

**PENGARUH RASIO LOGAM Co/Mo TERHADAP POROSITAS DAN
SIFAT KEASAMAN KATALIS Co/Mo MONMORILLONIT TERPILAR
TiO₂**

SKRIPSI

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



**Oleh :
AHMAD HAFIZURSAH
NIM 09043130013**

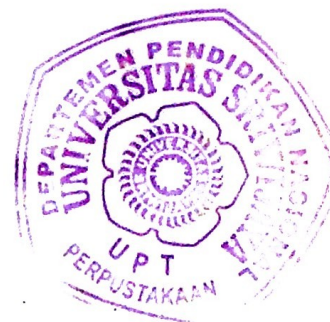
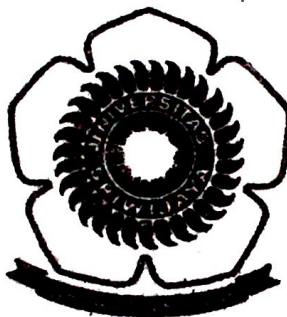
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

S
669.107
Ahm
P
2010

**PENGARUH RASIO LOGAM Co/Mo TERHADAP POROSITAS DAN
SIFAT KEASAMAN KATALIS Co/Mo MONMORILLONIT TERPILAR
TiO₂**

SKRIPSI

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



**Oleh :
AHMAD HAFIZURSAH
NIM 09043130013**

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

Lembar Pengesahan

**PENGARUH RASIO LOGAM Co/Mo TERHADAP POROSITAS DAN
SIFAT KEASAMAN KATALIS Co/Mo MONMORILLONIT TERPILAR
TiO₂**

SKRIPSI

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

Oleh :

AHMAD HAFIZURSAH
NIM 09043130013

Indralaya, Desember 2010

Pembimbing Pembantu



Addy Rachmat, S.Si. M.Si
NIP. 19740928 200012 1 001


Pembimbing Utama



Hasanudin, S.Si. M.Si
NIP. 19720515 199702 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

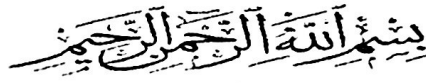



Dra. Fatma, MS
NIP. 19620713 199102 2 001

kupersembahkan karya pikirku untuk

- *Kedua Orangtuaku tercinta*
 - *Aak dan Adek*
 - *My Lovely Ay*
- *Sahabat sahabat sejatiku*
- *Semua Dosen dan teman-temanku*
 - *Almamaterku*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *“Pengaruh Rasio Logam Co/Mo Terhadap Porositas dan Sifat Keasaman katalis Co/Mo Montmorillonit Terpillar TiO₂”*.

Dalam melaksanakan penelitian, penulisan hingga terwujudnya skripsi ini penulis menyadari tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun material penulis tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini, maka Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. DP2M Dirjen Dikti yang telah membiayai program penelitian ini.
2. Bapak Hasanudin, S.Si, M.Si dan Bapak Addy Rachmat, S.Si, M.Si yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis demi selesainya penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dra. Fatma MS selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Nova Yuliasari M.Si selaku pembimbing akademik.
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Kedua orang tuaku Mansyah Madrus dan Hj. Ermi Sartini, BA untuk segala usaha, do'a dan kasih sayang. Hanya Allah SWT yang bisa membalas semua yang telah kalian berikan.

7. Aak dan Adek yang selalu memberi semangat dan mengingatkan arti sebuah keluarga.
8. Special thanks to someone special Jenny "Ay" atas segala cinta dan dukungannya.
9. Sahabat-sahabatku terbaikku Team Research 2004 Dodo, Adry & July serta Team Research 2006 Fitrah, Deni, Vellan, Ridho & Rokend. Tetap berjuang!!!!
10. Seluruh teman – teman angkatan 2004 dan seluruh almamater Mipa Kimia atas kerjasamanya selama ini. Semoga sukses.
11. Mas Budhi "Bolink" dan Aliong untuk semangat dan pengertiannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini lebih sempurna dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Amin

Inderalaya, Desember 2010

Penulis

THE EFFECT OF METAL RATIO INFLUENCE Co/Mo TO POROSITY AND ACIDITY OF Co/Mo-TiO₂ PILLARED MONTMORILLONITE CATALYST

By:

Ahmad Hafizursah
09043130013

ABSTRACT

The research about the effect of metal ratio influence Co/Mo to porosity and acidity of Co/Mo-TiO₂ pillared montmorillonite catalyst had been done. Natural montmorillonite was modified with the pillaring agent TiO₂ and then followed by Co/Mo impregnation with variation amount of Co:Mo 0:3,9724 g ; 10,9140:13,2414 g ; 16,3710:9,9310 g ; 21,8280:6,6207 g ; 6,5484:0 g. Parameter measured were acidity and porosity, parameter of porosity measured were surface area, total volume pore and average radius pore were analyzed with Gas Sorption Analyzer NOVA 1000. The type of isotherm adsorption that formed (BDDT classification) is type II for mesopores catalyst and the type of isotherm adsorption that formed (BET classification) is type B for slit-shaped pores or the space between parallel plates. The results of this research show that pillarization by TiO₂ increase the specific surface area from 24,688 m²/g equal to 153.953 m²/g and the total pore volume of catalyst from 0,0431 cc/g equal to and 0.1872 cc / g. The influence of impregnation of Co/Mo resulted in a decrease of specific surface area and total pore volume in which the largest decline experienced by the Mont-Como 4 that is equal to 8.824 m² / g and 0.02148 cc / g. Whereas, pore radius average increase with the largest increases in Mont-Como 2 that is equal to 72.803 Å. Highest acidity at TiO₂ pillared montmorillonite 6,9932 mmol/g and low acidity at Mont CoMo 4 equal to 2,5101mmol/g.

**PENGARUH RASIO LOGAM Co/Mo TERHADAP POROSITAS DAN
SIFAT KEASAMAN KATALIS Co/Mo MONMORILLONIT TERPILAR
TiO₂**

OLEH :

**AHMAD HAFIZURSAH
09043130013**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh rasio logam Co/Mo terhadap porositas dan sifat keasaman katalis Co/Mo montmorillonit terpilas TiO₂. Montmorillonit alam dimodifikasi dengan menggunakan agen pemilar TiO₂ dan kemudian dilakukan proses impregnasi logam Co/Mo dengan memvariasikan jumlah logam Co:Mo yaitu 0:3,9724 g ; 10,9140:13,2414 g ; 16,3710:9,9310 g ; 21,8280:6,6207 g ; 6,5484:0 g. Parameter yang diukur adalah sifat keasaman dan porositas yang meliputi luas permukaan, total volume pori dan jari-jari pori rata-rata dengan alat *Gas Sorption Analyzer* NOVA 1000. Tipe isoterm adsorpsi (BDDT) yang terbentuk adalah tipe II untuk katalis mesopori dan tipe isoterm adsorpsi (BET) yang terbentuk adalah tipe B untuk pori berbentuk celah atau pori antarlapis yang paralel. Pemilasan dengan TiO₂ meningkatkan luas permukaan spesifik dari 24,688 m²/g menjadi 153,953 m²/g dan meningkatkan volume pori total dari 0,0431 cc/g menjadi 0,1872 cc/g. Penambahan Co/Mo mengakibatkan penurunan luas permukaan spesifik, dan volume pori total dimana penurunan terbesar dialami oleh Mont-CoMo 4 yaitu sebesar 8,824 m²/g dan 0,02148 cc/g. Sedangkan jari-jari pori rata-rata meningkat dengan peningkatan terbesar pada Mont-CoMo 2 yaitu sebesar 72,803 Å. Keasaman paling tinggi pada Mont-terpilas TiO₂ sebesar 6,9932 mmol/g dan keasaman terendah pada Mont CoMo 4 sebesar 2,5101mmol/g.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Katalis.....	6
2.2 Porositas dan Luas Permukaan Katalis	7
2.3. Lempung Alam.....	8
2.3.1. Montmorillonit	9
2.3.2. Lempung Terpillar.....	11

2.4. Logam.....	13
2.4.1. Logam Titanium.....	13
2.4.2. Logam Cobalt (Co).....	14
2.4.3. Logam Molibdenum (Mo)	14
2.5. Isoterm Adsorpsi	14
2.5.1. Adsorpsi Fisika.....	15
2.5.2. Adsorpsi Kimia	17
2.5.3. Isoterm Brunauer, Emmet dan Teller (BET).....	18
2.6. Tipe Histeresis de Boer	20
2.7. <i>Gas Sorption Analyzer (NOVA-1000)</i>	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1. Waktu dan Tempat	22
3.2. Alat dan Bahan	22
3.2.1. Alat	22
3.2.2. Bahan.....	22
3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1. Preparasi Na-Monmorillonit	22
3.3.2. Sintesis Lempung Monmorillonit Terpilar TiO ₂	23
3.3.3. Impregnasi Co/Mo pada Montmorillonit Terpilar TiO ₂	23
3.3.4. Uji Keasaman	24
3.3.5. Karakterisasi Porositas Katalis Menggunakan NOVA1000	24

