

**SINTESIS ZEOLIT DAN ZEOLIT TERMODIFIKASI DITIZON DARI  
ABU DASAR BATUBARA DAN TERAPANNYA UNTUK ADSORPSI  
KATION Ca (PENYEBAB KESADAHAN)**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan**

**Mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Oleh :**

**Mumuh Muhammad Abdul Muhshi**

**11630039**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2018**

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : - -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mumuh Muhammad Abdul Muhshi

NIM : 11630039

Judul Skripsi : Sintesis Zeolit Dan Zeolit Termodifikasi Ditizon dari Abu Dasar Batubara Dan Terapannya Untuk Adsorpsi Kation Ca (Penyebab kesadahan)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Yogyakarta, 20 Februari 2018

Pembimbing,



Khamidinal, S.Si.,M.Si

NIP. 19691104 200003 1 002



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mumuh Muhammad Abdul Muhshi

NIM : 11630039

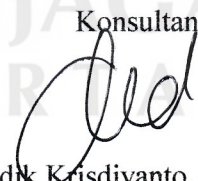
Judul Skripsi : Sintesis Zeolit Dan Zeolit Termodifikasi Ditizon dari Abu Dasar Batubara Dan Terapannya Untuk Adsorpsi Kation Ca (Penyebab Kesadahan)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 20 Februari 2018

Konsultan,

  
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19811111 201101 1 007



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mumuh Muhammad Abdul Muhshi  
NIM : 11630039  
Judul Skripsi : Sintesis Zeolit Dan Zeolit Termodifikasi Ditizon dari Abu Dasar Batubara Dan Terapannya Untuk Adsorpsi Kation Ca (Penyebab Kesadahan)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 20 Februari 2018  
Konsultan,

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
NIP. 19750725 200003 2 001



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Mumuh Muhammad Abdul Muhshi

NIM : 11630039

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“SINTESIS ZEOLIT DAN ZEOLIT TERMODIFIKASI DITIZON DARI  
ABU DASAR BATUBARA DAN TERAPANNYA UNTUK ADSORPSI  
KATION Ca (PENYEBAB KESADAHAN)”**

Adalah asli hasil penelitian Saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 24 Januari 2018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN K  
YOGYA



Mumuh Muhammad Abdul Muhshi

NIM. 11630039



### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1455/Un.02/DST/PP.00.9/03/2018

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Zeolit dan Zeolit Termodifikasi Ditizon dari Abu Dasar Batubara dan Terapannya untuk Adsorpsi Kation Ca (Penyebab Kesadahan)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUMUH MUHAMMAD ABDUL MUHSHI  
Nomor Induk Mahasiswa : 11630039  
Telah diujikan pada : Kamis, 08 Maret 2018  
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Khamidinal, S.Si., M.Si  
NIP. 19691104 200003 1 002

Penguji I

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19811111 201101 1 007

Penguji II

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
NIP. 19750725 200003 2 001

Yogyakarta, 08 Maret 2018  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
DEKAN



Dr. Murtono, M.Si.  
NIP. 19691212 200003 1 001

## MOTTO

Menyesali nasib tidak akan mengubah  
keadaan. Terus berkarya dan bekerjalah yang  
membuat kita berharga

**(Gus Dur)**

Saya bukannya pintar, boleh dikatakan hanya  
bertahan lebih lama menghadapi masalah

**(Einstein)**

Tak sedikit sarjana yang sukses, namun tak  
banyak sarjana yang bernilai. Jadilah bernilai,  
sehingga kau dapatkan semuanya

**(A. Muhshi Mumuh M)**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT dan

Rasulullah Muhammad SAW

Ku persembahkan karya ini,

Untuk keluargaku

Terkhusus untuk ibunda dan ayahanda tercinta

Atas segala kerja keras, do'a, dan semangatnya yang selalu mendukungku untuk menyelesaikan studiku



Karya ini didedikasikan  
untuk almamater,

**Jurusan Kimia UIN Sunan Kalijaga**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga dengan lancar dan tidak ada halangan apapun. Sholawat dan salam Penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Atas rahmat-Nya skripsi dengan judul “Sintesis Zeolit Dan Zeolit Termodifikasi Ditizon dari Abu dasar Batubara dan Terapannya Untuk Adsorpsi Logam Ca” telah selesai disusun guna memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 Program Studi Kimia.

