

**SINTESIS ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA DENGAN VARIASI
WAKTU KALSINASI UNTUK UJI ADSORPSI LOGAM Zn(II)**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



Oleh:
Putri Apriana
10630008

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016

**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 : Putri Apriana

NIM : 10630008

Judul Skripsi : Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Variasi Waktu

Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Zn (II)

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 7 September 2016

Pembimbing

Khamidinal, M.Si

NIP :196911042000031002



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Putri Apriana

NIM : 10630008

Judul Skripsi : Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Zn(II)

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, 7 Desember 2016

Konsultan I

Dr. Maya Rahmayanti, M.Si

19810627 200604 2 003



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Putri Apriana

NIM : 10630008

Judul Skripsi : Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Zn(II)

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, 7 Desember 2016

Konsultan II

Didik Krisdiyanto, M.Sc

19811111 201101 1 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama : Putri Apriana
NIM : 10630008
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

“Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Variasi Waktu Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Zn (II)”

Adalah hasil karya sendiri dan sepanjang sepengetahuan penulis tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian tertentu yang diambil sebagai bahan acuan yang secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 27 Oktober 2016

Penulis



Putri Apriana
NIM.10630008

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.4404/Un.02/DST/PP.05.3/12/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Variasi Waktu Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Zn(II)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Putri Apriana

NIM : 10630008

Telah dimunaqasyahkan pada : 11 November 2016

Nilai Munaqasyah : A/B

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si.

NIP.19691104 200003 1 002

Penguji I

Dr. Maya Rahmayanti, M.Si.
NIP. 19810627 200604 2 003

Penguji II

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

Yogyakarta, 7 Desember 2016

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Murtoto, M.Si.

NIP. 19691212 200003 1 001

MOTTO

“Tuhan selalu ingin yg terbaik untukmu. Dia memiliki solusi tuk setiap masalahmu, lega tuk setiap sedihmu, dan bahagia yg siap menantimu.”

**Kata-Kata Bijak*

“kamu mungkin belum sehebat harapanmu, namun kamu tidaklah selemah yang kamu fikirkan!”

#FILOSOFIMAHASISWA

PERSEMBAHAN

*“ untuk almamater tercinta
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga “*

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT dan shalawat serta salam selalu dicurahkan kepada junjungan Rasulullah SAW, karena dengan karunia dan rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Sintesis Zeolit Dari Abu Dasar Batubara Dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Zn (II)”* sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, semangat, bimbingan, dan bantuan yang diberikan sehingga penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Khamidinal, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, saran, dan pendapat dalam proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Maya Rahmayanti, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik dan seluruh dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu.
5. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isnı Gustanti, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia yang telah memberikan arahan dan bantuan selama proses penelitian.

6. Ibu, saudara, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuhnya.
7. Sahabat dan rekan rekan seperjuangan Novi, Desi, Ismi, Dyan, Hargian, Lukman, Willy, dan Fajar yang telah memberikan saran, kritik, dan dukungan.
8. Keluarga besar Program Studi Kimia angkatan 2010 yang telah memberikan bantuan dalam memahami ilmu perkuliahan dengan kebersamaan yang akan selalu dikenang.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu selama proses penelitian dan skripsi

Penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca terhadap karya tulis penyusun yang masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat dan ilmu bagi para pembaca.

Yogyakarta, Desember 2016

Putri Apriana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori	6
1. Abu Dasar Batubara	6
2. Zeolit	7
3. Sintesis Zeolit	11
4. Kalsinasi	12
5. Karakterisasi Abu Dasar Batubara dan Zeolit	12
a. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	12
b. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	14
c. <i>Spektroskopi Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	16
6. <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS)	17
7. Logam Zn	18
8. Adsorpsi	19
9. Isoterm Adsorpsi	20
a. Isoterm Langmuir	21
b. Isoterm Freundlich	22
10. Kinetika Adsorpsi	23
a. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Pertama	23
b. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua	24

BAB III METODE PENELITIAN.....	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian	25
B. Alat.....	25
C. Bahan.....	25
D. Prosedur Penelitian.....	25
1. Preparasi Abu Dasar.....	25
2. Kalsinasi Abu Dasar dan Peleburan dengan NaOH.....	26
3. Sintesis Zeolit.....	26
4. Uji Adsorpsi Logam Zn	26
a. Variasi pH	26
b. Variasi Waktu Kontak.....	27
c. Variasi Konsentrasi Awal Larutan Zn.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara	29
B. Karakterisasi Abu Dasar dan Zeolit Sintesis.....	31
1. Karakterisasi dengan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	31
2. Karakterisasi dengan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	33
3. Karakterisasi dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	35
a. Abu Dasar.....	36
b. Zeolit Sintesis.....	37
C. Uji Adsorpsi Logam Zn	41
1. Penentuan pH Optimum.....	42
2. Penentuan Waktu Kontak Optimum	44
3. Kinetika Adsorpsi	45
4. Penentuan Konsentrasi Awal Larutan Zn	48
5. Isoterm Adsorpsi	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Unit pembangun primer : tetrahedral silika dan tetrahedral alumina dan struktur kerangka zeolit	8
Gambar 2.2 Unit pembangun sekunder pada zeolit	9
Gambar 2.3 Pembentukan beberapa tipe zeolit dari unit pembangun primer, unit pembangun sekunder dan polihedral	9
Gambar 2.4 Skema instrumentasi XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	13
Gambar 2.5 Skema instrumentasi XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	15
Gambar 2.6 Skema instrumentasi FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	17
Gambar 2.7 Skema instrumentasi AAS (<i>Atomic Adsorption Spectroscopy</i>)	18
Gambar 4.1 Spektra FTIR untuk zeolit hasil sintesis dengan kalsinasi 2 jam (ZK2), kalsinasi 4 jam (ZK4), dan kalsinasi 6 jam (ZK6).....	33
Gambar 4.2 Difraktogram abu dasar batubara	36
Gambar 4.3 Pola difraksi sinar-X untuk zeolit sintesis ZK2, ZK4, dan ZK6.....	38
Gambar 4.4 Kurva hubungan antara pH Zn(II) dengan % adsorpsi	42
Gambar 4.5 Kurva hubungan waktu kontak (menit) dengan % adsorpsi ...	44
Gambar 4.6 Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde pertama.....	46
Gambar 4.7 Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde kedua	46
Gambar 4.8 Kurva hubungan antara konsentrasi awal larutan Zn (mg/L) dengan % adsorpsi.....	48
Gambar 4.9 Grafik isoterm Langmuir untuk adsorben abu dasar dan zeolit sintetik	49
Gambar 4.10 Grafik isoterm Freundlich untuk adsorben abu dasar dan zeolit sintetik	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Komposisi senyawa kimia pada abu dasar..... 32
Tabel 4.2	Hasil interpretasi spektra inframerah dari zeolit sintesis dengan variasi kalsinasi..... 35
Tabel 4.3	Interpretasi hasil karakterasi XRD dari abu dasar..... 37
Tabel 4.4	Interpretasi hasil karakterisai XRD dari zeolit sintesis 41
Tabel 4.5	Model kinetika adsorpsi abu dasar dan zeolit sintesis 47
Tabel 4.6	Model isoterm adsorpsi abu dasar dan zeolit sintesis 51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan kadar karbon	60
Lampiran 2. Perhitungan pada variasi pH.....	61
Lampiran 3. Perhitungan pada variasi waktu kontak dan penentuan pseudo orde reaksi	62
Lampiran 4. Perhitungan pada variasi konsentrasi dan penentuan isoterm adsorpsi.....	67
Lampiran 5. Hasil karakterisasi abu dasar menggunakan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	73
Lampiran 6. Hasil karakterisasi zeolit kalsinasi 2 jam (ZK2), zeolit kalsinasi 4 jam (ZK4), dan zeolit kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	74
Lampiran 7. Hasil karakterisasi zeolit kalsinasi 2 jam (ZK2), zeolit kalsinasi 4 jam (ZK4), dan zeolit kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	76
Lampiran 8. JCPDS (<i>Joint Commite for Powder Diffraction Standard</i>) dari kuarsa, mulit, hematit, sodalit, zeolit A, zeolit Na-P, zeolit Y, dan faujasit.....	78
Lampiran 9. Dokumentasi penelitian	83

ABSTRAK

SINTESIS ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA DENGAN VARIASI WAKTU KALSINASI UNTUK UJI ADSORPSI LOGAM Zn(II)

Oleh :

Putri Apriana

10630008

Dosen Pembimbing : Khamidinal, M.Si

Telah dilakukan sintesis zeolit dari abu dasar batubara dan uji adsorpsi dengan logam Zn. Tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh waktu kalsinasi pada sintesis zeolit dari abu dasar dan mengetahui kapasitas adsorpsi, kinetika adsorpsi zeolit hasil sintesis terhadap logam Zn(II).

Abu dasar dikarakterisasi dengan XRF dan XRD kemudian dilakukan variasi waktu kalsinasi yaitu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam pada suhu 800⁰C. Sintesis zeolit dilakukan peleburan dengan NaOH pada suhu 750⁰C selama 1 jam dan proses hidrotermal pada suhu 100⁰C selama 24 jam. Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD dan FTIR. Zeolit hasil sintesis diuji kemampuannya untuk adsorpsi logam Zn(II) dan digunakan abu dasar untuk adsorpsi logam Zn(II) sebagai pembanding. Uji adsorpsi Zn(II) dilakukan dengan variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi.

