakan sebagai katalis hidrodessulfurisasi, hidrogenasi dan perengkahan. Selain itu logam Mo juga tahan terhadap panas, sehingga sangat cocok untuk proses *hydrocracking*.

Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini diteliti pengaruh berat katalis terhadap sifat produk *hydrocracking* minyak jarak pagar dengan menggunakan katalis Mo yang ditambahkan pada zeolit alam yang telah diaktivasi untuk menghasilkan bio-bahan bakar minyak.

1.2. Rumusan Masalah

Hydrocracking merupakan dua proses gabungan antara perengkahan katalitik dan proses hidrogenasi. Proses hidrogenasi dan perengkahan ini memerlukan katalis yang berfungsi ganda yaitu komponen logam sebagai katalis hidrogenasi dan komponen asam sebagai katalis *hydrocracking*.

Padatan pendukung yang dapat digunakan sebagai pengemban katalis adalah zeolit alam aktif. Logam yang diembankan pada zeolit dapat meningkatkan aktifitas katalis secara keseluruhan karena logam-zeolit memiliki fungsi ganda yaitu disamping logam sebagai katalis, zeolit sendiri bersifat katalis. Katalis semacam ini disebut katalis bifungsional. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian bagaimana pengaruh berat katalis terhadap sifat fisika produk *hydrocracking* minyak jarak pagar dengan menggunakan katalis Mo-zeolit alam aktif.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh variasi berat katalis terhadap sifat fisika produk *hidrocracking* yang dihasilkan dalam pembuatan bio-bahan bakar minyak dari minyak jarak pagar melalui proses *hidrocracking* .
2. Membandingkan sifat fisika produk *hidrocracking* dengan bensin, minyak tanah dan solar dari minyak bumi.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi peranan katalis Mo-zeolit alam aktif terhadap sifat fisika produk *hidrocracking* minyak jarak pagar dan meningkatkan nilai ekonomis minyak jarak pagar untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif.



DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A., 1982, *Physical Chemistry of Surface*, Edisi Keempat, A-Wiley Interscience Publication, New York.
- Anderson, J. R. & Boudart, M., 1981, *Catalysis : Science and Technology*, vol. 1, Springer – Verlag, New York.
- Alberty, Robert A., dan Farrington Daniels., 1987, *Kimia Fisika*, Alih Bahasa DR. N.M. Surdia, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Anonim., 1996, *Metode Kerja ASTM/IP*, Laboratorium Penelitian & Pengembangan, Pertamina Daerah Sumbagsel.
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia Fisika*, Alih Bahasa Drs. IrmaI. Kartohadiprojo, Jilid II, Edisi IV, Erlangga, Jakarta.
- Augustine, R. L., 1996, *Heterogeneous Catalysis for The Synthetic Chemist*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Barrer, R. M., 1978, *Zeolites and Clan Minerals as Sorbents and Molecular Sieves*, Academic Press, London.
- Benito, A.M., & Martinez, M. T., 1996, *Catalytic Hydrocracking of an Aphaltenic Nial Residua*, *Journal of energy an Fuel*, 10:1235-1240. Dalam Saputra., 2007, *Pengaruh Kondisi Operasi Hidrocracking Tir Batubara Dengan Katalis Cr-Mo/ZAA Tersulfida Terhadap Kalor Pembakaran Produk*, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Cotton, F.A. and Wilkinson, G., 1976, *Basic Inorganic Chemistry*, John Willey & Sons Inc , New York.
- Dixon, J.B., & Weed, S. B., 1989, *Minerals and Soil Environment*, Soil Science Society of America Modson, Wisconsin, USA.
- Dyer, A., 1988, *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*, John Wiley & Sons, New York.
- Erliza dkk. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fessenden, J. R., dan Fessenden, J. S., 1986, *Kimia Organik*, ahli bahasa Aloysius Hadayana Pudjatmaka, Edisi Ketiga Jilid I, Erlangga, Jakarta.

<http://www.chem-is-try.org>, 25 Oktober 2009.

Keenan, C. W., 1996, *Kimia Untuk Universitas*, Edisi VI, Erlangga, Jakarta.

Ketaren, 1996, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Depok.

Mara, A., 1999, *Oksidasi Karbon Monoksida Dan Hidrokarbon Ringan Dalam Gas Buang Motor Berbahan Bakar Bensin Dengan Katalis (Pt, Pd)-Ce/Zeolit Alam*, Tesis, UGM, Yogyakarta.

Parker, Sybil. P., 1993, *Encyclopedia of Physics*, McGraw Hill, Inc, New York.

Prana, Sri Made., 2006, *Budi Daya Jarak Pagar Sumber Biodiesel*, LIPI, Jakarta.

Saputra., 2007, *Pengaruh Kondisi Operasi Hidrocracking Tir Batubara Dengan Katalis Cr-Mo/ZAA Tersulfida Terhadap Kalor Pembakaran Produk*, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

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/Zeolit dalam Reaksi Konversi Katalitik Fenol dan Metil Isobutil Keton*, Jurnal Ilmu Dasar Vol. 4 No.2, FMIPA UNEJ, Jember.

Sukardjo, 1985, *Kimia Koordinasi*, PT. Bina Aksara, Jakarta.

Sukardjo, 1989, *Kimia Fisika*, PT. Bina Aksara, Jakarta.

Sutarti, M., & Rahmawati, M., 1992, *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta.

Trisunaryanti, W., 1991, *Modifikasi, Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam*, Tesis, UGM, Yogyakarta.

Tsitsishvilly, G.V., 1992, *Natural Zeolit*, Institut of Physical and organic chemistry, Academy of Science of Georgia.

Vennard, John K. & Robert. L. Street, 1975, *Elementary Fluid Mechanics*, Edisi kelima, John Wiley & Sons, Inc, New York.

Vogel, 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*, Alih Bahasa R. Setiono dan A. H. Pudjaamaka, Edisi V, Kalma Media Pustaka, Jakarta.