

**PENGARUH KONSENTRASI ZrO_2 TERHADAP POROSITAS KATALIS
MONMORILLONIT TERPILAR ZrO_2**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di Jurusan Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh:

RIDHO SUGAMA

08061003003



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

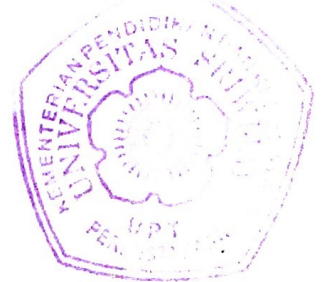
2012

R 22010
2247A

S
547.707
Rid
P
U/1 — 7120918
2012

U/1

**PENGARUH KONSENTRASI ZrO_2 TERHADAP POROSITAS KATALIS
MONMORILLONIT TERPILAR ZrO_2**



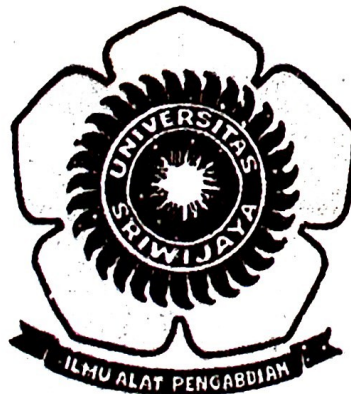
SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di Jurusan Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh:

RIDHO SUGAMA

08061003003



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi ZrO_2 Terhadap Porositas Katalis
Monmorillonit Terpilar ZrO_2

Nama Mahasiswa : Ridho Sugama

NIM : 08061003003

Jurusan : Kimia

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 11 Mei 2012

Indralaya, Mei 2012

Pembimbing:

1. Hasanudin, S.si. M.Si

()

2. Addy Rachmat, S.Si. M.Si

()

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh konsentrasi ZrO_2 terhadap porositas katalis monmorillonit terpillar ZrO_2
Nama Mahasiswa : Ridho Sugama
Nim : 08061003003
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Mei 2012. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujiau skripsi.

Indralaya, Mei 2012

Ketua :

1. Hasanudin, M.Si

(.....)

Anggota :

2. Addy Rachmat, M.Si

(.....)

3. Widia Purwaningrum, M.Si

(.....)

4. Fahma Riyanti, M.Si

(.....)

5. Dr. Ferlina Hayati, M.Si

(.....)

Indralaya, Mei 2012
Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si
Nip. 196006251989031006



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Ridho Sugama
NIM : 08061003003
Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia

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

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, Mei 2012
Penulis,

Ridho Sugama
08061003003

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama mahasiswa : Ridho Sugama
NIM : 08061003003
Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “ hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pengaruh konsentrasi ZrO_2 terhadap porositas katalis monmorillonit terpillar ZrO_2 ”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Mei 2012
Yang menyatakan,

Ridho Sugama
08061003003

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

- ❖ *Orang baik itu bukanlah orang yang tidak pernah salah, namun orang yang baik adalah orang yang apabila melakukan kesalahan, dia segera bertaubat, dan tidak akan mengulangi kesalahan yang sama serta menjadikan kesalahan tersebut sebagai pelajaran untuk masa yang akan datang.*
- ❖ *Jadilah orang yang bermanfaat bagi orang lain.*

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- ❖ *Kepada mama tercinta, adikku ami serta keluargaku. Skripsi ini kupersembahkan sebagai hadiah untukmu semua*
- ❖ *Sahabat-sahabat terbaikku yang selalu setia dalam setiap langkah hidupku.*
- ❖ *Regenarasiku nantinya*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan kasih sayangNya yang selalu dilimpahkan kepada Penulis sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam selalu tercurah untuk suritauladan kita nabi Muhammad SAW yang telah berkorban, mendidik, dan membimbing umat ini sehingga cahaya Islam sampai kepada kita.

Dengan segenap kerendahan hati Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang setulusnya kepada Bapak **Hasanudin, S.Si, M.Si** selaku pembimbing utama dan Bapak **Addy Rachmat, S.Si, M.Si** selaku pembimbing pembantu dan Ibu **Dra. Setiawati Yusuf, M.S** selaku pembimbing akademik atas semua bantuan, bimbingan dan nasehat selama pelaksanaan tugas akhir dan penyelesaian skripsi hingga selesai.

