

549.68  
SRI  
d er

PENELITIAN DOSEN MUDA



LAPORAN KEGIATAN

**DEALUMINASI ZEOLIT ALAM DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI BAHAN PENGURANG SENYAWA AROMATIK  
PADA FRAKSI MINYAK BUMI**

Oleh:

Sriatun, S.Si, M.Si  
Adi Darmawan, S.Si, M.Si

---

Dibiayai oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi  
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai dengan  
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen Muda, Studi Kajian Wanita dan Sosial  
Keagamaan Nomor: 103/P4T/DPPM/DM, SKW, SOSAG/III/2004 Tanggal 25 Maret 2004

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG  
NOVEMBER, 2004**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA DAN KAJIAN WANITA**

---

1. a. Judul Penelitian : DEALUMINASI ZEOLIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI BAHAN PENGURANG SENYAWA AROMATIK PADA FRAKSI MINYAK BUMI  
b. Kategori Penelitian : I (Pengembangan IPTEKS)
2. Ketua Peneliti  
a. Nama Lengkap & Gelar : Sriatun, S.Si, M.Si  
b. Jenis Kelamin : Perempuan  
c. Pangkat/Gol/NIP : Penata Muda Tk. 1/III-b/132.161.206  
d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
f. Universitas : Universitas Diponegoro, Semarang  
g. Bidang Ilmu yang diteliti : Material Anorganik dan aplikasi
3. Jumlah Anggota Peneliti : 1 (satu) orang
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Kimia Anorganik, Jurusan Kimia FMIPA UNDIP Semarang
5. Bila penelitian ini merupakan peningkatan kerjasama kelembagaan sebutkan:  
a. Nama Instansi : -  
b. Alamat : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan
7. Biaya yang diperlukan : Rp.6.000.000; (enam juta rupiah)



Setia Budi, M.S

NIP. 130 877 409

Semarang, 3 November 2004

Ketua Penelitian,

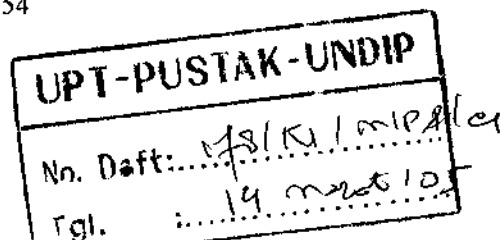
Sriatun, S.Si, M.Si  
NIP. 132 161 206



Menyetujui  
Ketua LEMLIT UNDIP

Prof. Dr. Iq. Riwanto, Sp.Bd  
NIP. 130 529 454

ii



# DEALUMINASI ZEOLIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI BAHAN PENGURANG SENYAWA AROMATIK PADA FRAKSI MINYAK BUMI

Oleh Sriatun<sup>1</sup>, Adi Darmawan<sup>2</sup>  
2004, 41 halaman

## RINGKASAN

Sampai saat ini zeolit tetap menjadi primadona sebagai bahan penapis molekuler atau adsorben. Hal ini dikarenakan zeolit mempunyai kelebihan yaitu dapat berinteraksi baik secara fisika maupun kimia. Interaksi fisika dapat terjadi karena adanya struktur, bentuk, ukuran rongga dan pori yang spesifik (Hamdan, 1992). Interaksi kimia dapat terjadi pada permukaan yang mengandung asam bronsted maupun asam lewis. Umumnya zeolit alam perlu diberi perlakuan tertentu bila akan digunakan sebagai adsorben, karena rasio Si/Al relatif rendah dan mengandung unsur-unsur pengotor yang harus diminimalkan pengaruhnya. Oleh karena itu untuk menaikkan rasio Si/Al dan menghilangkan pengotor perlu dilakukan dealuminasi dengan cara pengasaman.

Metode kerja meliputi (1) penyiapan sampel baik untuk zeolit alam maupun sampel minyak bumi (2) dealuminasi zeolit alam (3) karakterisasi zeolit sebelum dan sesudah dealuminasi menggunakan IR, XRD dan AAS (4) uji kemampuan adsorpsi (5) pengolahan data.

