

**PEMBENTUKAN ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA MELALUI
PELEBURAN-HIDROTHERMAL DENGAN VARIASI WAKTU
KALSINASI UNTUK UJI ADSORPSI LOGAM Pb(II)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**

Program Studi Kimia



**Oleh:
Novi Setiawati
10630019**

**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 : Novi Setiawati

NIM : 10630019

Judul Skripsi : Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal dengan Variasi Waktu Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(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. 19691104 200003 1 002



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 : Novi Setiawati
NIM : 10630019
Judul Skripsi : Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(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, 9 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 : Novi Setiawati
NIM : 10630019
Judul Skripsi : Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(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, 9 Desember 2016

Konsultan II

Didik Krisdiyanto, M.Sc
19811111 201101 1 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama : Novi Setiawati
NIM : 10630019
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

“Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal dengan Variasi Waktu Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(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



Novi Setiawati
NIM.10630030



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B.4443/Un.02/DST/PP.05.3/12/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal dengan Variasi Waktu Kalsinasi untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(II)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
 Nama : Novi Setiawati
 NIM : 10630019
 Telah dimunaqasyahkan pada : 18 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, 9 Desember 2016
 UIN Sunan Kalijaga
 Fakultas Sains dan Teknologi
 Dekan



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

MOTTO

“Banyak kegagalan dalam hidup ini karena orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha Mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(Al-Baqarah: 216)

“Keberhasilan merupakan sebuah proses. Allah selalu menyertai orang-orang yang penuh dengan kesabaran dalam proses menuju keberhasilan, karena kesabaran akan membuat kita mengerti bagaimana cara mensyukuri arti sebuah keberhasilan”

(Novi Setiawati)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

PERSEMBAHAN

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



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Alhamdulillah dengan izin dan kehendak-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pembentukan Zeolit Dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal Dengan Variasi Waktu Kalsinasi Untuk Uji Adsorpsi Logam Pb(II)”** sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu dengan baik.

Dalam penulisan skripsi/tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa semua tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Maka, penulis mengucapkan terima kasih 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 dan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku dosen penasihat akademik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Seluruh dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu selama penulis kuliah.
6. Ibu Nina Hamidah, S.Si., M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Kimia dan Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., serta Ibu Isni

Gustanti, S.Si selaku Laboran Laboratorium Kimia yang telah melayani dan mengajari cara penggunaan peralatan Laboratorium selama penelitian berlangsung.

7. Bapak Riyanto, Ibu Sulastri, kedua adik saya Wahyu Riyan Sahputro dan Ardiansyah Tri Sahputra serta keluarga besar dengan semua doa dan dukungannya.
8. Ardy Widarma yang memberi dukungan dan semangat serta doa selama penelitian berlangsung serta penulisan skripsi ini.
9. Sahabat dan rekan-rekan penelitian: Putri, Lukman, Hargian, dan Willy atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
10. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2010 atas kebersamaannya dan yang memberikan motivasi serta dukungan.
11. Semua pihak yang telah mendukung dan memberikan bantuan baik moral maupun spiritual serta semangat dalam penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca sekalian demi kesempurnaan Skripsi/Tugas Akhir ini. Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi kita semua yang membaca.

Yogyakarta, Desember 2016

Novi Setiawati

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN 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	2
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori.....	7
1. Abu Dasar Batubara	7
2. Kalsinasi	8
3. Zeolit	9
4. Sintesis Zeolit.....	13
5. Karakterisasi Abu Dasar Batubara dan Zeolit.....	14
a. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	14
b. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	15
c. <i>Spektroskopi Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	17
6. <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	20
7. Logam Timbal (Pb)	21
8. Adsorpsi	22
9. Isoterm Adsorpsi	23
a. Isoterm Langmuir	23
b. Isoterm Freudlich	24
10. Kinetika Adsorpsi.....	25
a. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Pertama	25
b. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Kedua.....	25

BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
B. Alat-alat Penelitian.....	27
C. Bahan-bahan Penelitian.....	27
D. Cara Kerja Penelitian	27
1. Preparasi Awal Abu Dasar Batubara.....	27
2. Kalsinasi Abu Dasar Batubara	28
3. Peleburan NaOH	28
4. Sintesis Zeolit.....	28
5. Uji Adsorpsi Logam Pb(II)	29
a. Penentuan pH optimum.....	29
b. Penentuan Waktu Kontak Optimum	29
c. Penentuan Konsentrasi Awal Larutan Pb(II)	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Karakterisasi Abu Dasar Batubara	31
1. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	31
2. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	32
B. Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara.....	34
C. Karakterisasi Zeolit Sintesis.....	37
1. Karakterisasi Menggunakan FTIR	37
2. Karakterisasi Menggunakan XRD	39
D. Uji Adsorpsi Logam Pb(II)	43
1. Penentuan pH Optimum	44
2. Penentuan Waktu Kontak Optimum	46
3. Kinetika Adsorpsi.....	47
4. Penentuan Konsentrasi Awal Larutan Pb(II)	50
5. Isoterm Adsorpsi	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
A. Kesimpulan	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Unit pembangun primer : tetrahedral silika dan alumina dan struktur kerangka zeolit.....	10
Gambar 2.2 Unit pembangun sekunder pada zeolit	11
Gambar 2.3 Pembentukan beberapa tipe zeolit dari unit pembangunan primer, unit pembangunan sekunder dan polihedral.....	11
Gambar 2.4 Skema instrumentasi XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	15
Gambar 2.5 Skema instrumentasi XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	16
Gambar 4.1 Difraktogram abu dasar batubara	33
Gambar 4.2 Spektra FTIR untuk zeolit hasil sintesis dengan kalsinasi 2 jam (ZK2), 4 jam (ZK4), dan 6 jam (ZK6).....	37
Gambar 4.3 Perbandingan difraktogram zeolit sintesis dari abu dasar kalsinasi selama 2 jam (ZK2), 4 jam (ZK4), dan 6 jam (ZK6)	40
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara pH dengan % adsorpsi logam Pb menggunakan abu dasar dan zeolit sintesis	44
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara waktu kontak dengan % adsorpsi logam Pb menggunakan abu dasar dan zeolit sintesis	47
Gambar 4.6 Grafik pseudo orde pertama dari abu dasar dan zeolit sintesis.....	48
Gambar 4.7 Grafik pseudo orde kedua dari abu dasar dan zeolit sintesis...	48
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara konsentrasi awal larutan Pb dengan % adsorpsi	50
Gambar 4.9 Grafik isoterm Langmuir pada adsorben abu dasar dan zeolit sintesis	52
Gambar 4.10 Grafik isoterm Freundlich pada adsorben abu dasar dan zeolit sintesis	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Komposisi senyawa dalam abu dasar batubara 31
Tabel 4.2	Interpretasi data XRD dari abu dasar batubara 34
Tabel 4.3	Interpretasi spektra IR dan jenis vibrasi dari zeolit sintesis 39
Tabel 4.4	Interpretasi data XRD dari zeolit sintesis..... 43
Tabel 4.5	Model kinetika adsorpsi abu dasar dan zeolit sintesis 49
Tabel 4.6	Model isoterm adsorpsi abu dasar dan zeolit sintesis 55



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan kadar karbon	66
Lampiran 2. Perhitungan pada variasi pH.....	67
Lampiran 3. Perhitungan pada variasi waktu kontak dan penentuan pseudo orde reaksi	68
Lampiran 4. Perhitungan pada variasi konsentrasi dan penentuan isoterm adsorpsi	73
Lampiran 5. Hasil karakterisasi abu dasar menggunakan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	78
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>).....	79
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>)	81
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	83
Lampiran 9. Dokumentasi penelitian	88

ABSTRAK**PEMBENTUKAN ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA MELALUI
PELEBURAN-HIDROTERMAL DENGAN VARIASI WAKTU
KALSINASI UNTUK UJI ADSORPSI LOGAM Pb(II)****Oleh:****Novi Setiawati****10630019****Dosen Pembimbing: Khamidinal, M.Si**

Pembentukan zeolit dari abu dasar batubara dengan metode peleburan hidrotermal untuk adsorpsi logam Pb telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit dan mengetahui kapasitas adsorpsi zeolit hasil sintesis abu dasar batubara terhadap logam Pb.