Penulisan karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Kimia.
3. Bapak Khamidinal, S.Si.,M.Si dan Bapak Didik Krisdiyanto, S.Si.,M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Irwan Nugraha, S.Si.,M.Sc, Bu Dr. Imelda Fajriati, M.Si dan Bu Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si. yang selalu mengingatkan Penulis untuk segera menyelesaikannya.
5. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafianto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si., Selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

6. Keluarga penyusun, Ibu Deden Durotul Muflihah, Aqil Ahmad Mutawakkil, Bapak Ahmad Dahlan, Paman KH Didi Hudaya dan keluarga besar PP Bustanul Ulum, Terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan lahir batin yang menjadikan semangat penulis sampai sekarang ini.

7. Keluarga zeolit (Yuan Sidarta, Indra Prilana, dan Firly Rozak), rekan satu angkatan Anis Fuad, rekan Program Studi Kimia lintas generasi, rekan laboratorium kimia, terima kasih atas pertemanan, bantuan, dan kebersamaannya selama ini.

10. Sahabat-sahabat PMII, rekan-rekan IPNU DIY dan terkhusus Ketua IPPNU DIY, serta semua pihak yang tidak dapat penyusun sebut satu-persatu yang telah banyak membantu tersusunnya skripsi ini.

Semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Akhir kata Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Kritik dan saran sangat diharapkan demi kemajuan perkembangan ilmu kimia di masa depan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya pembaca sekalian.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 01 Februari 2018

Mumuh Muhammad AM  
11630039

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Batasan Masalah .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	7

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>8</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Dasar teori .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
B. Alat dan Bahan .....	21
C. Prosedur Penelitian .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
<b>A. Karakterisasi Abu Dasar Batubara .....</b>	<b>26</b>
1. <i>X-Ray Fluorescence</i> XRF .....	26
2. <i>Fourier Transformation Infra Red</i> (FTIR) .....	27
3. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	29
<b>B. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit dan Zeolit Termodifikasi Ditizon 35</b>	
1. Sintesis zeolit .....	31
2. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	35
3. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	38
4. <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) .....	42
5. <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA) .....	45
<b>C. Uji Adsorpsi Logam Ca .....</b>	<b>48</b>
1. Pengaruh Waktu Kontak pada adsorpsi logam Ca .....	48
2. Pengaruh Konsentrasi Awal Adsorpsi Logam Ca .....	50
3. Pengaruh Suhu pada Adsorpsi logam Ca .....	51
4. Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Ca .....	52

5. Penentuan Kesetimbangan Adsorpsi Logam Ca .....	55
6. Penentuan Termodinamika Adsorpsi Logam Ca .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
A. Kesimpulan .....	60
B. Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Unit Penyusun Zeolit .....	11
Gambar 4.1 Spektra inframerah abu dasar hasil refluks .....	28
Gambar 4.2 Difatogram sinar-X abu dasar hasil refluks .....	30
Gambar 4.3 Zeolit sintesis dan zeolite termidifikasi ditizon .....	38
Gambar 4.4 Hasil FTIR ZAD dan ZD .....	39
Gambar 4.5 Pola XRD ZAD dan ZD .....	43
Gambar 4.6 Garis <i>hysteresis loop</i> .....	45
Gambar 4.7 Grafik distribusi ukuran pori ZAD dan ZD .....	47
Gambar 4.8 Grafik pengaruh waktu .....	49
Gambar 4.9 Grafik pengaruh konsentrasi .....	50
Gambar 4.10 Grafik pengaruh suhu .....	52
Gambar 4.11 Grafik pseudo orde pertama .....	53
Gambar 4.12 Grafik pseudo orde kedua .....	53
Gambar 4.13 Grafik isoterm Langmuir .....	55
Gambar 4.14 Grafik isotherm Freunlich .....	56
Gambar 4.15 Grafik termodinamika .....	58