Dari hasil analisis terhadap data difraktogram XRD maupun spektra inframerah menunjukkan bahwa zeolit alam yang digunakan termasuk jenis mordenit jadi strukturnya tidak mengandung cincin-4 ganda atau cincin-6 ganda. Selanjutnya pada dealuminasi menggunakan  $H_2SO_4$  dan  $KMnO_4$  mampu menaikkan rasio Si/Al dari 2,852 menjadi 11-12. Dengan menggunakan HCl rasio Si/Al naik menjadi 9,945. Dari uji kemampuan adsorpsinya terhadap hidrokarbon aromatik yang terdapat dalam minyak bumi fraksi 200 – 300°C diperoleh bahwa zeolit alam setelah proses dealuminasi mampu mengadsorp hidrokarbon aromatik lebih banyak meskipun tidak signifikan terbukti terjadi kenaikan titik anilin pada minyak yang sudah diadsorp. Dari semua minyak yang diadsorp oleh zeolit A1, A2, A3 maupun A4, hampir semua minyak yang sudah diadsorp oleh zeolit A3 dan A4 mempunyai warna lebih jernih dan muda.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rasio Si/Al zeolit alam dapat dinaikkan melalui dealuminasi dengan pengasaman dan penambahan oksidator  $KMnO_4$ . Zeolit mampu menyerap hidrokarbon aromatik pada fraksi minyak bumi karena interaksi fisika.

---

1) dan 2) Jurusan Kimia FMIPA UNDIP

Kontrak : No. 103/P4T/DPPM/DM, SKW, SOSAG/III/2004 tanggal 25 Maret 2004

# THE DEALUMINATION OF NATURAL ZEOLITE AND THEIR APPLICATION AS ADSORBENT OF AROMATIC COMPOUND THAT FOUNDED IN CRUDE OIL FRACTION

by Sriatun<sup>1</sup>, Adi Darmawan<sup>2</sup>  
Jurusan Kimia, FMIPA UNDIP Semarang  
2004

## SUMMARY

Until now, the zeolite quite to be superior as a molecular sieves material or adsorbent. Especially, the reasons of this case are the zeolite have could physical dan chemical interacted. Physical interaction were consequence from unique structure and shape, spesific cavity and pore present (Hamndan, 1992). Chemical interaction were hapeuned on the surface that contains bronsted and lewis acid. Generally, natural zeolite should be certain treatment if that would used as an adsorbent, because usually zeolite had low of Si/Al ratio and it contains some impurities that should minimize that influence. Therefore, natural zeolite should be dealumination via acid adding to increasing Si/Al ratio dan cleaned them from impurities.

Procedure of this research were (1) preparation of sample, both preparation for natural zeolite and crude oil (2) dealumination of natural zeolite (3) characterization of zeolite before dan after dealumination process using IR, XRD and AAS instruments (4) adsorption test, (5) data interpretation.

From the result of analysis to XRD diffractogram data or infrared spectogram data showed that the natural zeolite that using in this research were mordenite, so their structure haven't double 4-ring and double 6-ring. Next, Si/Al ratio of zeolite increasing from 2,852 to be 11-12 after dealumination by H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and KMnO<sub>4</sub>. Meanwhile, Si/Al ratio of zeolite increasing to 9,945 after dealumination by HCl. From adsorption test of zeolite to aromatic hydrocarbon that founded in fraction 200 -300°C of crude oil showed that the zeolite after dealumination process could more adsorpted the aromatic hydrocarbon but not significan. It was look on the increasing of their aniline point. The color of oil after adsorpted by zeolite A3 and A4 were more clearness.

From this research could concluded that the Si/Al rati of natural zeolite could increased via dealumination by acid and oxidator adding. The zeolite could decreasing aromatic hydrocarbon that founded in crude oil fraction by physical interaction.

---

1) dan 2) Jurusan Kimia FMIPA UNDIP

Kontrak : No. 103/P4T/DPPM/DM, SKW, SOSAG/III/2004 tanggal 25 Maret 2004

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan hidayah dan petunjuk, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **Dealuminasi zeolit alam dan aplikasinya sebagai bahan pengurang senyawa aromatik pada fraksi minyak bumi** ini dengan baik.

Pada kesempatan ini, peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Pemberi dana penelitian dalam hal ini Dirjen Dikti
2. Lembaga Penelitian Undip yang memberikan kesempatan kepada Peneliti untuk melaksanakan penelitian ini.
3. Dekan Fakultas MIPA, Ketua Jurusan Kimia dan Kepala laboratorium kimia anorganik yang telah memberikan fasilitas untuk terlaksananya penelitian ini.
4. Semua pihak yang telah membantu dari awal sampai terselesaikannya penelitian ini yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa apa yang peneliti sampaikan masih jauh dari sempurna, untuk itu peneliti berharap ada pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini. Besar harapan kami semoga informasi dari penelitian ini dapat berguna bagi para pembaca.