Abu dasar dikarakterisasi menggunakan XRD dan XRF. Selanjutnya, dikalsinasi selama 2, 4, dan 6 jam. Sintesis zeolit dilakukan melalui peleburan dengan menggunakan NaOH (rasio abu dasar/NaOH 1:1,2) pada suhu 750°C selama 1 jam. Kristalisasi hidrotermal dilakukan pada suhu 100 °C selama 24 jam. Zeolit sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. Uji adsorpsi logam Pb dilakukan dengan variasi pH, waktu, dan konsentrasi. Selain itu, juga dikaji aspek kinetika dan isoterm adsorpsinya.

Hasil uji menggunakan XRD dan XRF menunjukkan bahwa abu dasar mengandung kuarsa dan mulit (Si/Al=1,50). Produk hidrotermal menunjukkan serapan IR spesifik zeolit pada bilangan gelombang 300-1250 cm⁻¹. Karakterisasi menggunakan XRD terbentuk zeolit jenis sodalit, zeolit A, zeolit Y, zeolit Na-P, dan zeolit faujasit. Kondisi optimum adsorpsi logam Pb pada zeolit dan abu dasar yaitu pada pH 4, waktu 100 menit, dan konsentrasi 40 mg/L serta pH 5, waktu 120 menit, dan konsentrasi 20 mg/L. Kinetika adsorpsi logam Pb menggunakan zeolit dan abu dasar mengikuti model pseudo orde kedua, dengan konstanta laju (k₂) masing-masing 0,0128 g/mg.min⁻¹ dan 0,0031 g/mg.min⁻¹. Isoterm adsorpsi zeolit dan abu dasar terhadap logam Pb mengikuti model Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum (q_{max}) masing-masing sebesar 250 mg/g dan 125 mg/g.

Kata Kunci: Abu dasar, kalsinasi, zeolit, peleburan hidrotermal, adsorpsi, logam Pb

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini total konsumsi energi di dunia didominasi oleh bahan bakar fosil seperti batubara. Dalam aplikasinya, pembakaran batubara menghasilkan sekitar 5% polutan padat yang berupa abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*), di mana sekitar 10-20% adalah abu dasar dan sekitar 80-90% adalah abu layang dari total abu yang dihasilkan dari proses pembakaran (Agustiana, 2011). Abu layang adalah abu yang dihasilkan dari transformasi, pelelehan, atau gasifikasi dari material anorganik yang terkandung di dalam batubara (Londar, 2009). Sedangkan abu dasar adalah produk samping pembakaran batubara yang merupakan material yang tidak terbakar dan berbentuk granular (Agustiana, 2011).

Abu dasar memiliki kandungan Si dan Al yang merupakan komponen dasar untuk sintesis zeolit, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan abu layang. Abu dasar memiliki kandungan Si 50,98% dan Al 14,996%, sedangkan abu layang memiliki kandungan Si 56,13% dan Al 18,49% (Wahyuni, 2010). Oleh sebab itu, banyak penelitian yang memanfaatkan abu layang sebagai bahan sintesis zeolit daripada memanfaatkan abu dasar.

Abu dasar sendiri jarang dimanfaatkan karena masih mengandung banyak sisa karbon yang dapat mengganggu dalam proses pembentukan zeolit dan memiliki sifat struktur yang berbeda dari abu layang (Agustiana, 2011). Komponen terbesar dari kandungan abu dasar yaitu oksida-oksida silikon,

aluminium, besi dan kalsium. Komponen kimia dari abu dasar sebagian besar berfasa amorf yaitu sekitar 66% sampai 88%. Fasa kristalin utama adalah silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3). Dengan komposisi kandungan tersebut, maka abu dasar memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai dasar pembuatan zeolit (Said, 2008). Kandungan karbon dalam abu dasar akan mengganggu pembentukan kristal zeolit pada sintesis zeolit, sehingga untuk menghilangkan kadar karbon tersebut dilakukan dengan kalsinasi yaitu perlakuan panas terhadap suatu bahan pada suhu yang relatif tinggi dalam tungku pemanas (Londar dkk, 2011).