Berdasarkan hasil karakterisasi XRF dan XRD abu dasar menunjukkan kandungan kuarsa dan mulit. Spektra IR spesifik dari zeolit pada bilangan gelombang 300-1250 cm⁻¹ ditunjukkan pada spektra IR zeolit hasil sintesis. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan zeolit yang terbentuk adalah sodalit, zeolit A, zeolit Na-P, faujasit, dan zeolit Y. Zeolit sintetik mampu mengadsorpsi Zn(II) hingga 99,82% dengan konsentrasi 20 mg/L pada pH 4 selama 60 menit, sedangkan abu dasar mampu mengadsorpsi Zn(II) hingga 66,35% dengan konsentrasi 10 mg/L pada pH 5 selama 100 menit. Kinetika adsorpsi Zn(II) pada zeolit sintetik dan abu dasar mengikuti model pseudo orde kedua. Isoterm adsorpsi Zn(II) pada zeolit sintetik dan abu dasar mengikuti model Langmuir dengan masing-masing kapasitas adsorpsi maksimum (q_{max}) yaitu 29,673 mg/g dan 9,242 mg/g.

Kata kunci : abu dasar, kalsinasi, zeolit, peleburan-hidrotermal, adsorpsi, logam Zn(II)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemanfaatan batubara pada berbagai industri sebagai sumber energi semakin banyak digunakan karena memiliki harga terjangkau di tengah meningkatnya harga minyak dunia saat ini. Penggunaan batubara menghasilkan limbah yang bersumber dari pelepasan abu sisa pembakaran yaitu berupa abu dasar, abu layang, serta polutan-polutan berbahaya lainnya seperti CO₂, NO_x, CO, SO₂.

Abu dasar adalah bahan buangan sisa pembakaran batubara yang memiliki ukuran partikel lebih besar dari abu layang sehingga abu dasar jatuh dan berada pada dasar tungku pembakaran (Suarnita, 2012). Pada proses pembakaran batubara dihasilkan sekitar 80 % abu layang dan 20 % abu dasar. Setiap hari dapat dihasilkan sekitar 5,8 ton/hari abu dasar dan 52,2 ton/hari abu layang dari hasil pembakaran batubara (Londar dkk., 2011).

Abu dasar dan abu layang merupakan limbah berbahaya yang dapat mencemari lingkungan sehingga perlu penanganan yang serius. Abu layang mengandung Si dan Al yang juga merupakan komponen kimia dari zeolit, sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar membuat zeolit sintetis (Sunardi, 2007). Zeolit merupakan kristal alumina-silikat yang mempunyai struktur berongga atau berpori. Bentuk kristal zeolit yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar (Fitriyana, 2012), sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben.

Abu dasar juga mengandung Si dan Al sehingga dapat digunakan juga untuk membuat zeolit sintetis. Kandungan Si dan Al pada abu layang lebih tinggi dibanding dengan abu dasar. Abu layang memiliki kandungan Si 56,13% dan Al 18,49%, sedangkan abu dasar memiliki kandungan Si 50,98% dan Al 14,996% (Wahyuni dan Nurul, 2009). Abu dasar mempunyai kandungan Si dan Al yang lebih rendah dari abu layang sehingga masih kurang digunakan sebagai bahan pembuatan zeolit sintetis. Selain itu juga, abu dasar memiliki kandungan karbon yang cukup banyak sehingga harus di hilangkan melalui proses kalsinasi. Kandungan karbon akan mengganggu pembentukan kristal zeolit pada sintesis zeolit (Londar dkk., 2011).

Metode sintesis zeolit dari abu dapat di lakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode peleburan alkali yang diikuti dengan proses hidrotermal. Berdasarkan hasil penelitian metode tersebut dapat menghasilkan zeolit dengan nilai kapasitas tukar kation yang tinggi dan kristalinitas yang tinggi (Wahyuni dan Nurul, 2009).

Zink (II) merupakan logam esensial bagi manusia yang dapat menyebabkan efek toksik apabila berada pada dosis yang tinggi (Sukpreabprom dkk., 2014). Konsentrasi zink dalam perairan yang melebihi ambang batas dapat bersifat toksik terhadap organisme yang berada didalamnya. Adsorpsi merupakan proses yang biasa digunakan dalam menangani pencemaran logam berat pada daerah perairan, sehingga dapat digunakan untuk menangani pencemaran logam zink.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian yang dilakukan adalah sintesis zeolit dari abu dasar batubara dengan menggunakan metode peleburan hidrotermal dan untuk uji adsorpsi terhadap logam Zn (II).

B. Batasan Masalah

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari Pabrik Spirtus Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan pada sintesis zeolit adalah metode peleburan-hidrotermal.
3. Jenis basa yang digunakan untuk peleburan adalah NaOH.
4. Variasi waktu kalsinasi yang digunakan adalah 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.
5. Jenis karakterisasi yang digunakan adalah karakterisasi gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer FT-IR dan uji kristalinitasnya menggunakan Difraktometer Sinar-X.
6. Uji adsorpsi logam Zn menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakterisasi zeolit hasil sintesis dari abu dasar batubara?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit?
3. Bagaimana model kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi zeolit hasil sintesis terhadap logam Zn?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk memahami karakterisasi sintesis zeolit dari abu dasar.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit.
3. Untuk mengetahui model kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi dari zeolit hasil sintesis terhadap logam Zn.

E. Manfaat Penelitian

1. Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh variasi waktu kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit dari abu dasar batubara dan uji adsorpsi logam Zn.
2. Zeolit yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan untuk mengatasi pencemaran logam Zn pada limbah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Sintesis zeolit dari abu dasar batubara telah berhasil dilakukan dengan metode peleburan hidrotermal dan di hasilkan zeolit sintetik yang mengandung sodalit, zeolit A, zeolit Na-P, faujasit dan zeolit Y.
2. Variasi waktu kalsinasi pada abu dasar sebagai bahan utama pembentuk zeolit berpengaruh terhadap besarnya intensitas difraksi dan homogenitas jenis kristal pada zeolit sintetik yang dihasilkan. Produk sintesis yang memiliki kristalinitas yang baik dan homogen yaitu zeolit sintetis dengan variasi waktu kalsinasi 4 jam.
3. Model kinetika adsorpsi dari zeolit hasil sintesis adalah kinetika adsorpsi pseudo orde kedua dengan nilai $R^2 = 0,971$. Konstanta laju pseudo orde kedua dari zeolit sintetik yaitu $-0,0328 \text{ g/mg.menit}^{-1}$. Isoterm adsorpsi untuk zeolit hasil sintesis adalah model Langmuir dengan nilai $R^2 = 0,928$. Kapasitas adsorpsi maksimum ion logam Zn(II) oleh zeolit sintetik adalah $29,673 \text{ g/mg}$.

B. Saran

Perlu dilakukan karakterisasi menggunakan SEM pada hasil sintesis zeolit dan abu dasar. Selain itu juga perlu dilakukan karakterisasi menggunakan XRF untuk zeolit hasil sintesis untuk mengetahui lebih jelas kandungan material di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, Didik P dan Widiastuti, N.2011.Pembuatan Zeolit X dari Abu Dasar Batubara PT IMOMI PAITON. *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*. Surabaya. Hal:1-8.
- Ali, Ibraheem.O., El-Sheikh, Said.M., Salama, Tarek M., Bakr, Mostafa F., dan Fodila, Mohamed H. 2015. Controllable Synthesis of NaP Zeolite and its Application in Calcium Adsorption. *Jurnal Science China Materials-Springer*. Vol.58 No.8 Hal:621-633.
- Amini,Siti.2011.Aplikasi Zeolit dalam Industri Nuklir. *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*. Surabaya.
- Aqbar,Mukhtadin., Maming., Yusafir H., M. Zakir.2014.Kondisi Optimum Adsorpsi Logam Cu(II) Menggunakan Karbon Aktif dari Sekam Padi dengan Iradiasi Gel Ultrasonik. *Jurnal Jurusan Kimia*. Universitas Hasanudin.Makassar.
- Arnovitri, Rossy., Zahrina, I., Yelmida.2012. Sintesis ZSM-5 dari *Fly Ash* Sawit sebagai Sumber Silika dengan Variasi Temperatur Kalsinasi dan Waktu Kalsinasi. *Jurnal Pascasarjana Jurusan Teknik Kimia*. Universitas Riau. Riau.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika*. Jilid 2. Edisi Keempat. (diterjemahkan oleh Irma I. Kartohadiprodjo). Jakarta : Erlangga. Hal: 443.
- Chiang, Y.W., Ghyselbrecht, K., Santos, R.M., Meesschaert, B., Martens, J.A. 2012. Synthesis of Zeolitic-type Adsorbent Material from Municipal Solid Waste Incinerator Bottom Ash and Its Application in Heavy Metal Adsorption. *Catalysis Today*. Vol.190.
- Darmayanti, Nurdin R., Supriadi.2012.Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol.1 No.4 Hal:159-165.ISSN 2302-6030.
- Dutta, K. 2000. *Hand Book of Zeolite Science and Technology*. The Ohio State University.