Penulis juga ingin menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah ikut berperan dalam memberikan dukungan serta kemudahan terutama kepada :

1. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si, ibu Dr. Ferlina Hayati, M.Si dan ibu Fahma Riyanti, M.Si yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis demi selesainya penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Suheryanto selaku ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Seluruh Staf Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI atas semua bantuan dan ilmu yang bermanfaat.

4. Kepada mamaku tercinta, terimakasih atas segala kasih sayang, do'a dan nasehatnya, beserta papaku yang semenjak dulu selalu aku hargai dan ku banggakan. Hanya Allah SWT yang mampu membalas semua cinta & kasih sayang yang telah mereka berikan.
5. Special thanks to my sister Restu Umami, Meidia Sari, Eliza Titin, dan Elga Sari, terimakasih atas semangat dan motivasi yang telah kalian berikan.
6. Sahabat terbaikku Opung Fitra, Abang Deni, Vellan Pratiwi, Hardi Ajeb, Rizalkoholic, Mang Diki, Madhon, Kak Catur, Aan PD, Arip Sastrawan, Astuti, Endru, Jupe, dan semua angkatan kimia yang tak bisa kusebut satu persatu yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis memohon maaf dan menghargai segala kritik dan saran yang bersifat membangun dengan harapan agar lebih baik untuk masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan pahala yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, nasehat, bimbingan dan do'a kepada Penulis. Semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aaamiin.

Indralaya, Mei 2012

Penulis,

INFLUENCE THE CONCENTRATION OF ZrO_2 TO THE POROSITY OF PILARRED MONTMORILLONITE CATALYST ZrO_2

By:

Ridho Sugama

08061003003

ABSTRACT

Research on the effect of ZrO_2 concentration on porosity of ZrO_2 Montmorillonit catalyst has been done. Natural montmorillonite was modified using ZrO_2 with concentrations are 0.025, 0.05, 0.075, 0.1 and 0.125 M. The catalysts was characterized using XRD (X-ray diffraction) method to determine 2θ shift and adsorption isotherm analysis using 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 desorption that formed (BET classification) is type B for slit-shaped pores or the space between parallel plates. Pilarization increased specific surface area of 25.0234 m^2/g to 113.484 m^2/g and total pore volume increased from 0.0437 cc / g to 0.1715 cc / g. While the pore radius average is not significantly increased, rising from 34.927 Å to 39.08 Å in the catalyst MZ 0.025 M. BJH (distribution of Pore) catalyst is a mesopores with pore radius 15-17Å.

PENGARUH KONSENTRASI ZrO_2 TERHADAP POROSITAS KATALIS MONMORILLONIT TERPILAR ZrO_2

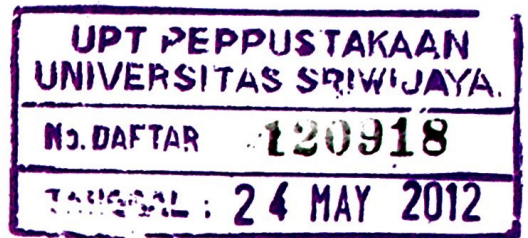
Oleh:

Ridho Sugama

08061003003

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh konsentrasi ZrO_2 terhadap porositas katalis monmorillonit terpilare ZrO_2 telah dilakukan. Montmorillonit alam dimodifikasi dengan menggunakan agen pemilar ZrO_2 dengan memvariasikan konsentrasi ZrO_2 yaitu 0,025, 0,05, 0,075, 0,1 dan 0,125M. Karakterisasi katalis meliputi pergeseran 2θ pada XRD (X-ray diffraksi) dan analisis isoterm adsorpsi dengan menggunakan Gas Sorption Analyzer (NOVA-1000). Tipe isoterm adsorpsi (klasifikasi BDDT) yang terbentuk adalah tipe II untuk katalis mesopori dan tipe isoterm desorpsi (klasifikasi BET) yang terbentuk adalah tipe B untuk pori berbentuk celah atau pori antarlapis yang paralel. Pemiliran dengan ZrO_2 meningkatkan luas permukaan spesifik dari 25,0234 m^2/g menjadi 113,484 m^2/g dan meningkatkan volume pori total dari 0,0437 cc/g menjadi 0,1715 cc/g. Sedangkan jari-jari pori rata-rata tidak mengalami peningkatan yang signifikan, dari 34,927 Å menjadi 39,08 Å untuk katalis MZ 0,025M. BJH (distribusi Pori) pada katalis termasuk ke dalam jenis mesopori dengan jari-jari pori berkisar antara 15-17Å.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lempung Alam.....	5
2.1.1 Monmorillonit	5