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia yang terkandung dalam abu dasar .....	18
Tabel 4.1 Komposisi senyawa dalam abu dasar hasil refluks .....	26
Tabel 4.2 Interpretasi spektra IR abu dasar .....	29
Tabel 4.3 Komposisi senyawa abu dasar .....	35
Tabel 4.4 Interpretasi spektra IR zeolit dan zeolit termodifikasi .....	41
Tabel 4.5 Ringkasan hasil data XRD .....	44
Tabel 4.6 Data luas permukaan spesifik .....	46
Tabel 4.7 Presentase distribusi pori .....	48
Tabel 4.8 Model kinetika adsorpsi .....	54
Tabel 4.9 Model isoterm adsorpsi .....	57
Tabel 4.10 Parameter termodinamika adsorpsi ion logam Ca .....	59

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan distribusi pori .....	66
Lampiran 2 Perhitungan pada variasi waktu .....	67
Lampiran 3 Perhitungan pada variasi konsentrasi .....	72
Lampiran 4 Perhitungan pada variasi suhu .....	78
Lampiran 5 Data hasil XRF .....	83
Lampiran 6 Data hasil analisis FTIR .....	86
Lampiran 7 Data hasil XRD .....	88
Lampiran 8 Data hasil GSA .....	90
Lampiran 9 JCPDS .....	92



## ABSTRAK

### SINTESIS ZEOLIT DAN ZEOLIT TERMODIFIKASI DITIZON DARI ABU DASAR BATUBARA DAN TERAPANNYA UNTUK ADSORPSI KATION Ca (PENYEBAB KESADAHAN)

Oleh:

Mumuh Muhammad Abdul Muhshi

11630039

Dosen Pembimbing: Khamidinal dan Didik Krisdiyanto

Sintesis zeolit dan zeolit termodifikasi ditizon dari abu dasar batubara melalui metode peleburan hidrotermal telah berhasil dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik abu dasar, mengetahui karakteristik zeolit yang disintesis dari abu dasar batu bara dengan metode peleburan hidrotermal, dan mengetahui pengaruh adsorpsi zeolit terhadap logam Ca.

Sampel abu dasar yang telah dilebur dengan NaOH kemudian dipanaskan pada suhu 100 °C selama 24 jam. Padatan hasil hidrotermal kemudian dinetralkan dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 100 °C selama 1 jam. Karakterisasi pada zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon dilakukan dengan menggunakan XRF, FTIR, XRD, dan GSA. Parameter yang diteliti meliputi pengaruh waktu kontak, konsentrasi awal dan suhu dengan menggunakan metode *batch*.

Hasil karakterisasi abu dasar dengan XRF diketahui kandungan Si sebanyak 82,01% dan Al sebanyak 8,54%. Karakterisasi dengan XRD menunjukkan telah terbentuknya zeolit dengan struktur menyerupai zeolit X, zeolit A, zeolit sodalit. Adapun dengan FTIR, zeolit termodifikasi ditizon ditandai adanya gugus -NH dan -SH. Hasil GSA menunjukkan penambahan ditizon dapat menyebabkan turunnya luas permukaan spesifik zeolit sintesis dari 160,262 m<sup>2</sup>/g menjadi 69,609 m<sup>2</sup>/g, berdasarkan model kinetika adsorpsi zeolit sintesis dan zeolit ditizon mengikuti model kinetika pseudo orde kedua dengan nilai R<sup>2</sup> masing-masing 0,9989 dengan konstanta laju adsorpsi masing-masing adalah 0,021 g/mg.min<sup>-1</sup> dan 0,010 g/mg.min<sup>-1</sup>. Kesetimbangan adsorpsi ion Ca mengikuti model isoterm Freunlich dengan nilai konstanta adsorben zeolit sintesis sebesar 3,178 dan zeolit termodifikasi ditizon sebesar 2,525.

**Kata kunci:** Abu dasar, zeolit sintesis, zeolit ditizon, ion Ca.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Penggunaan batubara menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Dampak lingkungan terbesar dari penggunaan bahan bakar batubara adalah pelepasan abu sisa pembakaran baik berupa abu layang (*fly ash*) maupun abu dasar (*bottom ash*), serta polutan-polutan berbahaya lainnya seperti CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, dan hidrokarbon. Menurut data kementerian lingkungan hidup tahun 2006, limbah abu layang yang dihasilkan mencapai 52,2 ton/hari dan limbah abu dasar mencapai 5,8 ton/hari. Sementara itu menurut Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999, limbah abu layang maupun abu dasar dapat dikategorikan sebagai limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya). Oleh karena itu perlu dipikirkan suatu cara yang paling efektif untuk mengatasi dampak negatif dari limbah abu tersebut yang salah satunya adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar lain yang lebih bermanfaat (Londardkk, 2009).