- Febriana, Eni. 2011. Kalsinasi Dolomit Lamongan Untuk Pembuatan Kalsium-Magnesium Oksida sebagai Bahan Baku Kalsium dan Magnesium Karbonat Presipitat. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia : Depok.
- Fessenden, Ralp J., dan Fessenden, Joan S.F.1986.*Kimia Organik*.Jilid 1. Edisi Ketiga. (diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana).Jakarta:Erlangga. Hal:315.
- Fitriyana,Deni F., dan Sulardjaka.2012. Sintesis Zeolit A Berbahan Dasar Limbah Geotermal dengan Metode Hidrotermal. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS*. Semarang. ISSN : 1412-9612. Hal: 42-47.
- Handayani, Nurlailis dan Widiastuti, Nurul.2009.Adsorpsi Amonium (NH_4^+) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batu Bara PT IPMOMI PAITON dengan Metode *Batch*.*Prosiding KIMIA FMIPA-ITS*. Surabaya.
- Izidoro, J.C., Denise A F., Shaobin W. 2012. Zeolite Synthesis from Brazilian Coal Fly Ash for Removal of Zn^{2+} and Cd^{2+} from Water. *Advanced Material Research*. Brasil. Vol.356-360.
- Jasinda. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Adsorben Cangkang Telur Bebek yang Diaktivasi Secara Termal. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Jumaeri, W., Astuti dan Lestari, WTP.2007.Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. *Jurnal Reaktor*. Vol.11 No.1 Hal:38-44.
- Jumaeri, Sutarno, Eko S.K., Sri J.S.2009. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Temperatur pada Sintesis Zeolit dari Abu Layang Secara Alkali Hidrotermal. *Prosiding Seminar Nasional Zeolit VI*. Bandung.Hal 424-441.
- Karthikeyan, G., Anbalagan, K., Andal, N.M. 2004.Adsorption Dynamic and Equilibrium Studies of Zn(II) onto Chitosan dalam Handayani, N dan Nurul W. Adsorpsi Amonium (NH_4^+) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A

- yang Disintesis dari Abu Dasar Batu Bara PT IPMOMI PAITON dengan Metode *Batch*. *Prosiding KIMIA FMIPA-ITS*. Surabaya.
- Khopkar, S.M.1990.*Konsep Dasar Kimia Analitik*. (diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. Hal: 288-293.
- Kiswarini, Rosika., Dian A., Agus D. 2010. Validasi Metode XRF (*X-Ray Fluoresence*) Secara Tunggal dan Simultan untuk Analisis Unsur Mg, Mn dan Fe dalam Paduan Aluminium. *Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta. 18 November 2010.
- Kristiyani, Dyah , Eko B.S., Agung T.P. 2012. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} pada Air Sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Semarang. No.1 Vol.1 Hal: 13-19.
- Kundari, Noor A., dan Slamet W. 2008. Tinjauan Keseimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta. 25-26 Agustus 2008.
- Londar, Everista., Hamzah F., Nurul W. 2011. Pengaruh Karbon Terhadap Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar dengan Metode Hidrotermal Langsung.*Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.
- Mulyono, Sukadi., Sihono., Rosidi., Bambang I. 2012. Kalibrasi Tenaga dan Standar Menggunakan Data *X-Ray Fluoresence* (XRF) untuk Analisis Unsur Zirkonium dalam Mineral. *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir*.Yogyakarta. Vol.1 Hal:228-232.
- Nascimento, Marisa., Prado,P.F., Soares, P.S.M., Vicente P. de Souza. 2012. Thermodynamic Study of The Synthesis of Zeolit from Coal Ash and Its Use as Sorbents for Heavy Metals. Brazil: *Ion Exchange Technologies*. Hal:283-304.
- Nikmah, Syukuri R.A., Nurul W., Hamzah F. 2008. Pengaruh Waktu dan Perbandingan Si/Al Terhadap Pembentukan Zeolit A dari Abu Dasar Bebas Karbon dari PLTU PT IPMOMI dengan Metode Hidrotermal. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol.7 No.1 ISSN 1411-6723.

- Ojha, K., Pradhan, N. dan Samanta, A.N. 2004. Zeolite from Fly Ash: Synthesis and Characterization. dalam Agustiana, Didik .P, dan Nurul .W. Pembuatan Zeolit X dari Abu Dasar Batubara PT IMOMI PAITON. *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*. Surabaya. Hal 1-8.
- Patty, Diana Julaidy. 2013. Penentuan Unsur dalam Rambut Berdasarkan Karakteristik Pola Fluoresensi Sinar-X (XRF). *Prosiding FMIPA Universitas Patimura*. Ambon. Hal: 219-225.
- Permatasari, Gustin M., Badrus Z., Sri S. 2011. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Massa Adsorben Terhadap Efektivitas Penurunan Zat Warna dan Logam Berat (Cu dan Ni) Limbah Tekstil dengan Menggunakan *Bottom Ash* (Abu Endapan). *Jurnal Penelitian Fakultas Teknik*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Purwaningsih, Dyah. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag (I), Pb(II), Cr(III), Cu(II), dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiamino-silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*. Vol. 14 No. 1 Hal: 59-76.
- Querol, X., N. Moreno., J.C. Umana., A. Alastuey., E. Hernandez., A. Lopez-Soler., F. Plana. 2002. Synthesis of Zeolites from Coal Fly Ash: an Overview. *International Journal of Coal Geology*. Vol. 50 Hal: 413-423.
- Said, Nurul F. dan Nurul W. 2008. Adsorpsi Cu(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI PAITON. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol. 7 No. 1 Hal: 1-11.
- Schubert, U., dan Husing, N. 2000. *Synthesis of Inorganic Materials*. dalam Jumaeri, Sutarno, Eko S.K., Sri J.S. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Temperatur pada Sintesis Zeolit dari Abu Layang Secara Alkali Hidrotermal. *Prosiding Seminar Nasional Zeolit VI*. Bandung. Hal: 424-441.
- Setiaka, Juniawan. 2011. Adsorpsi Ion Logam Cu(II) dalam Larutan pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom. *Prosiding Seminar Semester Genap 2010/2011*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.

- Sholichah, Fitriani., Arnelli., Ahmad Suseno. 2013. Pengaruh Waktu Hidrotermal pada Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi Serta Aplikasinya Sebagai *Builder Deterjen*. *Journal of Chemical Information*. Vol.1 No.1 Hal:121-129.
- Solanki, Parag., Vikal Gupta., Ruchi K. 2009. Synthesis of Zeolite from Fly Ash and Removal of Heavy Metal Ions from Newly Synthesized Zeolite. India : *E-Journal of Chemistry*. Vol.7 No 4.
- Suarnita, I Wayan. 2012. Pemanfaatan Abu Dasar (*Bottom Ash*) sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Campuran Beton. *Jurnal Infrastruktur*. Vol.2 No.2 Hal:65-73.
- Sukpreabprom, Hatairat., Orn-Anong A., Wimol N., Ponlayuth S., Sorapong J. 2014. Isotherm, Kinetic and Thermodynamic Studies on the Adsorption of Cd(II) and Zn(II) ions from Aqueous Solutions onto Bottom Ash. Thailand: *International Journal of Environmental Science and Development*. Vol 5 No 2.
- Sunardi, Abdullah. 2007. Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Merkuri (II). *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. Vol.1 No.1 Hal:1-10.
- Sunardi, Rohman, T., Mikrianto, E., Rusmayanti, R., 2007. Pengaruh Waktu Refluks dengan NaOH Terhadap Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* Vol.1 No.2 Hal:83-92.
- Supratman, Unang. 2010. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik (Metode Spektroskopi untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik)*. Bandung : Widya Padjadjaran. Hal: 66-67;72-73.
- Surjaatmadja, Vherlly., Winandyo M., Setia Budi S. 2013. Pemisahan Karbon Tidak Terbakar dari Abu Terbang dengan Menggunakan Sistem *Dissolved Air Flotation* (DAF) untuk Meningkatkan Kualitas Abu Terbang. *Jurnal Teknik Kimia di Indonesia*. Vol.2 No.3 Hal:115-120.
- Suyanta. 2013. *Buku Ajar Kimia Unsur*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press. Hal: 141-143.

- Svehla, G. 1990. *Vogel: Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Bagian 1. Edisi Kelima. (diterjemahkan oleh L. Setiono dan A. Hadyana Pudjaatmaka). Jakarta : Kalman Media Pustaka. Hal: 289.
- Wahyuni, Suci dan Nurul W. 2009. Adsorpsi Ion Logam Zn(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI PAITON dengan Metode Batch. *Prosiding KIMIA FMIPA-ITS*. Surabaya.
- Wang, C.F., Li, J.S., Wang, L.J. dan Sun, X.Y. 2008. Influence of NaOH Concentration on Synthesis of Pure-form Zeolite A from Fly Ash Using Two-Stage Method. dalam Said, N.F. dan Nurul W. Adsorpsi Cu(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI PAITON. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol.7 No.1 ISSN 1411-6723.
- Widiastuti, Yanik Ika. 2011. Adsorpsi Amonium (NH_4^+) Menggunakan Metode Batch dan Kolom Pada Zeolit A-Karbon yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara. *Seminar Zeolit VII dan Workshop Zeolit*. Surabaya.
- Widyawati, Novi. 2012. Analisis Pengaruh *Heating Rate* Terhadap Tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan Tipis BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret : Surakarta. Hal: 14-15.
- Wiyarsi, Antuni., Erfan P. 2011. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. *Jurnal Penelitian Kitosan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zulianingsih, Nika. 2012. Analisa Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel Terhadap Ketebalan dan Sifat Listrik (Kurva Histerisis). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret : Surakarta. Hal: 13-14.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kadar Karbon

Diketahui :

Massa abu dasar : 30 gram

Suhu kalsinasi : 900°C

Waktu kalsinasi : 2 jam

Tabel 1. Hasil perhitungan massa karbon dalam abu dasar batubara dalam dua pengulangan

No	W ₀ (gram)	W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	LOI (%)	Massa C hitung (gram)	Massa C hitung (%)
1	49,255	79,255	75,464	4,784	1,305	4,349
2	56,115	86,114	82,216	4,527	1,235	4,115
Rata-rata				4,656	1,270	4,232

Keterangan :