2.1.2 Lempung Terpillar.....	7
2.2 Porositas dan Luas Permukaan.....	10
2.3 Logam Zirkonium	10
2.4 Analisa Sampel.....	11
2.4.1 X-ray Diffraction (XRD).....	11
2.4.2 Gas Sorption Analyzer (NOVA-1000).....	14
2.5 Isoterm Adsorpsi	15
2.5.1 Adsorpsi Fisika.....	15
2.5.2 Adsorpsi Kimia	17
2.5.3 Isoterm Brunaur, Emmet dan Teller BET	18
2.6 Tipe Histeresis de Boer	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat-Alat.....	22
3.2.2 Bahan-Bahan	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Pembuatan Lempung Monmorillonit Terpillar ZrO_2	22
3.3.2 Karakterisasi Porositas Katalis Menggunakan NOVA 1000	23
3.3.3 Karakterisasi Difraksi Sinar X	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Analisis XRD.....	25
4.2 Isoterm Adsorpsi-desorpsi.....	27

4.2.1 Isoterm Adsorpsi-desorpsi Montmorillonit Alam, Montmorillonit Terpapar ZrO_2	27
4.3 Pengaruh Variasi Jumlah ZrO_2 Terhadap Luas Permukaan Spesifik Total Volume Pori dan Jari-Jari Pori Rata- Rata	29
4.3.1 Luas permukaan Spesifik	29
4.3.2 Total Volume Pori	30
4.3.1 Jari-Jari Pori Rata-Rata	31
4.4 Distribusi Pori BJH (Barret, Joiner, Halenda).....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Montmorilonit	7
Gambar 2. Pemanasan Dapat Menyebabkan Keruntuhan Reversibel Lempung Tidak Terpilar	9
Gambar 3. Difraksi Sinar X Pada Bidang Kristalin	12
Gambar 4. Grafik Isoterm Adsorpsi Berdasarkan Klasifikasi BDDT	16
Gambar 5. Lima Tipe Histeresis de Boer	21
Gambar 6. Difraktogram XRD	25
Gambar 7. Grafik Isoterm MA-MZ	27
Gambar 8. Luas Permukaan Spesifik Ma-MZ	29
Gambar 9. Total Volume Pori Ma-MZ	30
Gambar 10. Jari-Jari Pori Rata-Rata MA-MZ	31
Gambar 11. Distribusi Ukuran Pori MA-MZ	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Isoterm Montmorillonit Alam.....	38
Lampiran 2. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata - rata, distribusi pori BJH Montmorillonit alam	39
Lampiran 3. Isoterm Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,025M.....	40
Lampiran 4. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata – rata, distribusi pori BJH Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,025M.....	41
Lampiran 5. Isoterm Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,05M.....	42
Lampiran 6. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata – rata, distribusi pori BJH Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,05M.....	43
Lampiran 7. Isoterm Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,075M.....	44
Lampiran 8. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata – rata, distribusi pori BJH Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,075M.....	45
Lampiran 9. Isoterm Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,1M.....	46
Lampiran 10. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata – rata, distribusi pori BJH Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,1M.....	47
Lampiran 11. Isoterm Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,125M.....	48
Lampiran 12. Multi BET (adsorpsi), total volume pori, jari - jari pori rata – rata, distribusi pori BJH Montmorillonit terpillar ZrO_2 0,125M.....	49
Lampiran 13. Perhitungan Luas Permukaan Spesifik	50
Lampiran 14. Perhitungan Total Volume Pori	51

Lampiran 15. Perhitungan Total Volume Pori	52
Lampiran 16. Perhitungan Jari-Jari Pori Rata-Rata	53
Lampiran 17. Perhitungan Jari-Jari Pori Rata-Rata	54
Lampiran 18. Preparasi Sampel.....	55
Lampiran 19. Gambar alat X-RD (X- Ray diffraksi) dan Gambar alat <i>Gas Sorption Analyzer (NOVA-1000)</i>	56