Pemanfaatan abu layang telah banyak dilakukan seperti bahan utama geopolimer dan pembuatan zeolit karena kandungan Si dan Al-nya yang cukup tinggi dibandingkan abudasar. Abu layang memiliki kandungan Si dan Al berturut-turut yaitu 56,13% dan 18,49 % sedangkan abu dasar sebesar 50,98 % dan 14,996 %. Meskipun demikian, abu dasar masih memiliki kandungan Si dan Al yang cukup banyak sehingga abu dasar juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pembuatan zeolit. Oleh karena itu, dilakukan pemanfaatan lebih lanjut



terhadap limbah abu dasar dengan mentransformasi abu dasar menjadi adsorben zeolit.

Sementara itu, manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan air untuk berbagai keperluan mulai dari air minum, mencuci, mandi dan lain- lain. Sumber-sumber air tersebut antara lain air permukaan, air angkasa (air hujan) dan air tanah (air sumur). Air tanah lebih banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut karena secara kualitas lebih baik dibanding sumber air yang lain (Kusnaedi, 2002).

Berdasarkan data statistik 1995 (SUPAS 1995), persentase banyaknya rumah tangga dan sumber air yang digunakan di berbagai daerah di Indonesia sangat bervariasi tergantung dari kondisi geografisnya. Rinciannya adalah sebagai berikut : pengguna air ledeng (PAM) 16,08%, air tanah dengan menggunakan pompa 11,61%, air sumur (perigi) 49,92%, mata air (air sumber) 13,92%, air sungai 4,91%, air hujan 2,62% dan lainnya 0,08% (Said dan Yudo, 2008). Dari data tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia memanfaatkan air sumur untuk memenuhi kebutuhan air dalam rumah tangga. Air sumur di daerah pantai pada umumnya mengalami proses intrusi dari air laut sehingga air tanah yang semula tawar berubah menjadi air payau.

Air payau atau *brackish water* adalah air yang mempunyai salinitas antara 0,5 ppt s/d 17 ppt. Air ini banyak dijumpai di beberapa daerah seperti pertambakan, *estuary* (pertemuan air laut dan air tawar) serta sumur-sumur penduduk di pulau-pulau kecil atau pesisir. Pada umumnya komposisi kimia air payau yang perlu diperhatikan dalam pengolahan adalah kandungan Cl, Ca, Mg,

dan Na (Jamali, A., Astuti, W., dan Amin, M., 2003). Hal ini bisa terjadi dikarenakan air tanah dalam proses pengambilannya dari dalam tanah melewati berbagai lapis tanah diantaranya adalah tanah kapur yang mengandung Ca, sehingga air tersebut menjadi sadah. Selain itu, untuk air tanah yang terintrusi air laut (air payau) juga mengandung tingkat kesadahan yang tinggi, karena terintrusi ion Ca dan Mg dari air laut yang sarat mineral. Kesadahan dalam air menunjukkan bahwa terjadi kontak antara formasi geologi dengan badan air tersebut. Ambang batas maksimum kesadahan air yang dianjurkan adalah 350 mg/L. Apabila kadar kesadahan air melewati batas maksimum, maka perlu diturunkan kadarnya yang biasa disebut dengan pelunakan air (*water softening*) (Astuti, 2005).

Masalah yang timbul karena tingginya kadar kesadahan dalam air antara lain timbulnya kerak pada ketel atau alat masak lain jika air digunakan untuk memasak. Secara ekonomi dan teknis, hal ini sangat merugikan karena adanya kerak pada ketel atau alat masak akan menyebabkan transfer panas terhambat sehingga panas yang dibutuhkan harus lebih tinggi sehingga dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak dan waktu yang lebih lama. Selain itu tingginya kadar kesadahan dalam air juga menyebabkan sabun kurang berbisa jika air digunakan untuk mencuci. Mineral air sadah seperti ion Ca dan Mg dapat bereaksi dengan anion sabun, yang dapat menurunkan efisiensi pembersihan sehingga memerlukan sabun lebih banyak untuk mencuci (Park et al., 2007).