W₀ : Massa cawan kosong

W₁ : Massa cawan + abu dasar sebelum dikalsinasi

W₂ : Massa cawan + abu dasar setelah dikalsinasi

Lampiran 2. Perhitungan Pada Variasi pH

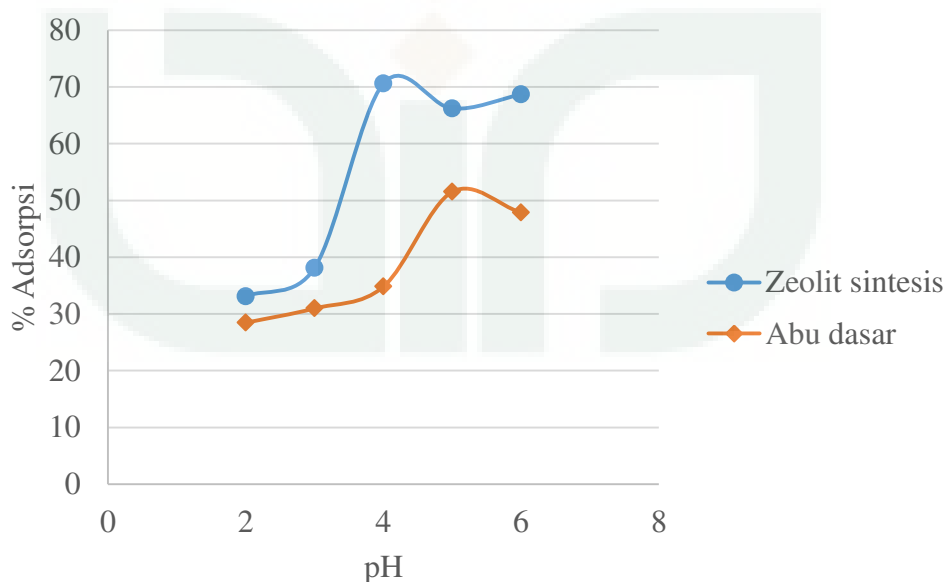
Diketahui :

Volume larutan Zn : 15 ml

Massa adsorben : 0,02 gram

Tabel 2. Hasil perhitungan pada variasi pH

Adsorben	pH	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Zn teradsorb (mg/L)	% Adsorpsi
Abu dasar	2	51,065	36,538	14,527	28,448
	3	51,065	35,250	15,815	30,970
	4	51,065	33,289	17,776	34,810
	5	51,065	24,755	26,310	51,522
	6	51,065	26,630	24,435	47,850
Zeolit sintesis	2	51,065	34,156	16,909	33,112
	3	51,065	31,601	19,464	38,116
	4	51,065	15,010	36,055	70,606
	5	51,065	17,251	33,814	66,217
	6	51,065	15,990	35,075	68,686

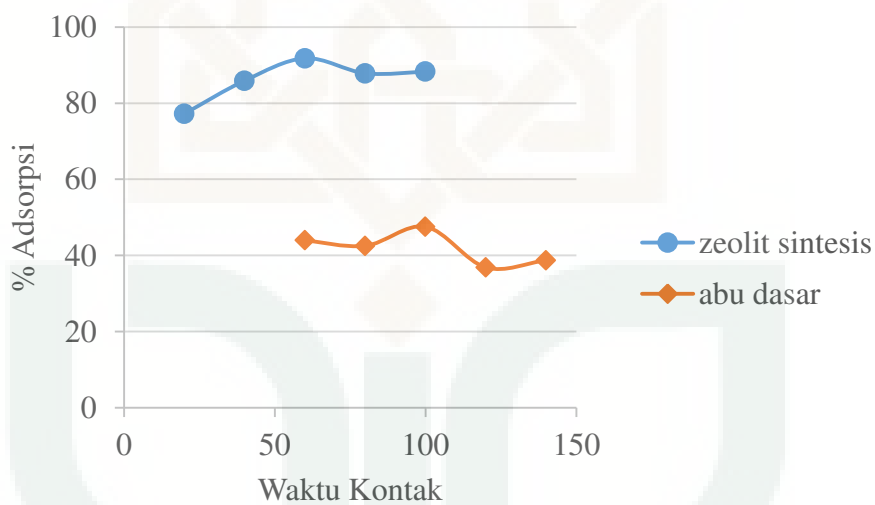


Gambar 1. Grafik hubungan antara pH dengan % adsorpsi

Lampiran 3. Perhitungan Pada Variasi Waktu Kontak dan Penentuan Pseudo Orde Reaksi

Tabel 3. Hasil perhitungan pada variasi waktu

Adsorben	Waktu (menit)	Volume (L)	Massa adsorben (gram)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	% Adsorpsi
Abu Dasar	60	0,015	0,02	51,065	28,589	44,014
	80	0,015	0,02	51,065	29,348	42,528
	100	0,015	0,02	51,065	26,786	47,545
	120	0,015	0,02	51,065	32,248	36,849
	140	0,015	0,02	51,065	31,293	38,719
Zeolit Sintesis	20	0,015	0,02	51,065	11,612	77,260
	40	0,015	0,02	51,065	7,175	85,949
	60	0,015	0,02	51,065	4,182	91,810
	80	0,015	0,02	51,065	6,197	87,864
	100	0,015	0,02	51,065	5,962	88,324



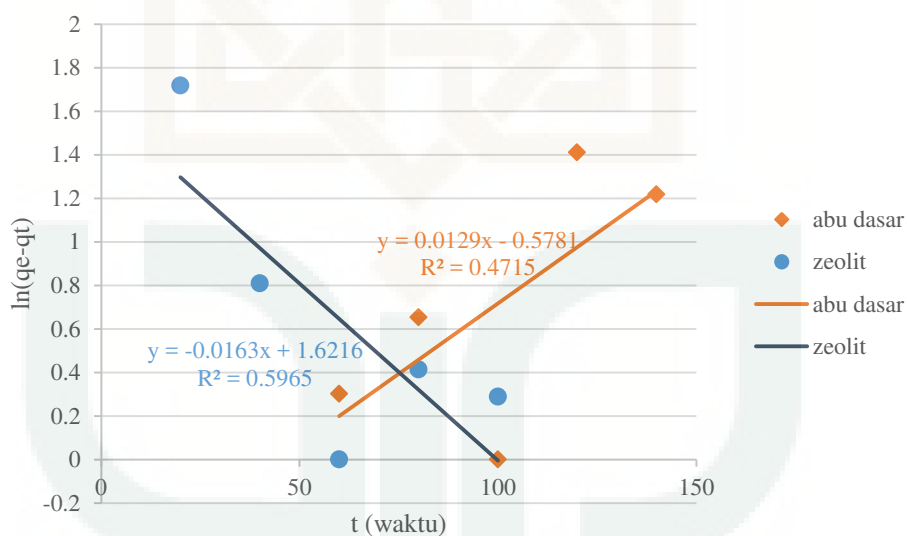
Gambar 2. Grafik hubungan waktu kontak dengan % adsorbansi

Tabel 4. Penentuan orde reaksi pada adsorben abu dasar

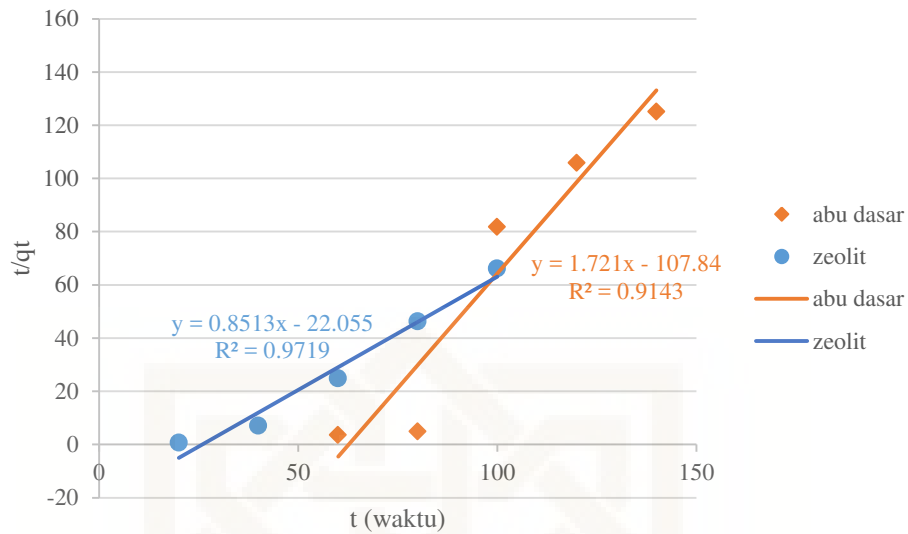
t (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qt (mg/g)	qe-qt	ln(qe-qt)	t/qt
60	51,065	28,589	18,2092	16,8570	1,3522	0,3017	3,5593
80	51,065	29,348	18,2092	16,2877	1,9215	0,6531	4,9116
100	51,065	26,786	18,2092	18,2092	0	0	81,7908
120	51,065	32,248	18,2092	14,1127	4,0965	1,4101	105,8873
140	51,065	31,293	18,2092	14,8290	3,3802	1,2179	125,171

Tabel 5. Penentuan orde reaksi pada adsorben zeolit sintesis

t (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qt (mg/g)	qe-qt	ln(qe-qt)	t/qt
20	51,065	11,612	35,1622	29,5897	5,5725	1,7178	0,6759
40	51,065	7,175	35,1622	32,9175	2,2447	0,8085	7,0825
60	51,065	4,182	35,1622	35,1622	0	0	24,8378
80	51,065	6,197	35,1622	33,6510	1,5112	0,4129	46,3490
100	51,065	5,962	35,1622	33,8272	1,3350	0,2889	66,1728



Gambar 3. Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde pertama



Gambar 4. Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde kedua

a. Kinetika adsorpsi pseudo orde pertama

1. Adsorben abu dasar

Persamaan Lagergren :