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

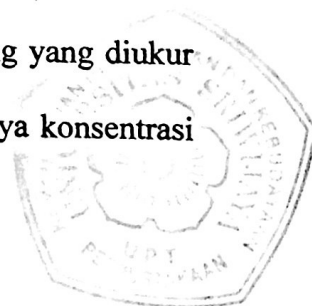
Monmorillonit merupakan salah satu dari beberapa mineral lempung yang sangat menarik perhatian. Hal ini dikarenakan montmorillonit mempunyai kemampuan untuk mengembang (*swelling*), luas permukaan besar dan kemudahannya untuk diinterkalasi oleh substansi lain. Mineral ini juga mempunyai kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu untuk mengakomodasi kation lain dalam antarlapisnya dalam jumlah yang besar (Wijaya K, 2000). Monmorillonit memiliki keunggulan dibandingkan dengan zeolit, karena saat dipilar, monmorillonit memiliki distribusi ukuran pori yang lebih luas daripada zeolit (Salermo, *et al.*, 2004).

Unjuk kerja katalitik dan sorpsi lempung alam umumnya tidak begitu tinggi. Untuk meningkatkan unjuk kerjanya, maka biasanya lempung tersebut sebelum digunakan dimodifikasi terlebih dahulu. Salah satu cara memodifikasi lempung adalah dengan pilarisasi, yaitu menginterkalasikan suatu agen pemilar (*pillaring agent*) ke dalam antarlapis silikat lempung sehingga diperoleh senyawa lempung terpilar (*pillared clay compound*). Pemilaran akan meningkatkan sifat-sifat fisika-kimia yang meliputi *basal spacing*, luas permukaan spesifik dan porositas menjadi lebih tinggi. Sifat-sifat fisika-kimia tersebut merupakan syarat mutlak dalam peranannya sebagai adsorben, serta sebagai penyediaan bahan berpori dengan luas permukaan yang relatif cukup tinggi (Leonard, 1995)

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).

Ada beberapa pilar yang digunakan untuk meningkatkan ruang basal antar lembaran 18 – 20 Å dan meningkatkan kestabilan termal diantaranya dengan pemiliran TiO_2 . ZrO_2 dapat juga dipilih sebagai bahan pemilar karena memiliki ukuran molekul yang cukup besar dibandingkan dengan TiO_2 serta pilar ZrO_2 lebih stabil pada temperatur tinggi dibandingkan dengan pilar TiO_2 . Monmorillonit terpilar sebagai pendukung katalis didasari pada penelitian yang sudah dilaksanakan memiliki kemampuan yang cukup baik sebagai katalis dan suport katalis cracking (Hasanudin, 2008).

Penelitian ini membahas bagaimana porositas monmorillonit yang dihasilkan dengan mendispersikan logam ZrO_2 ke dalam antar lapis dan rongga monmorillonit, dilanjutkan dengan mengukur hasil sampel tersebut dengan menggunakan XRD dan NOVA-1000. Montmorillonit yang dipilar menggunakan ZrO_2 dengan variasi konsentrasi : 0,025, 0,050, 0,075, 0,1 dan 0,125M. Variasi dilakukan untuk menentukan porositas maksimal dari lempung yang dipilar dengan ZrO_2 . Porositas katalis yang meliputi volume pori, luas permukaan spesifik dan jari – jari pori merupakan salah satu parameter penting yang diukur dalam penelitian kali ini. Diharapkan dengan semakin meningkatnya konsentrasi



ZrO₂, maka volume, luas permukaan, serta jari-jari pori monmorillonit terpillar ZrO₂ juga akan semakin besar pula.

1.2. Rumusan Masalah

Lempung alam merupakan salah satu dari beberapa mineral lempung yang sangat menarik perhatian. Lempung alam memiliki struktur kristal berpori, memiliki luas permukaan yang besar dan harganya murah serta keberadaannya yang cukup melimpah di Indonesia. Lempung montmorillonit alam yang digunakan untuk proses hidrocreaking tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga perlu dimodifikasi dengan teknik pilarisasi. Melalui penelitian ini, akan dipelajari bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ZrO₂ terhadap luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata terhadap tanah lempung montmorillonit yang telah dipilarisasi dengan ZrO₂.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Modifikasi lempung alam monmorillonit dengan teknik pilarisasi dengan agen pemilar ZrO₂ yang diidentifikasi menggunakan XRD.
2. Menentukan tipe isoterm adsorpsi-desorpsi katalis yang dihasilkan.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ZrO₂ 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, dan 0,125M terhadap luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata lempung montmorillonit yang telah dipilarisasi.
4. Menentukan ukuran pori katalis menggunakan metode BJH (*Barret, Joiner, Halenda*)