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Isoterm Adsorpsi	26
4.1.1. Pengaruh Rasio jumlah CoMo terhadap Isoterm Adsorpsi Katalis.....	26
4.2. Pengaruh Jumlah rasio CoMo terhadap Luas Permukaan Spesifik, Volume Pori Total, Jari-jari Pori rata-rata dan Keasaman.....	29
4.2.1. Luas Permukaan Spesifik	29
4.2.2. Total Volume Pori	30
4.2.3. Jari – Jari Pori Rata – Rata	31
4.2.4. Keasaman	33
4.3. Pengaruh Luas Permukaan Spesifik, Total Volume Pori dan Jari – Jari Pori Rata-rata terhadap Keasaman Katalis Co/Mo monmorillonit terpillar TiO ₂	34
4.3.1. Luas Permukaan Spesifik	34
4.3.2. Total Volume Pori	35
4.3.3. Jari – Jari Pori Rata – Rata	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Pengaruh Penambahan Katalis terhadap Jalannya Reaksi	7
Gambar 2. Struktur Montmorillonit	10
Gambar 3. Pemanasan Dapat Menyebabkan Keruntuhan Reversibel Lempung tak Terpillar	12
Gambar 4. Grafik Isoterm Adsorpsi Berdasarkan Klasifikasi BDDT.....	16
Gambar 5. Lima Tipe Histeresis de Boer	20
Gambar 6. Grafik Isoterm Adsorpsi-Desorpsi (1) Mont Alam (2) Mont terpillar TiO ₂ (3) Mont Mo 1 (4) Mont CoMo 2 (5) Mont CoMo 3 (6) Mont CoMo 4 (7) Mont Co 5.....	27
Gambar 7. Luas Permukaan Spesifik Katalis.....	29
Gambar 8. Total Volume Pori Katalis.....	30
Gambar 9. Jari –Jari Pori Rata – Rata	32
Gambar 10. Keasaman..	33
Gambar 11. Pengaruh luas permukaan spesifik terhadap keasaman.....	34
Gambar 12. Pengaruh total volume pori terhadap keasaman.....	35
Gambar 13. Pengaruh jari-jari pori rata-rata terhadap keasaman.....	36

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Komposisi Katalis Co/Mo.....	24
---------------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Luas Permukaan Spesifik	40
Lampiran 2. Perhitungan Total Volume Pori	43
Lampiran 3. Perhitungan Jari – Jari Pori Rata – Rata	45
Lampiran 4. Perhitungan Keasaman katalis	47
Lampiran 5. Alat <i>Gas Sorption Analyzer (NOVA-1000)</i>	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hampir seluruh kebutuhan katalis diimpor, hanya sebagian kecil diproduksi di Indonesia dengan lisensi dari luar negeri. Sejauh ini, pengembangan katalis sudah menjadi perhatian secara terpadu dari pemerintah, industri, dan lembaga penelitian yang telah melaksanakan pengembangan katalis dan teknologi pemrosesannya. Pengembangan yang telah dilakukan di antaranya *hydrotreating* minyak mentah untuk menghilangkan pengotor; katalis asam padat dengan memanfaatkan tanah liat untuk memproduksi biodiesel dan *biogasoline*, katalis untuk proses produksi hidrogen untuk *fuel cell*, serta katalis untuk perengkahan minyak berat.

Tanah lempung adalah mineral paling umum di permukaan bumi. Mineral ini tergantung pada sifat-sifat spesifiknya dapat digunakan sebagai adsorben, katalis (termasuk sebagai penyangga katalis), penukar ion, reagen penghilang warna dan lain - lain. Tanah lempung dapat dibedakan berdasarkan kandungan mineralnya menjadi smektit (monmorillonit), kaolinit, halosit, klorit dan illit (Tan, 1982). Monmorillonit adalah jenis yang paling banyak menarik perhatian diantara mineral lempung tersebut. Hal ini dikarenakan monmorillonit mempunyai kemampuan untuk mengembang (*swelling*), luas permukaan besar dan kemudahannya untuk diinterkalasi oleh substansi lain. Mineral ini juga mempunyai kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu untuk mengakomodasi kation lain dalam antarlapisnya

dalam jumlah yang besar (Wijaya, 2000). Monmorillonit memiliki keunggulan dibandingkan dengan zeolit, karena saat dipilar, monmorillonit memiliki distribusi ukuran pori yang lebih luas daripada zeolit. Sifat ini dapat mengurangi keterbatasan difusi molekul dan deaktivasi yang umumnya ditemui pada mikropori zeolit (Salermo, *et al.*, 2004).