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

$$\ln(q_e - q_t) = -k_1 t + \ln q_e$$

persamaan garis : $y = 0,012x - 0,578$, maka :

$$y = \ln(q_e - q_t) \quad (\text{mg/g})$$

$$x = t \quad (\text{menit})$$

$$-k_1 t = 0,012$$

$$k_1 t = -0,012 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln q_e = -0,578$$

$$q_e = 0,561 \text{ mg/g}$$

2. Adsorben zeolit

Persamaan Lagergren

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

$$\ln(q_e - q_t) = -k_1 t + \ln q_e$$

persamaan garis : $y = -0,016 + 1,621$, maka :

$$y = \ln(q_e - q_t) \quad (\text{mg/g})$$

$$x = t \quad (\text{menit})$$

$$-k_1 t = -0,016$$

$$k_1 t = 0,016 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln q_e = 1,621$$

$$q_e = 5,058 \text{ mg/g}$$

b. Kinetika adsorpsi pseudo orde kedua

1. Abu dasar

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e}$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{q_e} t + \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

Persamaan garis : $y = 1,721x - 107,8$; maka

$$y = \frac{t}{q_t} \quad (\text{menit} \cdot \text{g/mg})$$

$$x = t \quad (\text{menit})$$

$$\frac{1}{q_e} = 1,721$$

$$q_e = 0,581 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = -107,8$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{q_e^2} = -107,8$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(0,581)^2} = -107,8$$

$$\frac{1}{0,337 k_2} = -107,8$$

$$k_2 = \frac{1}{(0,337)(-107,8)}$$

$$k_2 = \frac{1}{-36,389}$$

$$k_2 = -0,027 \text{ g/mg} \cdot \text{menit}^{-1}$$

2. Zeolit

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} + \frac{1}{qe}$$

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{qe} + \frac{1}{k_2 qe^2}$$

Persamaan garis : $y = 0,851x - 22,05$; maka

$$y = \frac{t}{qt} \text{ (menit} \cdot \text{g/mg)}$$

$$x = t \text{ (menit)}$$

$$\frac{1}{qe} = 0,851$$

$$qe = 1,175 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{k_2 qe^2} = -22,05$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{qe^2} = -22,05$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(1,175)^2} = -22,05$$

$$\frac{1}{1,380k_2} = -22,05$$

$$k_2 = \frac{1}{(1,380)(-22,05)}$$

$$k_2 = \frac{1}{-30,429}$$

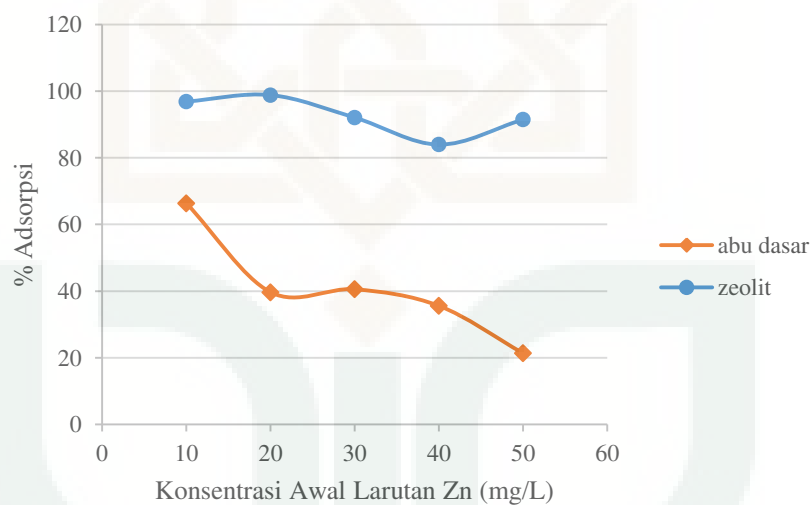
$$k_2 = -0,0328 \text{ g/mg} \cdot \text{menit}^{-1}$$

Lampiran 4. Perhitungan Pada Variasi Konsentrasi dan Penentuan Isoterm

Adsorpsi

Tabel 6. Hasil perhitungan pada variasi konsentrasi

Adsorben	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Zn teradsorp (mg/L)	% Adosrpsi
Abu Dasar	10	3,365	6,635	66,350
	20	12,065	7,935	39,675
	30	17,835	12,165	40,550
	40	25,770	14,230	35,575
	50	39,326	10,674	21,348
Zeolit	10	0,314	9,686	96,86
	20	0,236	19,764	98,82
	30	2,385	27,615	92,05
	40	6,416	33,584	83,96
	50	4,252	45,748	91,496

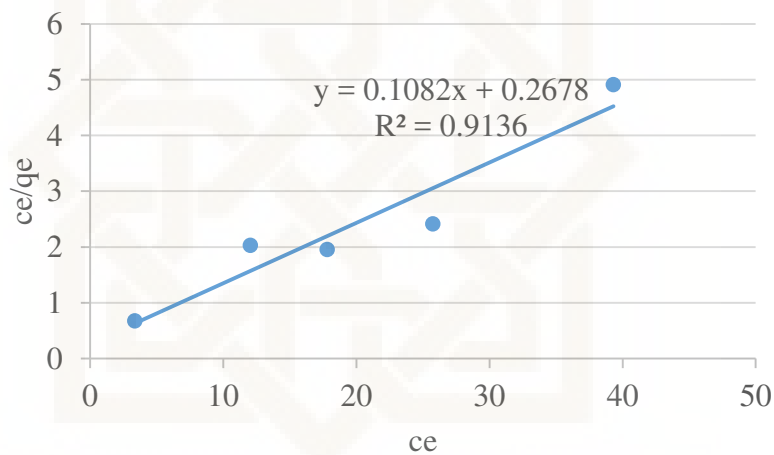


Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi awal larutan Zn (mg/L) dengan % adsorpsi

1. Adsorben Abu Dasar

Tabel 7. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben abu dasar

Volume (L)	Massa adsorben (g)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	Ce/qe (g/L)	logCe	log qe
0,015	0,02	10	3,365	4,976	0,676	0,526	0,696
0,015	0,02	20	12,065	5,951	2,027	1,081	0,774
0,015	0,02	30	17,835	9,123	1,954	1,251	0,960
0,015	0,02	40	25,770	10,672	2,414	1,411	1,028
0,015	0,02	50	39,326	8,005	4,912	1,594	0,903



Gambar 6. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben abu dasar

Persamaan langmuir :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{\max}}$$

Diketahui persamaan garis lurus : $y = 0,1082x + 0,2678$

$$\text{satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,1082 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 9,242 \text{ mg/g}$$

$$\text{satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{\text{mg/L}}{\text{mg/g}} = \text{g/L}$$

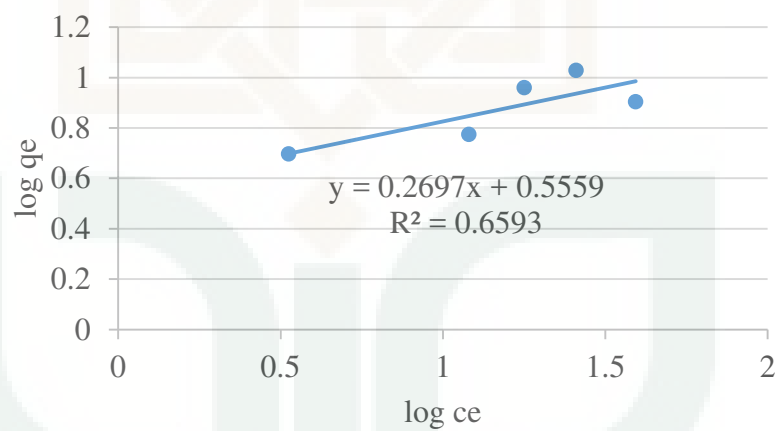
$$\text{intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,2678 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,2678 \text{ g/L}}{1/q_{\max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,2678 \text{ g/L}}{0,1082 \text{ g/mg}}$$

$$K_L = \frac{0,1082}{0,2678}$$

$$= 0,404 \text{ mg/L}$$



Gambar 7. Grafik isoterm freundlich pada adsorben abu dasar

Persamaan Freundlich

$$\log q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f$$

Persamaan garis : $y = 0,2697x + 0,5559$

$$\text{slope} = \frac{1}{n} = 0,2697$$

$$n=3,707$$

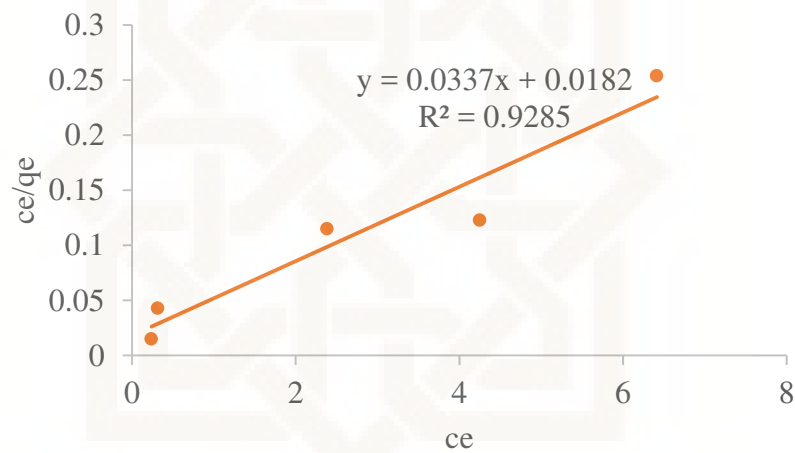
$$\text{intercept}=q_e=\frac{\text{mg}}{\text{g}}$$

$$\log K_f=0,5559$$

$$K_f=10^{0,5559}$$

$$=3,596$$

2. Adsorben Zeolit



Gambar 8. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben zeolit sintesis

Persamaan langmuir :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{\max}}$$

Diketahui persamaan garis lurus : $y = 0,0337x + 0,0182$

$$\text{satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{\frac{\text{g}}{\text{L}}}{\frac{\text{mg}}{\text{L}}} = \text{g/mg}$$

$$\text{slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,0337 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 29,673 \text{ mg/g}$$

$$\text{satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{\text{mg/L}}{\text{mg/g}} = \text{g/L}$$