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam sintesis zeolit, salah satunya adalah metode peleburan alkali yang diikuti dengan proses hidrotermal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Londar dkk (2011), nilai KTK zeolit berkarbon (ZB) lebih rendah dari pada zeolit tanpa karbon (ZTK). Rendahnya nilai KTK dari zeolit berkarbon (ZB) dari pada zeolit tanpa karbon (ZTK) disebabkan juga adanya kandungan karbon yang dapat menutupi rongga-rongga zeolit sehingga dapat menghambat masuknya kation K^+ dalam kerangka zeolit. Sedangkan dari penelitian Wahyuni (2010), metode tersebut mampu menghilangkan ion logam Zn(II) hingga 99,74% dan 99,3678%.

Kemajuan teknologi dan perkembangan industri ini diikuti dengan bertambahnya logam berat yang terkandung dalam limbah yang dihasilkan. Salah satu logam yang berpotensi menjadi pencemar adalah timbal. Timbal merupakan pencemar yang toksik golongan logam berat yang pada tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia. Timbal akan terakumulasi sebagai limbah cair

dari industri tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran limbah cair Pb yaitu melalui proses adsorpsi (Latifah, 2014).

Dari permasalahan tersebut maka, pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan abu dasar dengan cara merubahnya menjadi zeolit dan menggunakan zeolit tersebut sebagai adsorben logam Pb.

B. Batasan Masalah

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan untuk sintesis zeolit adalah Metode Peleburan Hidrotermal.
3. Basa yang digunakan yaitu NaOH.
4. Variasi waktu kalsinasi abu dasar yang digunakan adalah 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.
5. Karakterisasi gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer FT-IR, sedangkan uji kristalinitas menggunakan Difraktometer Sinar-X.
6. Uji adsorpsi logam Pb menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik zeolit dari hasil sintesis abu dasar batubara?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit?

3. Bagaimana pengaruh pH optimum, waktu kontak optimum dan konsentrasi awal larutan Pb terhadap adsorpsi logam Pb menggunakan zeolit sintesis ataupun abu dasar?
4. Bagaimana model isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi dari abu dasar batubara dan zeolit sintesis terhadap logam Pb?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik zeolit dari hasil sintesis abu dasar batubara.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu kalsinasi terhadap hasil sintesis zeolit.
3. Mengetahui pengaruh pH optimum, waktu kontak optimum dan konsentrasi awal larutan Pb terhadap adsorpsi logam Pb menggunakan zeolit sintesis ataupun abu dasar.
4. Mengetahui model isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi dari abu dasar batubara dan zeolit sintesis terhadap logam Pb.

E. Kegunaan Penelitian

1. Memberikan informasi tentang sintesis zeolit dari abu dasar batubara menggunakan variasi waktu kalsinasi dengan Metode Hidrotermal dan uji adsorpsi terhadap logam Pb.
2. Zeolit hasil sintesis dari abu dasar batubara dapat diaplikasikan dalam adsorpsi limbah Pb.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Sintesis zeolit dari abu dasar batubara telah berhasil dilakukan dengan metode peleburan hidrotermal. Abu dasar yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan zeolit mengandung Si dan Al sebanyak 73,85% dalam fasa amorf maupun kristalin. Zeolit sintesis yang dihasilkan mengandung sodalit, zeolit A, zeolit Na-P, zeolit Y, dan faujasit.
2. Variasi waktu kalsinasi abu dasar sebagai bahan utama pembentukan zeolit yang berpengaruh terhadap intensitas difraksi dan homogenitas jenis kristal pada produk hidrotermal yang dihasilkan. Produk zeolit dengan kristalinitas terbaik pada ZK4 yaitu zeolit sintesis dengan waktu kalsinasi abu dasar selama 4 jam pada suhu 800°C.
3. pH optimum, waktu kontak optimum dan konsentrasi awal larutan Pb berpengaruh terhadap persentase adsorpsi logam Pb menggunakan zeolit sintesis dan abu dasar batubara. pH optimum pada adsorpsi menggunakan zeolit sintesis terletak pada pH 4 dengan persentase adsorpsi 98,250 %, sedangkan adsorpsi menggunakan abu dasar pH optimumnya terletak pada pH 5 dengan persentase adsorpsi 61,806 %. Waktu kontak optimum adsorpsi logam Pb dengan adsorben zeolit sintesis terjadi pada menit ke-100 dengan persentase adsorpsi sebesar 99,406%, sedangkan yang dengan adsorben abu dasar terjadi pada menit ke-120 dengan persentase adsorpsi 63,469%. Kondisi optimum adsorpsi logam Pb menggunakan abu dasar adalah pada konsentrasi awal larutan Pb 20 ppm dengan nilai persentase adsorpsi 91,740%, sedangkan