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik katalis, dan modifikasi luas permukaan spesifik, volume pori total dan jari-jari pori rata-rata montmorillonit alam dengan pilarisasi ZrO_2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1999, *Aplikasi X-Ray Diffraction dan Scanning Electron Mikroskopie untuk Analisa Bahan*, Fisika Terapan, LIPI Puslitbang, Bandung.
- Brindley, G.W & Sempels, R.E., 1977, *Clay Miner.* 12.
- Castellan W, Gilbert, 1982, *Physical Chemistry*, Edisi Ketiga, Addison Wesley Publishing Company.
- Fisli, A., 2004, Pengaruh Variasi Jumlah Aluminium pada Bentonit Berpilar, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, Serpong.
- Gandia, L.M., et al., 2000, *Preparation and Characterization Manganese of Catalyst Supported on Lumina and Zirconia-Pillared Clays*, Appl.Catal. A : General.
- Gill, 2000, Pillared Layered Materials, Dalam : Salerno, P., 2003, *Al-Pillared Montmorillonite Based Mo Catalyst : Effect of the Impregnation Conditions*, Appl. Clay Science, 23.
- Gregg, S.J. and Sing, K.S.W. 1982. *Adsorption Surface Area and Porosity*. 2nd Edition. Academic Press, New York.
- Haerudin, H & Rinaldi, N., 2002, Karakterisasi Bentonit Termodifikasi dengan Polikation Aluminium, *Jurnal Kimia Indonesia*, 2 (3).
- Halliday David & Robert Resnick, 1978, Fisika, Penerjemah: Pantur Silaban & Erwin Sucipto, Edisi Ketiga, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Hasanudin, Wijaya K., Rachmat A., and Wega T., 2008, Viskositas Produk Hidrocracking Crude Oil Batubara dengan Katalis Ni/Mo-Monmorilonit terpillar TiO₂, *Jurnal Penelitian Sain*, Vol. 11, No. 2.
- Hegedus, L.L., 1987, *Catalyst Design Progress and Persfective*, John Willey & Sons Inc., New York.
- I.chorkendroff, J.W.2003. *Niemantsverdiet. Concepts of Modern Catalysis and Kinetics*. Wliely-VCH GmbH&Co. New York. Hal 143 -147
- Jin, C., Li, G., Wang, X., Wang, Y., Zhao, L., Sun, D. (2008), "A Titanium Containing Micro/Mesoporous Composite and its Catalytic Performance in Oxidative Desulfurization", *Microporous and Mesoporous Materials*, Vol. 111, hal. 236- 242.

- Lestari S., 2002, "Preparasi Lempung Terpillar Sebagai Katalis", Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Skripsi Hal. 1-10.
- Leonard, V.I., 1995, *Material Chemistry an Emering Discipline*, ACS, Washington.
- Lowell, S & Shields, J.E., 1984, *Powder Surface Area and Porosity*, Edisi II, Chapman and Hall, 2nd., New York.
- Maes, N., 1996, *Characterization and Modification of the Porosity of Pillared Clays*, PhD Dissertation, University of Antwerp, Antwerp.
- Millan, M., 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.
- Park, S.H., 1997, *The Computational Study of Model Pollutants in Clays Montmorillonite*, Dissertation, The Faculty of the Graduate School in Candidacy of Doctor of Philosophy, Department of Chemistr, Loyola University Chicago, Chicago.
- Paul F., Kerr, 1977, *Optical Mineralogy*, Mc.Graw Hill, Inc, New York.
- Salermo, P., Mendioroz, S., and agudo, A.L., 2004, *Appl. Catal A: General*, 17.
- Sterte, J., 1986, *Synthesis and Properties of Titanium Oxide Cross-Linked Monmorillonite*, Departemenr of Engineering Chemistry University of Technology, Sweden.
- Tan K.H., 1982, *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tomlinson, Anthony A.G., 1998, *Characterization of Pillared Layered Structures*, *Journal of Porous Materials*, Kluwer Academic Publisher, Netherland, 5.
- Wijaya, K., 2000, Lempung Terpillar (Pillared Clay) sebagai Material Multiguna, *Jurnal Ilmu Kimia*, 1, No 2.
- Yang, R.T., 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.