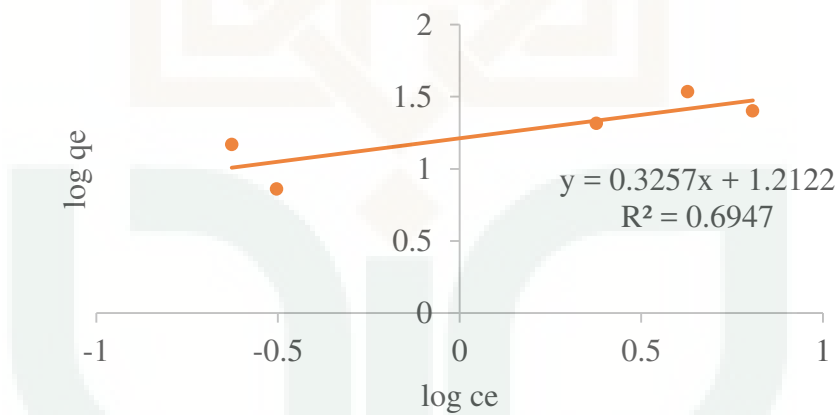
$$\text{intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,0182 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,0182 \text{ g/L}}{1/q_{\max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,0182 \text{ g/L}}{0,0337 \text{ g/mg}}$$

$$K_L = \frac{0,0337}{0,0182}$$

$$= 1,8516 \text{ mg/L}$$



Gambar 9. Grafik isoterm Freundlich pada adsorben zeolit sintesis

Persamaan Freundlich

$$\log q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f$$

Persamaan garis : $y = 0,3257x + 1,2122$

$$\text{slope} = \frac{1}{n} = 0,3257$$

$$n=3,070$$

$$\text{intercept}=qe=\frac{mg}{g}$$

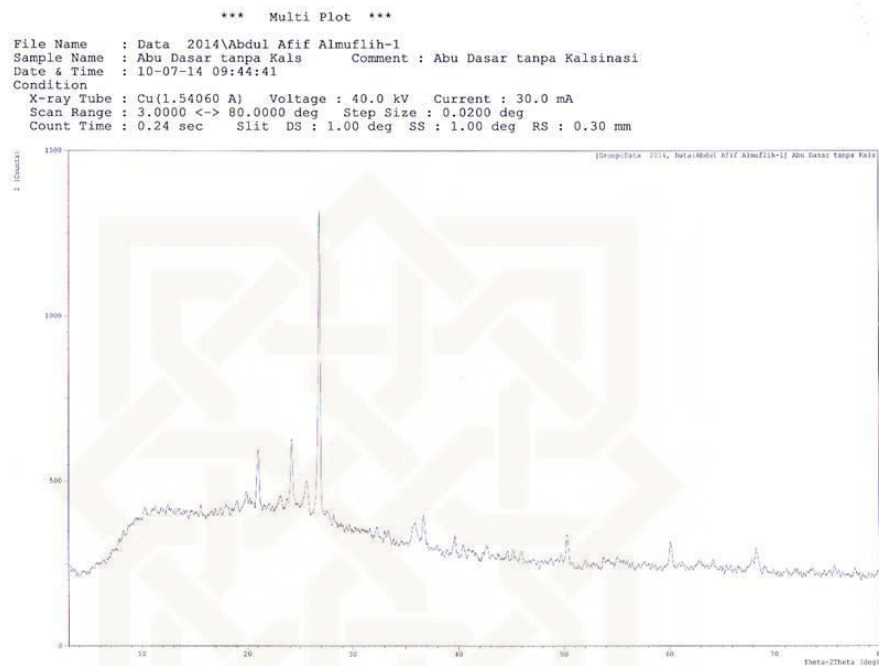
$$\log K_f=1,2122$$

$$K_f=10^{1,2122}$$

$$=16,3004$$

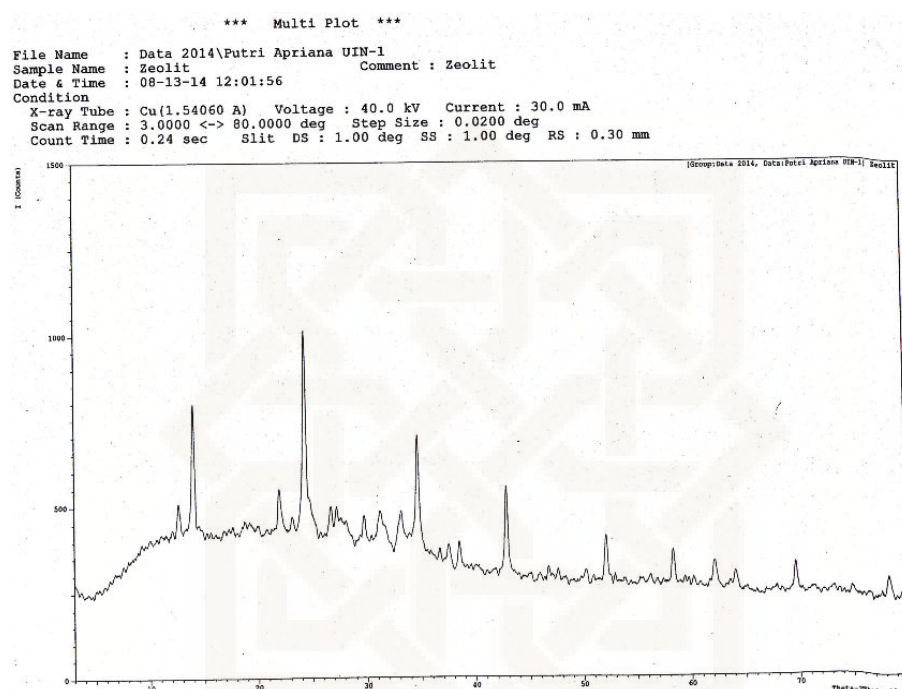


Lampiran 5. Hasil Karakterisasi Abu Dasar Menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*)

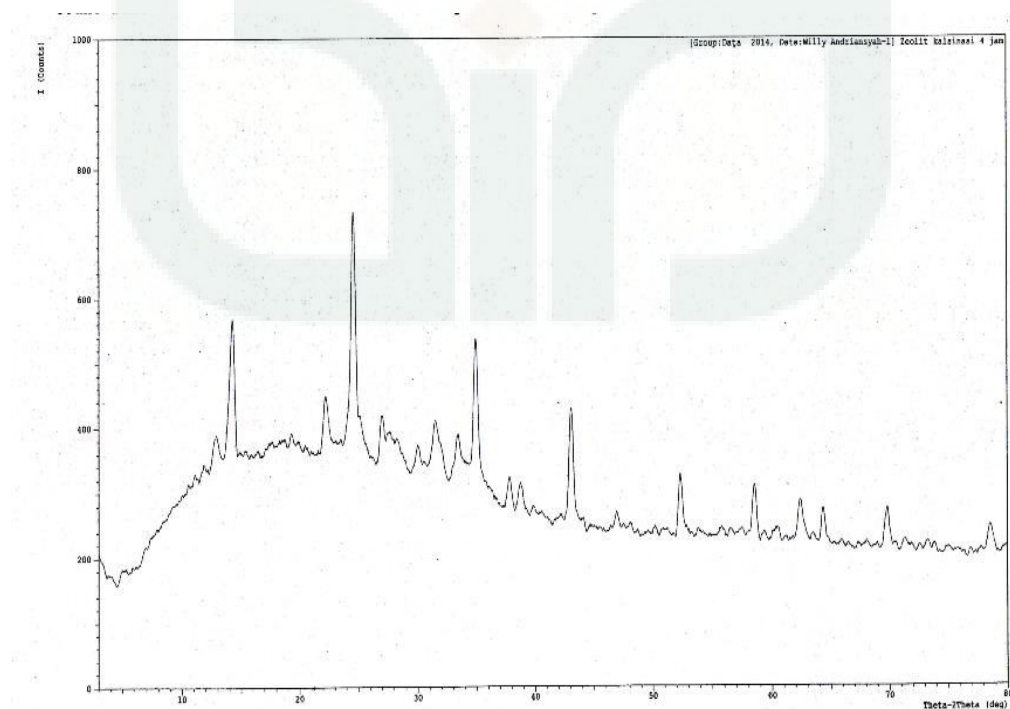


Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2), Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4), dan Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan XRD (*X-Ray Diffraction*)

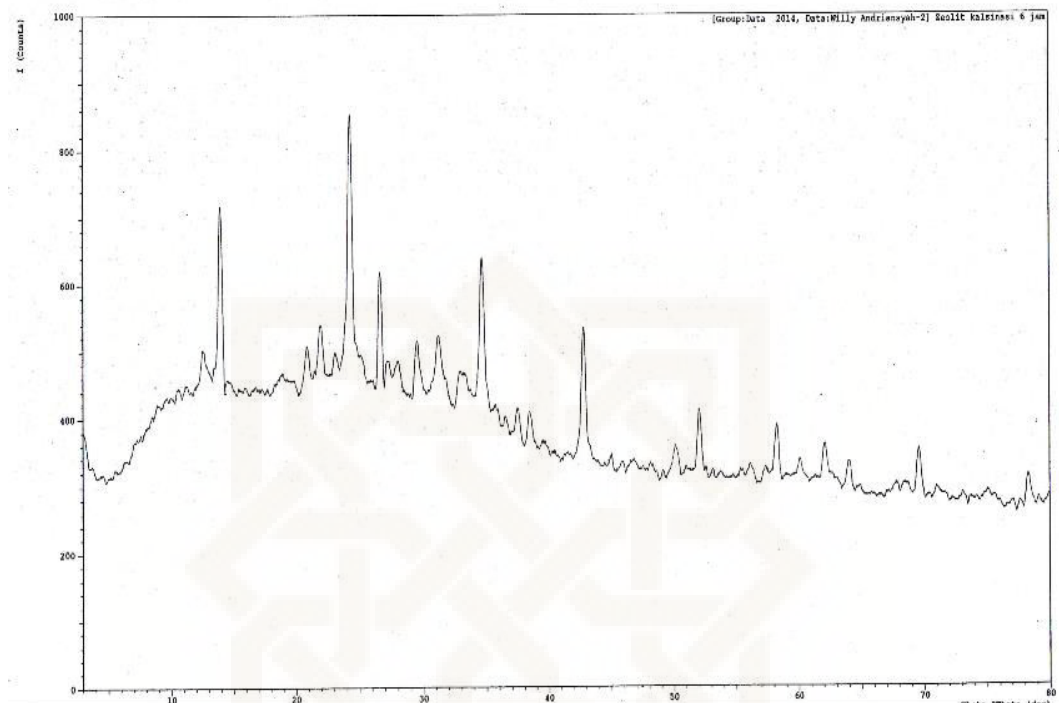
a. Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2)



b. Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4)

