KARAKTERISASI H-ZEOLIT ALAM AKTIF HASIL PREPARASI DENGAN METODE REFLUKS DAN KALSINASI MENGGUNAKAN *MICROWAVE*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :
ABDUL WAHID KURNIAWAN
08071003048

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

R: 26771/27332

S
549.6807
Abd
K
2014
C, 142360

KARAKTERISASI H-ZEOLIT ALAM AKTIF HASIL PREPARASI DENGAN METODE REFLUKS DAN KALSINASI MENGGUNAKAN *MICROWAVE*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :
ABDUL WAHID KURNIAWAN
08071003048

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA UPT PERPUSTAKAAN

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Karakterisasi H-Zeolit Alam Aktif Hasil Preparasi Dengan Metode Refluks dan Kalsinasi Menggunakan *Microwave*
Nama Mahasiswa	:	Abdul Wahid Kurniawan
NIM	:	08071003048
Jurusan	:	Kimia

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 28 April 2014

Pembimbing :

1. Zainal Fanani, M.Si. .....

2. Nurlisa Hidayati, M.Si. .....

Indralaya, 30 April 2014
Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si
NIP.196006251989031006

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Karakterisasi H-Zeolit Alam Aktif Hasil Preparasi Dengan Metode Refluks dan Kalsinasi Menggunakan *Microwave*
Nama Mahasiswa	:	Abdul Wahid Kurniawan
NIM	:	08071003048
Jurusan	:	Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Mei 2014. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Ketua :

1. Zainal Fanani, M.Si. .....

Anggota :

2. Nurlisa Hidayati, M.Si. .....
3. Dr. Hasanudin, M.Si. .....
4. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. .....
5. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si. .....

Indralaya, 12 Mei 2014
Ketua Jurusan Kimia,

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

Dr. Suheryanto, M.Si
NIP.196006251989031006

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Karakterisasi H-Zeolit Alam Aktif Hasil Preparasi Dengan Metode Refluks dan Kalsinasi Menggunakan *Microwave*
Nama Mahasiswa	:	Abdul Wahid Kurniawan
NIM	:	08071003048
Jurusan	:	Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Mei 2014. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Ketua :

1. Zainal Fanani, M.Si. .....

Anggota :

2. Nurlisa Hidayati, M.Si. .....

3. Dr. Hasanudin, M.Si. .....

4. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. .....

5. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si. .....

Indralaya, 12 Mei 2014
Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si
NIP.196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

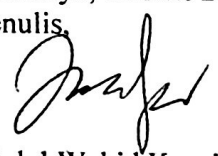
Nama mahasiswa : Abdul Wahid Kurniawan
NIM : 08071003048
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 12 Mei 2014
Penulis,



Abdul Wahid Kurniawan
NIM. 08071003048

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa	:	Abdul Wahid Kurniawan
NIM	:	08071003048
Fakultas/Jurusan	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :
"Karakterisasi H-Zeolit Alam Aktif Hasil Preparasi Dengan Metode Refluks dan Kalsinasi Menggunakan *Microwave*"
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 12 Mei 2014
Yang menyatakan,

Abdul Wahid Kurniawan
NIM. 08071003048

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar" (Q.S. Al-Baqarah: 153)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai dari suatu urusan, kerjakan dengan sungguh-sungguh urusan yang lain" (Q.S. Al-Insyirah: 6-7)

"Ilmu diiringi dengan perbuatan, barang siapa berilmu maka dia harus berbuat. Ilmu memanggil perbuatan, jika dia menjawabnya maka ilmu tetap bersamanya, namun jika tidak maka ilmu akan pergi darinya" (Ali bin abi Thalib)

"Hidup adalah kegelapan jika tanpa hasrat dan keinginan. dan semua hasrat dan keinginan adalah buta jika tidak disertai pengetahuan. dan pengetahuan adalah hampa jika tidak diikuti pelajaran" (kahlil gibran)

Ku persembahkan skripsi ini untuk:

- Allah SWT
- Mama dan papa tercinta (Susy Agustina, Ahmad Azhari Mansoer)
- Adik-adikku tersayang (Rina Isniarti, Muhammad Solahuddin, Abdul Rasyid)
- Keluarga besar M. Toyib Zen
- Orang-orang yang ku sayang
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT yang tiada henti memberikan nikmat serta rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul "Karakterisasi H-Zeolit Alam Aktif Hasil Preparasi Dengan Metode Refluks dan Kalsinasi Menggunakan *Microwave*" sebagai persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Sains jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

Banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi ini. Oleh karena itu, ucapan terimakasih yang tulus penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Zainal Fanani, M.Si. selaku pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan serta bimbingannya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si., ibu Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. dan bapak Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si. selaku pembahas skripsi yang telah memberikan saran dan masukannya.
4. Ibu Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. dan bapak Dr. Hasanudin, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Dr. Suheryanto, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Semua Dosen, para analis dan staff karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Mama dan papa tercinta yang tak pernah berhenti memberikan perhatian, doa dan kasih sayang untukku, selalu memotivasi dan mengingatkan ketika aku lengah.
8. Adik-adikku yang sangat menyayangiku, Rina, Sandi dan Rasyid.
9. Keluarga besar kimia 2007.

10. Kakak-kakak serta adik-adik angkatan 2004 sampai 2010.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, semoga Allah membalas setiap kebaikan yang dilakukan. Aamiin...

Demikianlah skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini jauh dari sempurna, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Indralaya, Maret 2014
Penulis

CHARACTERIZATION OF H-ACTIVE NATURAL ZEOLITE PREPARATION BY REFLUX METHOD AND CALCINATION USING MICROWAVE

By :

Abdul Wahid Kurniawan

08071003048

ABSTRACT

Research about characterization of H-active natural zeolite preparation by reflux method and calcination using microwave has conducted. Natural zeolite with particle size of 200 mesh was refluxed using H_2SO_4 as solvent with various concentration of 0.5 N, 1 N, 1.5 N, 2 N. Zeolite had calcined using microwave oven with a temperature of 320°C at various time of 5, 10, 15, 25 minutes. The acidity test of the zeolite with adsorption of NH_3 vapor and pyridine vapor in a vacuum desiccator at various time of 4, 8, 16, 24 hours. The results showed that the best adsorption time for the adsorption of NH_3 and pyridine vapor obtained each 24 hours. The concentration of H_2SO_4 to NH_3 vapor was optimum adsorpted at 1.5 N and for pyridine vapor at 1 N. The acidity of the zeolite surface 1.7984 mmol/g, total acidity of zeolite 4.8577 mmol/g, the acidity of the zeolite pore 3.0593 mmol/g. The specific surface area of zeolite by 27.9646 x 10^3 m^2/g and radius average pore zeolites at 0.2409 nm.

Keywords : calcination, H-active natural zeolite, microwave, reflux.

KARAKTERISASI H-ZEOLIT ALAM AKTIF HASIL PREPARASI DENGAN METODE REFLUKS DAN KALSINASI MENGGUNAKAN *MICROWAVE*

Oleh :

Abdul Wahid Kurniawan

08071003048

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian karakterisasi H-zeolit alam aktif hasil preparasi dengan metode refluks dan kalsinasi menggunakan *microwave*. Zeolit alam dengan ukuran partikel 200 mesh direfluks menggunakan pelarut H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi 0,5 N; 1 N; 1,5 N; 2 N. Zeolit dikalsinasi menggunakan oven *microwave* dengan temperatur 320°C pada variasi waktu 5, 10, 15, 25 menit. Uji keasaman zeolit dengan adsorpsi uap NH_3 dan uap piridin di dalam desikator vakum pada variasi waktu 4, 8, 16, 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu adsorpsi terbaik untuk adsorpsi uap NH_3 dan uap piridin didapat masing-masing 24 jam. Konsentrasi H_2SO_4 untuk adsorpsi uap NH_3 optimum sebesar 1,5 N dan adsorpsi uap piridin optimum sebesar 1 N. Keasaman permukaan zeolit 1,7984 mmol/g, keasaman total zeolit 4,8577 mmol/g, keasaman pori zeolit 3,0593 mmol/g. Luas permukaan spesifik zeolit sebesar 27,9646 x 10^3 m^2/g dan jari-jari pori rata-rata zeolit sebesar 0,2409 nm.