Kerja katalitik dan sorpsi monmorillonit alam umumnya tidak begitu tinggi, untuk meningkatkan untuk kerjanya, maka biasanya monmorillonit tersebut dimodifikasi terlebih dahulu. Salah satu cara memodifikasi monmorillonit adalah dengan pilarisasi. Modifikasi dilakukan dengan menginterkalasikan suatu agen pemilar (*pillaring agent*) ke dalam antarlapis monmorillonit sehingga diperoleh senyawa monmorillonit terpilar (*pillared clay compound*) (Wijaya, *et al.*, 2002). Modifikasi monmorillonit dengan teknik pilarisasi menggunakan molekul anorganik telah dilaporkan pertama kali sekitar akhir tahun 1970-an (Brindley and Sempels, 1977). Banyak sekali polikation ukuran besar yang dapat digunakan sebagai pilar antarlapis pada monmorillonit, salah satunya polihidroksi ion logam. Polihidroksi ion logam yang umum digunakan adalah Al, Zr, Ti, Cr dan Fe (Haerudin and Rinaldi, 2002).

Permukaan lempung terpilar mengandung gugus asam yang dapat memberikan sifat keasaman katalis yaitu asam Bronsted dan asam Lewis. Sifat keasaman permukaan inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai katalis perengkahan. Lempung montmorilonit terpilar dapat ditingkatkan kinerjanya dengan cara menempelkan logam katalis pada lempung tersebut. Logam yang diembankan pada lempung dapat meningkatkan aktifitas katalitik secara

keseluruhan, karena logam lempung akan memiliki fungsi ganda yaitu disamping logam sebagai katalis, lempungnya sendiri bersifat sebagai katalis dan katalis semacam inilah yang biasanya disebut sebagai katalis bifungsional.

Sifat keasaman katalis dapat diketahui dari besarnya mol suatu basa yang diserap oleh montmorilonit. Basa yang biasa digunakan untuk menentukan sifat keasaman adalah NH_3 . Pengikatan NH_3 ini menunjukkan seberapa banyak situs-situs asam yang berbeda pada montmorilonit. (Trisunaryanti, 2001)

TiO_2 dipilih sebagai pilar antarlapis monmorillonit dalam penelitian ini karena selain memiliki energi celah pita (E_g) yang relatif tinggi dan relatif stabil serta murah. TiO_2 juga dapat secara luas digunakan untuk reaksi fotodegradasi banyak senyawa. Fotokatalis TiO_2 juga telah banyak diteliti untuk aplikasi dalam berbagai permasalahan kontaminasi air. Telah banyak dilaporkan bahwa fotokatalisis dengan menggunakan TiO_2 sangat mampu mematikan mikroorganisme, menghilangkan senyawa penyebab bau, dan degradasi polutan organik (Gunlazuardi and Andayani. 2002).

Penelitian ini membahas porositas katalis yang meliputi volume pori, luas permukaan spesifik, jari – jari pori dan sifat keasaman katalis merupakan salah satu parameter penting dalam katalis. Pada penelitian ini juga dibahas pengaruh variasi jumlah Co/Mo terhadap porositas katalis dengan menentukan luas permukaan spesifik, volume pori total, jari – jari pori rata – rata dan keasaman.