Berbagai metode telah diaplikasikan secara luas untuk mengurangi kadar ion Ca dan Mg dalam air, antara lain: presipitasi menggunakan bahan kimia. Penggunaan metode presipitasi memiliki kelemahan pada pemilihan bahan

pengendapnya karena penggunaan bahan kimia tambahan dibatasi untuk tujuan air minum (Gabrielli et al., 2006; Ghizellaoui et al., 2005; Park et al., 2007). Selain itu, metode yang tepat digunakan adalah metode adsorpsi. Proses adsorpsi dengan pilihan jenis adsorben yang tepat merupakan proses yang sederhana, namun cukup efektif dalam penghilangan ion logam (Gupta, dkk., 2007).

Dari studi literatur yang telah dilakukan, salah satu adsorben yang cukup berpotensi adalah zeolit. Zeolit telah dimanfaatkan secara luas sebagai adsorben karena kemampuannya memisahkan spesi-spesi sasaran melalui prinsip pertukaran ion (Erdem *et al*, 2004). Zeolit mempunyai sifat sebagai *ion exchange*, dengan mengalirkan air sampel pada filter zeolit akan melepaskan natrium dan digantikan dengan mengikat Ca dan Mg. Zeolit memiliki struktur molekul yang unik, dimana atom Si dikelilingi oleh 4 atom O sehingga membentuk struktur tetrahedral dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Si digantikan dengan atom Al, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom O. Atom Al ini hanya memiliki muatan  $3+$ , sedangkan Si sendiri memiliki muatan  $4+$ , sehingga secara keseluruhan keberadaan atom Al menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation (misalnya  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) untuk menetralkan muatan tersebut (Widiastuti, 2008).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian-penelitian tentang pemanfaatan abu layang dan abu dasar batubara untuk mengurangi limbah B3. Pemanfaatan abu dasar batubara dapat dilakukan untuk mensintesis zeolit. Transformasi abu menjadi zeolit dapat dilakukan melalui berbagai macam metode, tetapi yang

banyak terpakai karena tingkat keberhasilan sintesis zeolit yang cukup tinggi terdapat dua metode. Metode tersebut yaitu metode hidrotermal langsung menggunakan larutan alkali dan metode peleburan alkali di ikuti proses reaksi hidrotermal. Metode yang paling banyak diminati adalah metode yang kedua yaitu peleburan alkali diikuti proses reaksi hidrotermal.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, pada penelitian ini dilakukan transformasi limbah dasar batubara menjadi zeolit sebagai alternatif untuk pemanfaatan abu dasar batubara sebagai sumber Si dan Al yang menjadi struktur dasar zeolit. Selanjutnya, zeolit hasil sintesis digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan pengolahan kesadahan air dengan harapan zeolit hasil sintesis juga mampu mengadsorb kation Ca dalam air sadah sehingga kualitas air sadah bisa ditingkatkan.

### **B. Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas, untuk mempermudah pembahasan, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakterisasi abu dasar yang akan digunakan untuk sintesis zeolit dan zeolit ditizon?
2. Bagaimanakah karakterisasi zeolit sintesis dan zeolit ditizon dari abu dasar batubara dengan metode peleburan-hidrotermal?
3. Bagaimana aktifitas adsorben zeolit dalam mengadsorpsi Ca?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakterisasi abu dasar yang akan digunakan untuk sintesis zeolit.
2. Mengetahui bagaimana karakteristik zeolit yang di sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon dari abu dasar batubara dengan metode peleburan-hidrotermal.
3. Mengetahui bagaimana pengaruh adsorpsi zeolit terhadap pengikatan ion Ca penyebab kesadahan air.