Kata kunci : kalsinasi, H-zeolit alam aktif, *microwave*, refluks.

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NO. DAFTAR : 142360
TANGGAL : 18 JUL 2014

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR vii
ABSTRACT ix
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
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. Zeolit Alam 4
2.2. Zeolit Alam Modernit 8
2.3. Refluks 8
2.4. Katalis 10
2.4.1. Katalis Homogen 11
2.4.2. Katalis Heterogen 12
2.5. Adsorpsi 13
2.5.1. Adsorpsi Fisika 14
2.5.2. Adsorpsi Kimia 14

2.5.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi 15
2.6. *Microwave* 17
2.7. Isoterm Brunauer, Emmet dan Teller (BET) 19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1. Waktu dan Tempat 22
3.2. Alat dan Bahan 22
3.3. Prosedur Penelitian 22
3.3.1. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa NH_3 22
3.3.2. Pengaruh Waktu Kalsinasi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa NH_3 23
3.3.3. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Pada Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa NH_3 23
3.3.4. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 24
3.3.5. Pengaruh Waktu Kalsinasi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 24
3.3.6. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Pada Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 25
3.3.7. Uji Keasaman 25
3.3.7.1. Uji Keasaman Dengan NH_3 25
3.3.7.2. Uji Keasaman Dengan Piridin 25
3.4. Analisis data 26
3.4.1. Analisis Keasaman Zeolit 26
3.4.2. Penentuan Porositas Katalis 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa NH_3 27
4.2. Pengaruh Waktu Kalsinasi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa NH_3 28
4.3. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Pada Zeolit Terhadap

Adsorpsi Basa NH_3 29
4.4. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 30
4.5. Pengaruh Waktu Kalsinasi Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 31
4.6. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Pada Zeolit Terhadap Adsorpsi Basa Piridin 32
4.7. Analisis Keasaman Pori Zeolit 33
4.8. Analisis Porositas Zeolit 1 N 34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan 35
5.2. Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 36
LAMPIRAN 39

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Struktur kerangka zeolit 6

Gambar 2. Peralatan refluks 9

Gambar 3. Pengaruh waktu adsorpsi zeolit terhadap adsorpsi basa NH_3 27

Gambar 4. Pengaruh waktu kalsinasi zeolit terhadap adsorpsi basa NH_3 ... 28

Gambar 5. Pengaruh keasaman zeolit terhadap adsorpsi basa NH_3 29

Gambar 6. Pengaruh waktu adsorpsi zeolit terhadap adsorpsi basa Piridin 30

Gambar 7. Pengaruh waktu kalsinasi zeolit terhadap adsorpsi basa Piridin 31

Gambar 8. Pengaruh keasaman zeolit terhadap adsorpsi basa Piridin 32

Gambar 9. Keasaman permukaan, keasaman total dan keasaman pori 33

Gambar 10. Porositas zeolit 1 N 34

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Data hasil adsorpsi basa NH_3	39
Lampiran 2.	Data hasil adsorpsi basa Piridin	41
Lampiran 3.	Data keasaman pori zeolit	43
Lampiran 4.	Perhitungan	44
Lampiran 5.	Gambar sampel	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Zeolit alam adalah salah satu bahan yang sudah banyak digunakan sebagai pengemban dan banyak ditemukan di alam namun bercampur dengan materi pengotor. Zeolit mempunyai aktivitas dan stabilitas termal yang tinggi namun memiliki karakter-karakter yang perlu dimodifikasi. Salah satu dari karakter tersebut adalah keasaman dari zeolit yang dapat ditingkatkan dengan cara dealuminasi maupun menambahkan logam atau oksida logam tertentu (Witanto, 2010).