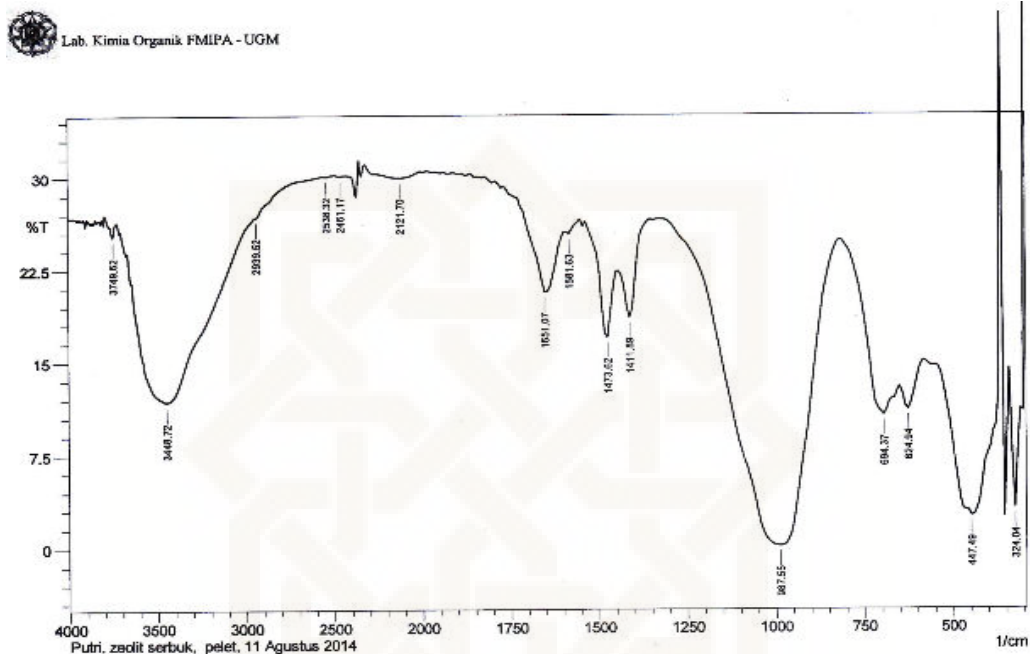


c. Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6)

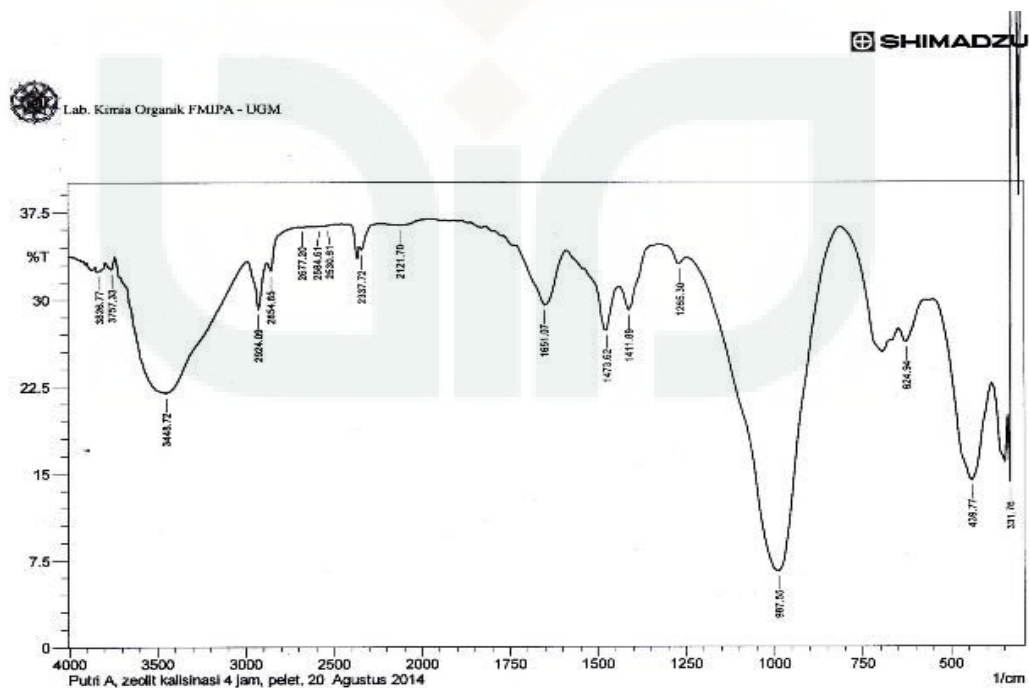


Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2), Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4), dan Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan FTIR (Fourier Transform Infrared)

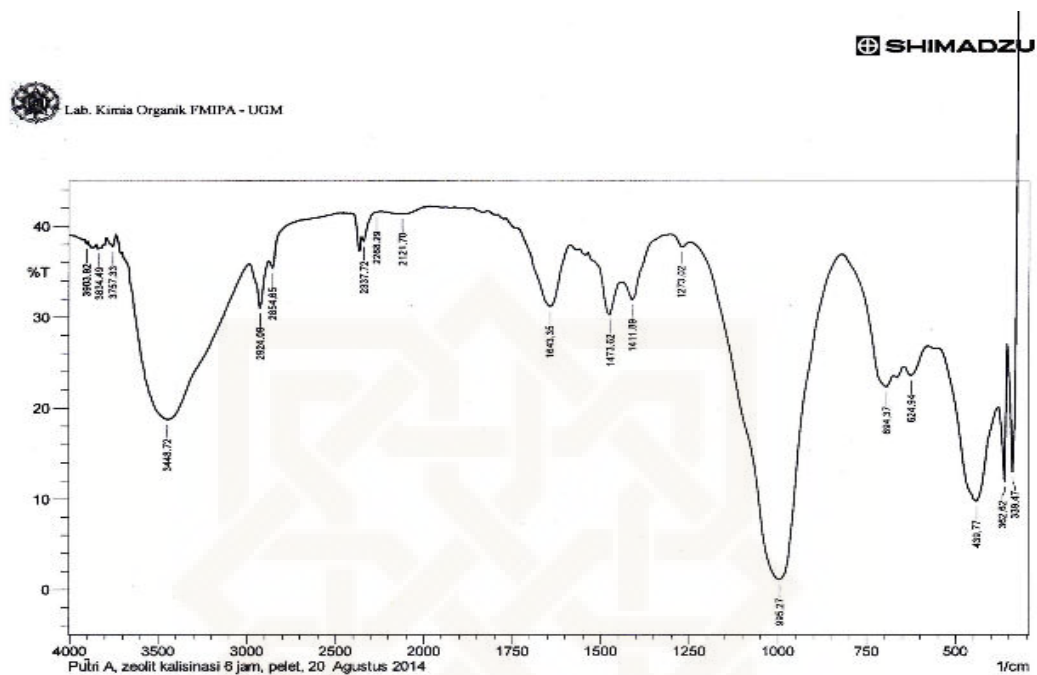
a. Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2)



b. Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4)



c. Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6)



Lampiran 8. JCPDS (Joint Commitee for Powder Diffraction Standard) dari Kuarsa, Mulite, Hematite, Sodalit, Zeolit A, Zeolit Na-P, Zeolit Y, dan Faujasit

03-0419 (Deleted)	α -SiO ₂
CAS Number:	Silicon Oxide
Molecular Weight: 60.08	Ref: Favejee, J., Z. Kristallogr., Kristallgeom., Kristallphys., Kristallchem., 100, 430 (1939)
Volume[CD]: 112.28	
Dx: 2.666 Dm: 2.653	
Sys: Rhombohedral	
Lattice: Rhomb-centered	
S.G.: R	
Cell Parameters:	
a 4.903 b c 5.393	
α β γ	
SS/FQM: F14=5(0.131, 21)	
I/cor:	
Rad: CuK α 1	
Lambda: 1.5405	
Filter:	
d-sp:	
Mineral Name:	
Quartz	