Semarang, November 2004

Peneliti

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN .....	iii
SUMMARY .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
Daftar Tabel .....	viii
Daftar gambar .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Struktur Zeolit .....	4
2.2 Minyak bumi .....	8
2.3 Adsorpsi .....	10
2.4 Interaksi adsorben dan adsorbat .....	12
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tujuan Penelitian .....	14
3.2 Manfaat Penelitian .....	14
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
4.1 Bahan dan Alat .....	15
4.2 Variabel penelitian .....	15
4.3 Cara Kerja .....	16
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
5.1 Karakter zeolit alam .....	20
5.1.1 Interpretasi difraktogram XRD zeolit alam.....	20
5.1.2 Interpretasi spektra inframerah zeolit alam.....	23

5.2 Dealuminasi zeolit alam .....	26
5.2.1 Analisis rasio Si/Al zeolit alam hasil dealuminasi .....	26
5.2.2 Interpretasi spektra inframerah terhadap zeolit alam hasil dealuminasi .....	28
5.2.3 Interpretasi difraktogram XRD zeolit alam hasil dealuminasi ..	30
5.3 Uji kemampuan adsorpsi zeolit hasil dealuminasi terhadap senyawa aromatik .....	32
5.3.1 Analisis titik anilin .....	32
5.3.2 Analisis spektra kromatografi gas (GC) .....	34
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
6.1 Kesimpulan .....	39
6.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

		<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Klasifikasi zeolit .....	6
Tabel 2.2	Pengaruh Rasio Si/Al terhadap sifat-sifat zeolit.....	7
Tabel 5.1	Data XRD dari zeolit jenis mordenit menurut Berck, JCPDS dan zeolit yang digunakan .....	21
Tabel 5.2	Daerah vibrasi zeolit alam yang digunakan .....	24
Tabel 5.3	Hasil Pengukuran kandungan SiO <sub>2</sub> dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	27
Tabel 5.4	Hasil pengukuran titik anilin terhadap minyak setelah Diadsorpsi oleh zeolit sebelum dan sesudah proses dealuminasi	33



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tidak dipungkiri lagi di era industrialisasi bahan bakar minyak merupakan kebutuhan terpenting. Pada dasawarsa tahun terakhir tercatat bahwa peningkatan konsumsi bahan bakar minyak sekitar 6,4% (Sanusi dalam Bijang, 2001) baik sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor, pesawat, perindustrian bahkan untuk kebutuhan rumah tangga. Sebagai bahan bakar, sifat pembakaran masing-masing fraksi minyak bumi sangat dipengaruhi oleh komponen atau senyawa yang terkandung didalamnya. Diketahui bahwa adanya senyawa hidrokarbon aromatik dapat memberikan asap yang berlebihan pada pembakaran. Tentu saja hal ini kurang menguntungkan karena menimbulkan polusi udara (Jasjfie dalam Wahyujadmiko, 1995).

Telah diketahui bahwa silika gel merupakan adsorben yang sering digunakan untuk menyerap senyawa atau komponen yang tidak diinginkan. Namun karena keterbatasan luas permukaan dan kurang homogen menyebabkan silika gel mempunyai keterbatasan sebagai penyerap senyawa-senyawa aromatik yang biasanya mempunyai bentuk tertentu. Dalam penelitian yang telah dilakukan Wahyujadmiko (1995), silika gel dapat menyerap senyawa aromatik pada fraksi minyak bumi hanya saja tidak menunjukkan adanya selektivitas dalam penyerapannya. Disamping itu harga bahan ini relatif mahal dan masih mengimport dari luar negeri, dapat diperkirakan berapa dana yang diperlukan untuk membeli bahan ini. Untuk itu perlu dicari alternatif lain yaitu adsorben yang lebih murah, mudah diperoleh dan mempunyai selektivitas tinggi.