### **D. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Abu dasar yang digunakan untuk sintesis zeolit diperoleh dari sisa pembakaran batubara Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan untuk preparasi zeolit adalah metode peleburan – hidrotermal.
3. Jenis basa yang digunakan dalam proses peleburan yaitu NaOH.
4. Karakterisasi abu dasar, zeolit hasil sintesis menggunakan XRD, FTIR, XRF, dan GSA.
5. Air sadah diperoleh dari campuran air dengan larutan  $\text{CaCl}_2$



### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Menambah data penelitian tentang pemanfaatan limbah dasar batubara sebagai bahan acuan dalam sintesis zeolit dan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Menambah bahan referensi data penelitian yang selanjutnya dapat digunakan untuk rujukan dan pedoman dalam pemanfaatan limbah abu dasar batubara dan pengolahan air sadah.
3. Mengurangi masalah kesadahan air yang dapat membahayakan masyarakat dan alternatif pemecahan masalah dalam penanganan kesadahan air.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sintesis zeolit dari abu dasar batu bara dengan metode peleburan-hidrotermal telah berhasil dilakukan. Karakteristik abu dasar batubara, zeolit sintesis dan zeolit ditizon ditunjukkan dengan munculnya serapan-serapan zeolit secara umum pada bilangan gelombang 300-1250  $\text{cm}^{-1}$ . Sintesis zeolit didapatkan material mirip zeolit (*zeolite-like*) yaitu zeolit Y, sodalit, zeolit Na-P dan zeolit X. Selain itu zeolit termodifikasi ditizon berhasil disintesis dengan ditunjukkannya gugus  $-\text{NH}$  dan  $-\text{SH}$  pada bilangan gelombang 1496,76 dan 2461,17  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil yang didapatkan pada karakterisasi GSA menunjukkan penambahan ditizon pada zeolit menurunkan luas permukaan spesifik dari 160,262  $\text{m}^2/\text{g}$  menjadi 69,609  $\text{m}^2/\text{g}$ .
2. Berdasarkan model kinetika adsorpsi, zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon mengikuti model kinetika pseudo orde kedua, dengan nilai  $R^2$  masing-masing adalah 0,9989. Konstanta laju pseudo orde kedua zeolit sintesis adalah 0,021 dan zeolit termodifikasi ditizon sebesar 0,010. Isoterm adsorpsi ion logam Ca menggunakan zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon mengikuti model isoterm Freunlich dengan nilai  $R^2$  masing-masing 0,973 dan 0,9136. Nilai konstanta adsorben zeolit sintesis sebesar 3,178 dan zeolit

termodifikasi ditizon sebesar 2,525. Sedangkan model termodinamika adsorpsi ion logam Ca menghasilkan energi bebas Gibbs bernilai positif (reaksi endoterm) untuk zeolit sintesis dan bernilai negatif (reaksi eksoterm) untuk zeolit termodifikasi ditizon. Energi entropi bernilai negatif untuk zeolit sintesis menunjukkan perubahan dari tidak teratur menjadi teratur dan bernilai positif untuk zeolit termodifikasi ditizon menunjukkan dari keadaan teratur menjadi teratur.

## **B. Saran**

Saran dari penulis selanjutnya adalah perlu dilakukan:

1. Kajian mengenai pengaruh pH terhadap adsorpsi zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon untuk logam Ca
2. Kajian desorpsi terhadap adsorben logam Ca
3. Uji karakterisasi adsorben logam Ca dengan menggunakan SEM

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, Z. *Pengaruh Ketebalan Kombinasi Filter Zeolit dengan Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis Di Sendangguwo, Tembalang, Kota Semarang. Skripsi.* Universitas Muhammadiyah Semarang: Semarang
- Al-Anber, Z. A. 2008. Thermodynamic and Kinetic Studies of Iron (III) Adsorption by Olive Cake in A Batch System. *Article Jordan.* Faculty of Science Mu'tah University
- Astuti, Widi. 2005. *Proses Pelunakan Air Sadah Menggunakan Zeolit Alam Lampung.* UPT. Balai pengolahan mineral Lampung-LIPI
- Atastina, S.B. 2011. *Penghilangan Kesadahan Air Yang Mengandung  $Ca^{2+}$  Dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung Sebagai Penukar Kation.* Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia: Depok
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisik Jilid 1.* Irma I Kartohadiprojo, penerjemah; Rohhadyan T, Hadiyana K, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical; Chemistry
- Bahtiar, A.R. 2008. *"Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Serbuk Sekam Padi Perlakuan Dengan NaOH". Skripsi.* Fakultas Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Basset, J. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik.* Jakarta: EGC Buku Kedokteran