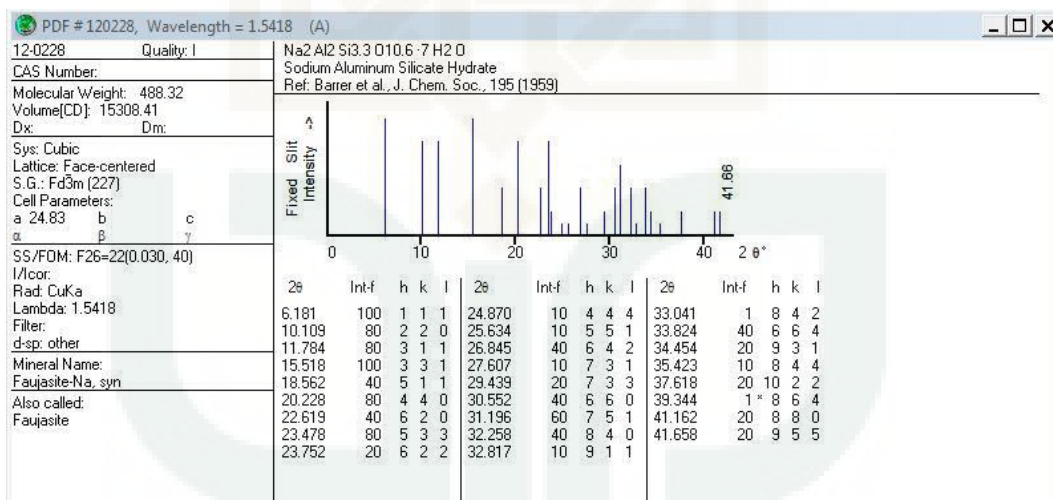
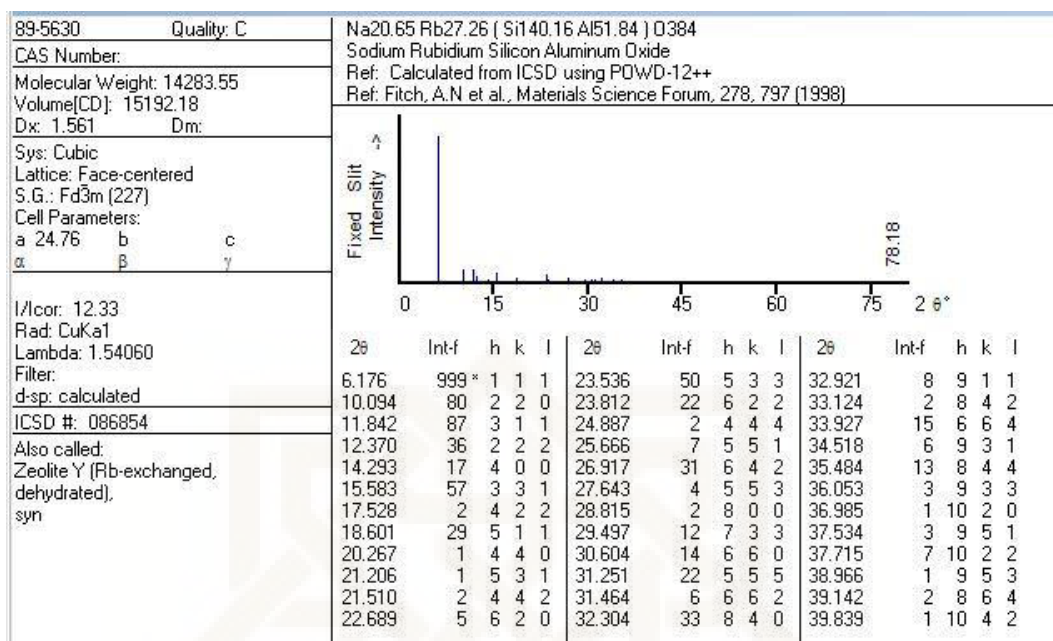
86-1628 Quality: C	SiO ₂
CAS Number:	Silicon Oxide
Molecular Weight: 60.08	Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 112.37	Ref: Lager, G.A., Jorgensen, J.D., Rotella, F.J., J. Appl. Phys., 53, 6751 (1982)
Dx: 2.664 Dm:	
Sys: Hexagonal	
Lattice: Primitive	
S.G.: P3 ₁ 21 (152)	
Cell Parameters:	
a 4.902 b c 5.399	
α β γ	
I/cor: 3.09	
Rad: CuK α 1	
Lambda: 1.54060	
Filter:	
d-sp: calculated	
ICSD #: 201352	
Mineral Name:	
Quartz low	
Non-Ambient Temperature	

81-0705	Quality: C	Na ₈ (Al ₆ Si ₆ O ₂₄)(OH) ₂ (H ₂ O) ₂
CAS Number:		Sodium Aluminum Silicate Hydroxide Hydrate
Molecular Weight: 968.35		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 697.86		Ref: Wiebcke, M et al., J. Phys. Chem., 96, 392 [1992]
Dx: 2.304 Dm:		
Sys: Cubic		
Lattice: Primitive		
S.G.: P43n (218)		
Cell Parameters:		
a 8.870 b c		
α β γ		
I/I _{cor} : 2.17		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 072060		
Mineral Name:		
Sodalite, syn		
Non-Ambient Temperature		

2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l
14.109	39	1	1	0	45.707	3	4	2	0	63.774	0	6	1	0
20.004	4	2	0	0	46.902	0	4	2	1	64.734	16	6	1	1
22.395	2	2	1	0	48.075	2	3	3	2	66.631	5	6	2	0
24.564	100*	2	1	1	50.358	15	4	2	2	67.569	0	6	2	1
28.438	3	2	2	0	51.471	0	4	3	0	68.501	15	5	4	1
31.879	40	3	1	0	52.567	21	4	3	1	70.347	17	6	2	2
35.015	50	2	2	2	55.766	1	4	3	2	71.262	0	6	3	0
36.494	0	3	2	0	56.805	2	5	2	1	72.172	7	6	3	1
37.924	15	3	2	1	58.847	24	4	4	0	73.979	7	4	4	4
40.653	0	4	0	0	60.846	28	4	3	3	74.876	0	6	3	2
41.963	0	4	1	0	61.831	0	5	3	1	75.769	3	7	1	0
43.239	56	4	1	1	62.807	18	6	0	0	77.546	1	6	4	0

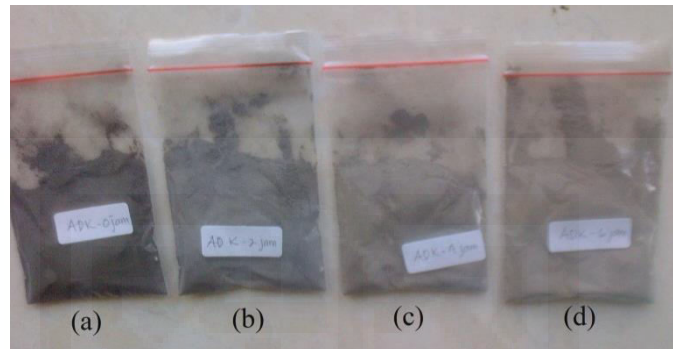
88-2371	Quality: C	Zn ₆ Al ₁₂ Si ₁₂ O ₄₈
CAS Number:		Zinc Aluminum Silicate
Molecular Weight: 1821.06		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++
Volume[CD]: 1749.25		Ref: McCusker, L.B., Seif, K., J. Phys. Chem., 85, 405 (1981)
Dx: 1.729 Dm:		
Sys: Cubic		
Lattice: Primitive		
S.G.: Pm3m (221)		
Cell Parameters:		
a 12.04 b c		
α β γ		
I/I _{cor} : 17.27		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 041553		
Also called:		
Zeolite A Zn-exchanged, evacuated, syn		

2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
7.331	999*	1	0	0	29.633	1	4	0	0	40.994	1	5	2	1
10.375	1	1	1	0	30.567	22	4	1	0	42.403	1	4	4	0
12.715	13	1	1	1	31.475	3	3	3	0	43.093	3	5	2	2
14.692	1	2	0	0	32.361	7	3	3	1	43.774	2	5	3	0
16.438	14	2	1	0	33.226	1	4	2	0	44.447	2	5	3	1
18.019	19	2	1	1	34.071	11	4	2	1	45.112	12	6	0	0
20.835	1	2	2	0	34.898	26	3	3	2	45.769	3	6	1	0
22.115	57	3	0	0	36.504	2	4	2	2	46.419	1	6	1	1
23.327	1	3	1	0	37.284	5	5	0	0	47.699	1	6	2	0
24.483	24	3	1	1	38.050	3	5	1	0	48.329	2	4	4	3
26.654	2	3	2	0	38.804	7	5	1	1	48.953	2	5	4	1
27.679	44	3	2	1	40.275	2	5	2	0	49.571	1	5	3	3



Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

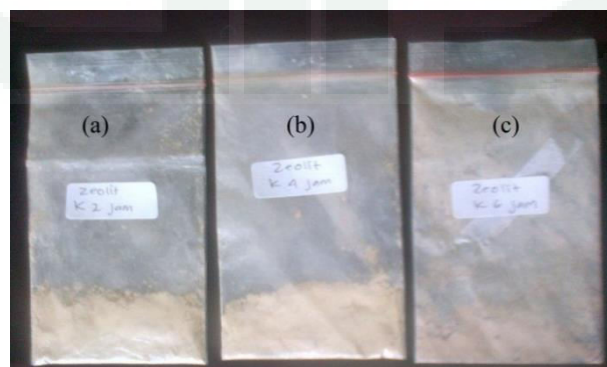
1. Abu dasar batubara pabrik gula Madukismo (a) tanpa perlakuan, (b) kalsinasi 2 jam, (c) kalsinasi 4 jam, (d) kalsinasi 6 jam



2. Hasil peleburan abu dasar batubara (a) kalsinasi 2 jam, (b) kalsinasi 4 jam, (c) kalsinasi 6 jam dengan NaOH



3. Zeolit sintesis dari abu dasar batubara (a) kalsinasi 2 jam, (b) kalsinasi 4 jam, (c) kalsinasi 6 jam



CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : Putri Apriana

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat, Tanggal Lahir : Klaten, 6 April 1993

Alamat Asal : Damaran, Gayampurit,
Klaten Selatan, Klaten

Alamat Tinggal : Damaran, Gayampurit, Klaten Selatan, Klaten

Email : ppoetik@gmail.com

No. HP : 085725437661



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	TK ABA I Gedung Sierad	1998
SD	SD Negeri Tegalyoso I	2004
SMP	SMP Negeri 6 Klaten	2007
SMU	MAN Klaten	2010
S1	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2016