1.2. Perumusan Masalah

Lempung alam merupakan bahan pengemban yang sering digunakan untuk katalis karena lempung alam memiliki struktur kristal berpori, luas permukaan yang besar, harga yang murah dan keberadaannya yang cukup melimpah di Indonesia. Lempung montmorilonit alam yang digunakan tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga perlu dimodifikasi dengan teknik pilarisasi. Kinerja lempung juga harus ditingkatkan untuk mendapatkan katalis *hidrocracking* yang baik. Pemakaian TiO_2 sebagai agen pemilar lempung dan adanya penambahan Co/Mo dengan berbagai variasi akan mempengaruhi karakter katalis dan dimungkinkan dapat mengatasi masalah tersebut. Melalui penelitian ini, akan dipelajari bagaimana pengaruh montmorilonit terpillar TiO_2 dan perbandingan Co/Mo terhadap karakterisasi katalis yang meliputi luas permukaan, volume pori total dan jari – jari pori rata- rata serta keasaman katalis.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Tipe isoterm adsorpsi katalis Co/Mo Monmorillonit terpillar TiO_2 berdasarkan klasifikasi BDDT dan BET.
2. Menentukan pengaruh variasi jumlah Co/Mo terhadap luas permukaan spesifik volume pori total dan jari-jari pori rata-rata serta sifat keasaman katalis.
3. Menentukan faktor dominan yang menentukan keasaman katalis.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan katalis hidrocracking yang efektif dalam proses pembuatan bahan bakar namun tetap efisien.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, 1992, *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*, PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Brindley & Sempels, 1977, *Clay Miner.* 12.
- Castellan, 1982, *Physical Chemistry*, Edisi Ketiga, Addison Wesley Publishing Company.
- Fisli, 2004, *Pengaruh Variasi Jumlah Aluminium pada Bentonit Berpilar*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan, Serpong.
- Gandia, 2000, *Preparation and Characterization Manganese of Catalyst Supported on Lumina and Zirconia-Pillared Clays*, Appl.Catal. A : General, 196 : 281-292.
- Gill, 2000, *Pillared Layered Materials*, Dalam : Salerno, P., 2003, *Al-Pillared Montmorillonite Based Mo Catalyst : Effect of the Impregnation Conditions*, Appl. Clay Science, 23.
- Gunlazuardi & Andayani, 2002, *Evaluasi Deklorinasi dan Pemecahan Cincin Aromatis Selama Degradasi Pentaklorofenol Secara Fotokatalisis Pada Permukaan Lapisan Tipis Titanium Dioksida*, Prosiding Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia/28-29 Mei 2002, UPI, Bandung.
- Haerudin & Rinaldi, 2002, *Karakterisasi Bentonit Termodifikasi dengan Polikation Aluminium*, Jurnal Kimia Indonesia, 2 (3).
- Hegedus, 1987, *Catalyst Design Progress and Perspective*, John Willey & Sons Inc., New York.
- Lowell and Shield, 1984, *Powder Surface Area and Porosity*, Edisi II, Chapman and Hall, 2nd., New York.
- Maes, 1996, *Characterization and Modification of the Porosity of Pillared Clays*, PhD Dissertation, University of Antwerp, Antwerp.
- Millan, 2005, *Pillared Clays as Catalyst for Hydrocracking of Heavy Liquid Fuels*, Dept. of Chem Engineering and Chem Technology Imperial Colledge, The University of Birmingham, London.
- Paul, 1977, *Optical Mineralogy*, Mc.Graw Hill, Inc, New York.
- Salerno and agudo, 2004, *Appl. Catal A: General*, 17.

Sterte, 1986, *Synthesis and Properties of Titanium Oxide Cross-Linked Monmorillonite*, Departemenr of Engineering Chemistry University of Technology, Sweden.

Sukardjo, 1997, *Kimia Fisika*, PT.Bina Aksara, Jakarta.

Tan, 1982, *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Trisunaryanti, 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.

Wijaya, 2000, *Lempung Terpillar (Pillared Clay) sebagai Material Multiguna*, Jurnal Ilmu Kimia, FMIPA UJII, Yogyakarta, 1, No 2.

Wijaya, Tahir, Mudasir & Robert., 2003, *Kajian Stabilitas Termal Montmorillonit Terpillar Al_2O_3* , Makalah Ilmiah MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 13(1).

Wijaya, Tahir & Baikuni, 2002, *Sintesis Lempung Terpillar Cr_2O_3 dan Pemanfaatannya sebagai Inang Senyawa p-nitroanilin*, Indonesia Journal of Chemistry, UGM-Yogyakarta, Vol 2, No. 1.

Yang, 1999, *Structural Aspects of Metal Oxide Pillared Sheet Silicates*, J. Chem. Soc. Faraday Trans.

Zussman, 1992, *An Introduction to the Rock Forming Minerals*, Second Edition, Longman Scientific and Technical, Hongkong.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Titanium>). Diakses pada 7 November 2009.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Perak>). Diakses pada 7 November 2009.

(<http://www.quantachrome.com/NOVAseries/NOVA1000>). Diakses pada 5 Januari

2010.