Zeolit dapat diaktifasi dengan matode konvensional. Metode konvensional memerlukan waktu yang lama pada proses penetralannya dan memerlukan pelarut dalam jumlah banyak. Sebagai alternatif proses aktifasi zeolit dilakukan dengan metode refluks dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) dan kalsinasi menggunakan *microwave.*

Refluks merupakan salah satu metode dalam ilmu kimia untuk mengekstraksi suatu senyawa. Umumnya digunakan untuk mengekstraksi bahan-bahan yang tahan terhadap panas. Kelebihan dari metode ini adalah jumlah pelarut senantiasa tetap selama proses berlangsung dan menghasilkan kemampuan melarutkan pengotor yang lebih tinggi. Asam sulfat (H_2SO_4) adalah asam kuat yang mampu melarutkan pengotor-pengotor dan zat organik yang berasal dari tumbuhan. Kemampuan yang dapat melarutkan pengotor tersebut dapat

dimanfaatkan untuk aktifasi padatan katalis yaitu pada tahap pelarutan pengotor-pengotor kation logam (seperti Na^+, Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}) yang ada dalam pori-pori katalis. *Microwave,* pada skala laboratorium digunakan untuk kalsinasi. Kalsinasi adalah proses pemanasan bahan sampai suhu tinggi, tanpa terjadinya peleburan. Sehingga komponen terurai dan bahan yang mudah menguap akan keluar. Kelebihan *microwave* selain membutuhkan waktu yang singkat juga menghasilkan pori-pori zeolit yang homogen (Sudjadi, 1986).

Keasaman dari katalis menunjukkan seberapa banyak situs-situs asam yang ada pada katalis yang memungkinkan masuknya zat lain seperti reaktan ke dalam katalis. Untuk menentukan luas permukaan total zeolit diuji dengan adsorpsi amonia sedangkan untuk menentukan luas permukaan luar zeolit diuji dengan adsorpsi piridin (Fyasri, 2008).

Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan preparasi katalis H-zeolit alam aktif, menggunakan metode refluks dengan pelarut H_2SO_4 dan kalsinasi menggunakan *microwave*. Katalis kemudian dikarakterisasi sifat keasamannya dengan proses adsorpsi amonia dan piridin.

1.2. Rumusan Masalah

Zeolit merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya melimpah di Indonesia. Zeolit mempunyai aktivitas dan stabilitas termal yang tinggi namun memiliki karakter-karakter yang perlu dimodifikasi. Tahap aktifasi zeolit umumnya menggunakan metode konvensional, yaitu dengan merendam zeolit menggunakan larutan HF untuk menghilangkan silika kemudian dinetralkan,

untuk menghilangkan pengotor-pengotor dengan menggunakan HCl kemudian dinetralkan, untuk membuat Na-zeolit direndam dengan NaOH kemudian dinetralkan. Aktifasi zeolit dengan cara tersebut membutuhkan waktu yang lama pada proses penetralan. Penelitian ini menentukan karakteristik keasaman H-zeolit alam aktif yang dipreparasi dengan metode refluks menggunakan pelarut H_2SO_4 dan kalsinasi menggunakan *microwave*.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Menentukan waktu adsorpsi terbaik terhadap adsorpsi uap NH_3 dan uap Piridin pada karakterisasi H-zeolit alam aktif.
2. Menentukan konsentrasi H_2SO_4 optimum terhadap adsorpsi uap NH_3 dan uap Piridin pada karakterisasi H-zeolit alam aktif.
3. Menentukan keasaman permukaan, keasaman pori dan keasaman total H-zeolit alam aktif.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang karakteristik H-zeolit alam aktif yang dibuat dengan metode refluks dan kalsinasi menggunakan *microwave*.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, H., 1992, *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*, PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.

Anonim, 2014, *Katalis,* Online : *(http://id.wikipedia.org/wiki/katalis).* Diakses : Januari, 2014.

Atkins, P.W., 1997, *Kimia Fisika Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.

Barrer, R.M., 1982, *Hyrdothermal Chemistry of Zoelites,* Academic Press, London.

Benito, A. M., and Martinez, M. T., 2000, Catalytic Hidrocracking of an Asphaltenic Coal Residue, Energy and Fuel, 10, 1235-1240.

Brady, dan James, 1999, *Kimia Untuk Universitas*, Erlangga, Jakarta.