- Breck, D. W. 1974. *Zeolite Molecular Sieve, Structure Chemistry and Use*. New York: John Willey and Sons
- Chen A, Chen S. 2009. Biosorption of azo dyes from aqueous solution by glutaraldehyde-crosslinked chitosans. *J Hazard Mater* 172: 1111-1121
- Depkes RI. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta
- Dutta. K. 2000. *Hand Book of Zeolit Science and Technology*. The Ohio University
- Erdem, N. Karapinar. 2004. *The Remove Of Heavy Metal Cations by Natural Zeolites*. *Journal of Colloid and Interface Science*. Vol 280. Pp 309-314
- Gupta, S. S. 2007. *Adsorption of Ni (II) on clay* "journal of Colloid and Interface Science" vol. 295, hal 21-32
- Haryanto, 1998, *Proses Pengolahan Air Sadah Dengan Menggunakan Koagulan Tawas dan PAC*, Skripsi S-1, Kimia FMIPA UGM: Yogyakarta
- Jamali, A., Astuti, W., dan Amin, M., (2003), "*Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)*". Jakarta: LIPI
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Jumaeri, W. A., Lestari, W. T. P. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. *Jurnal Kimia*. Fakultas MIPA UNNES: 38-44

- Kiuk, I.J., 2008. *“Penyediaan Air Bersih di Wilayah Pesisir dengan Menggunakan Filter Tembikar Studi Kasus Pantai Kenjeran Surabaya”*. Skripsi. Fakultas Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Kesuma, F. R., Sitorus, B., Adhitiyawarman.2013. Karakterisasi Pori Adsorben Berbahan Baku Kaolin capkala dan Zeolit Dealuminasi. Jurnal JKK. FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak: 19-23
- Kula, A., Olgun. 2000. Effectts of Colemanite Waste, Coal Bottom Ash and Fly Ash on The Properties of Cement. *Journal of cement and concrete research*: 491-494
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Mubarak., Chayatin. 2009. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Teori dan Amplikasi*. Jakarta: Salemba Medika
- Nana Ristiana. 2011. *Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karang tengah Weru Kabupaten Sukoharjo*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta
- Park, J.-S., Song, J.-H., Yeon, K.-H., Moon, S.-H., (2007), *“Removal of Hardness Ions from Tap Water Using Electromembrane Processes”*. *Desalination* 202
- Peraturan Pemerintah. 1999. *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Presiden Republik Indonesia: Jakarta
- Querol, X., Plana, F., Alastuey, A., Lopez-Soler,A., Andres, J. m., Juan, R., Ferree, P., Ruiz, C. R. 1997. Industrial Aplication of Coal Combustion

Wastes: Zeolite Synthesis and Ceramic Utilisation, European Coal and Steel community. *International Journal of Coal Geology A*. 50

Ramlawati, Darminto, Masri, M. 2011. Kinetics and Adsorption Isotherms of Zeolite-MBT Selective Adsorben Towards Cd (II) Ions in Mixed System. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Seminar on Chemistry*. Jatinangor. 24-25 November 2011

Said, N. I., dan Yudo, S., (2008), "*Masalah dan Strategi Penyediaan Air Bersih di Indonesia*", *Teknologi Pengelolaan Air Minum "Teori dan Pengalaman Praktis"*, Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan

Suci Wahyuni. 2010. *Adsorpsi Ion Logam Zn (II) Pada Zeolit A Yang Disintesis Dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI Paiton Dengan Metode Batch*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan: Intitut Teknologi Surabaya



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### Data Pribadi

Nama : Mumuh Muhammad Abdul Muhshi  
Tempat, tanggal lahir : Tasikmalaya, 01 Agustus 1993  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat Asal : Sindangsari RT 03/RW 01 Sumelap Tamansari Kota  
Tasikmalaya Jawa Barat  
No. Handphone : 085793508214  
Email : amuhshimumuhm@gmail.com

### Riwayat Pendidikan

1999 – 2005 : MIN 1 Sumelap Tasikmalaya  
2005 – 2008 : MTsN 1 Cilendek Tasikmalaya  
2008 – 2011 : MAN 1 Awipari Tasikmalaya  
2011 – 2018 : Kimia UIN Sunan Kalijaga