Zeolit merupakan mineral alam yang jumlahnya berlimpah di Indonesia. Menurut Sukandarrumidi (1999) deposit zeolit alam tersebar di beberapa wilayah seperti Jawa Barat

antara lain di daerah Bayah Kabupaten Lebak, daerah Geger bitung, Cisarua, Cikembar dan Limusnunggal Kabupaten Sukabumi, Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya. Di Jawa Tengah zeolit alam terdapat di daerah Wadaslintang Wonosobo, Nanggulan Kulon Progo, Bayat Klaten dan Gunung Kidul. Di Jawa Timur zeolit alam ditemukan di daerah Slahung Ponorogo, Kalitengah Blitar, Tambakrejo Malang dan Wonosidi Pacitan. Selain di Jawa bahan alam ini juga dapat ditemukan di Nusa Tenggara Timur. Melimpahnya deposit zeolit alam memberikan kemudahan untuk mengeksplorasinya.

Seperti silika gel, zeolit juga merupakan senyawa alumino silikat. Zeolit mempunyai rongga yang berhubungan dengan lainnya membentuk saluran-saluran (*channel*) ke segala arah dengan ukuran saluran tergantung padangaris tengah logam M. Di dalam saluran tersebut dapat terisi air yang disebut air kristal yang dapat lepas dengan adanya pemanasan. Struktur tiga dimensi yang unik ini menawarkan rentang difusivitas yang luas yang merupakan bagian bentuk selektivitas material karena hanya mampu mengadsorbsi molekul-molekul yang berbentuk dan berukuran sama (Augustine, 1996), bahkan zeolit dapat dimanfaatkan untuk memperoleh normal parafin dari berbagai timbungan umpan hidrokarbon (Sukandarrumidi, 1999). Kation yang terdapat di luar kerangka zeolit dapat dipertukarkan melalui proses pertukaran kation. Hal ini pula yang dapat mengubah ukuran rongga pada zeolit sehingga dapat diatur sesuai kebutuhan. Selain itu, zeolit terdiri dari tetrahedral-tetrahedral  $\text{SiO}_4^-$  dan  $\text{AlO}_4^-$  yang rasio Si/Al nya dapat di atur sedekimian rupa sehingga situs asam pada zeolit lebih merata dibanding silika gel. Dengan mengkaji sifat-sifat ini dapat dikatakan bahwa zeolit lebih unggul dibanding silika gel, sehingga dimungkinkan zeolit alam dapat menggantikan peranan silika gel sebagai penyerap senyawa hidrokarbon aromatik. Penelitian dan pemanfaatan zeolit telah lama dilakukan oleh industri di negara maju. Sejauh ini penelitian tentang zeolit lebih terarah pada fungsinya sebagai katalis hidrengkah minyak bumi (Sriatun, 2001, Bijang, 2001,

Budhyantoro, 2001), hidrrokumene (Fatimah, 2001) dan sebagai adsorben logam-logam berat seperti Cd dan Fe (Sriyanti, 2000).

Dalam rangka menggantikan silika gel dan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah untuk mendapatkan bahan penyerap yang murah dan mempunyai selektivitas tinggi maka dilakukan penelitian yang berjudul DEALUMINASI ZEOLIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI BAHAN PENGURANG SENYAWA AROMATIK PADA FRAKSI MINYAK BUMI. Dalam penelitian ini diupayakan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit alam terhadap senyawaan aromatik dengan cara meningkatkan luas permukaan dan sifat hidrofobiknya. Upaya ini dapat dilakukan dengan meningkatkan rasio Si/Al yaitu dengan metode dealuminasi. Dalam penelitian ini dipilih metode pengasaman dengan beberapa parameter/kondisi.

#### **D. PERUMUSAN MASALAH**

Penggunaan silika gel sebagai adsorben dapat mengurangi kadar senyawa aromatik pada fraksi minyak bumi, namun bahan ini relatif mahal dan selektivitasnya rendah. Jika menggunakan zeolit alam secara langsung tanpa perlakuan lebih dulu dimungkinkan tidak efektif karena adanya pengotor, luas permukaan, stabilitas termal dan keasamannya rendah. Untuk itu diperlukan suatu metode untuk meningkatkan kualitas (menghilangkan pengotor, meningkatkan luas permukaan dan stabilitas serta keasaman). Metode dealuminasi dengan pengasaman HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diharapkan dapat memperbaiki kualitas zeolit alam agar zeolit alam yang merupakan sumber alam melimpah di wilayah Indonesia dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pengurang senyawa aromatik yang murah.