Castellan, W., and Gilbert, 1982, *Physical Chemistry*, Edisi Ketiga, Addison WesleyPublishing Company.

Cid, 1999, Gas Oil Hydrodesulfurization and Pyridine Hydrodenitrogenation Pver NaYSupported Nickel Sulfida Catalyst : Effect of Ni Loading and Preparation Method, Journal Catalysts, 182 : 328-338.

Demirbas, A., 2007, Alternative and Renewable Energy Industries; Energi and Fuel, *International Journal of Green Energy*, 4 : 15-26.

Dixon, J. B., and Weed, S. B., 1989, *Minerals and Soil Environment*, *Soil Science Society of America Modson,* Wisconsin, USA.

Fahlevi, E., 2004, *Pengaruh Karakter Katalis Ni/Mo Zeolit Alam Aktif Terhadap Pembentukan Coke Pada Proses Hidrocracking Tir Batubara*, FMIPA UNSRI, Indralaya.

Fanani, Z., Yudono, B., dan Hasanudin, 2005, Hidrocracking Tir Batu Bara dengan Katalis Ni/Mo-ZAA, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNSRI.

Fanani, Z., Yudono, B., dan Fatma, 2009, Pengaruh pelarut terhadap unjuk kerja Katalis Ni dalam berbagai Pengemban, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNSRI.

Fyasri, DK., 2008, *Pengaruh Temperatur dan Berat Katalis Cr/Ni Zeolit Alam Aktif Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Produk Perengkahan Lumpur Minyak Bumi,* FMIPA UNSRI, Indralaya.

Harahap, H., 2008, *Optimasi Transesterifikasi Refinery Bleached Deodorized Palm Oil Menjadi Metil Ester Menggunakan Katalis Lithium Hidroksida,* Tesis USU, Medan.

Hegedus, L. L., 1999, Catalyst Design Progress and Persfective, John Willey and Sons Inc. New York.

Keenan, C. W., Kleinfelter, D. C., and Wood, J. H., 1979, *Ilmu Kimia Untuk Universitas,* Alih Bahasa Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Edisi ke-VI, Jilid I, Erlangga, Jakarta.

Li. D., Xu. H., and Guthrie. G.D., 2000, Zeolite Supported Ni and Mo Catalyst for Hidrotreatments; II. HRTEM Observations, *J. Catal*, 189 : 281-269.

Lowel, S., dan Shields, Jhon. E., 1984. *Powder Surface Area and Porosity.* Edisi kedua. Chapman anh Hall, New York.

Noureddini, H., Zhu, D., 1997, Kinetics of Transesterification of Oil Chem. Soc. 74 (11), 1457.

Oudejans, JC., 1984, Zeolite Catalyst in Some Organic Reaction, supported by Netherlands Foundation For Chemical Research (SON), Holland.

Putra, E.S., 2004, *Zeolite Sebagai Mineral Serba Guna*, Jurusan Kimia FMIPA UNILA, Lampung.

Rachmat, A., Fanani, Z., dan Hasanudin, 2006, Hidrocracking Tir Batu Bara dengan Katalis Co/Mo-ZAA, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNSRI.

Setiadi, dan Pertiwi Astri, 2007, *Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa ABE menjadi Hidrokarbon*, Jurnal Prosiding Kongres dan Simposium Nasional kedua MKICS, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Sudjadi, 1986, Metode Pemisahan, UGM Press, Yogyakarta.

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

Suppes, G.J., Bockwinkel, K., Dan Lucas, S., Botts, J.B., Mason, M.H., Heppert, A.J., 2001, *J.Am. Oil Chem. Soc.* 78 (2) : 139.

Wijaya, dan Karna, 2006. Utilisasi TiO_2-Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *ISSN 0853-8697* Vol. 11 (3) : 199-209.

Witanto, E., 2010, *Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif*, FMIPA UGM, Yogyakarta.

Zhang. W., and Smirnitios. P. G., 1999., Effect of Zeolite Structure and Acidity on the Product Selectivity and Reaction Mechanism for n-Octane Hydroisomerization and hydrocracking *J. Catal.*, 182 : 400-416.