zeolit mampu mengadsorpsi 98,932% pada konsentrasi awal larutan Pb 40 ppm.

4. Berdasarkan model kinetika, abu dasar dan zeolit sintesis mengikuti model kinetika pseudo orde kedua, dengan nilai R^2 masing-masing 0,953 dan 0,996. Konstanta laju pseudo orde kedua abu dasar adalah 0,0031 g/mg.menit-1 dan untuk zeolit sintesis sebesar 0,0128 g/mg.menit-1 . Sementara itu, isoterm adsorpsi logam Pb(II) baik menggunakan abu dasar maupun zeolit sintesis mengikuti model Langmuir, dengan nilai R^2 masing-masing 0,985 dan 0,946. Selain itu, nilai konstanta Langmuir untuk abu dasar dan zeolit masing-masing 2,162 mg/L dan 1 mg/L. Kapasitas adsorpsi maksimum dari zeolit terhadap logam Pb yaitu sebesar 250 mg/g lebih tinggi dibandingkan dengan abu dasar yang hanya sebesar 125 mg/g.

B. Saran

Saran penulis untuk peneliti berikutnya yaitu perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut terhadap zeolit sintesis sebelum dan setelah adsorpsi dengan menggunakan SEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, Didik P. dan Widiastuti, N. 2011. Pembuatan Zeolit X dari Abu Dasar Batubara PT IMOMI PAITON. Surabaya: *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*.
- Alfathoni, G. 2002. Rahasia Untuk Mendapatkan Mutu Produk Karbon Aktif dengan Serapan Iodium di atas 1000 mg/g dalam Londar, Everista., Hamzah F., Nurul W: Pengaruh Karbon Terhadap Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar dengan Metode Hidrotermal Langsung. Surabaya : *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Arnovitri, Rossy., Zahrina, I., Yelmida. 2012. Sintesis ZSM-5 dari *Fly Ash* Sawit sebagai Sumber Silika dengan Variasi Temperatur Kalsinasi dan Waktu Kalsinasi. *Jurusan Teknik Kimia*. Universitas Riau. Riau.
- Astuti, W., Endang, T.W., Agus, P. I Made, B. 2013. 2013. The Character of Dual Site Adsorben on Coal Fly Ash Toward Pb(II) Adsoben. *IOSR Journal of Engineering*. e-ISSN: 2250-3021.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika Jilid 2 Edisi Keempat*. (diterjemahkan oleh Irma I. Kartohadiprodjo). Jakarta : Erlangga. Hal: 169-443.
- Breck, D.W. 1974. Zeolite Molecular Sieves: Structure dalam Agustiana, Didik P dan Widiastuti, N: Pembuatan Zeolit X dari Abu Dasar Batubara PT IMOMI PAITON. Surabaya: *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*.
- Budiyantoro, Arief. 2005. Konversi Abu Layang Batubara Sebagai Material Pengemban Logam Nikel dan Uji Ketahanan Struktur Padatan Terhadap Panas dalam Jumaeri, W., Astuti dan Lestari, W. T. P: Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. Semarang: *Jurnal Reaktor* Vol.11 No.1 Hal 38-44.
- Cotton, F. Albert. 2013. *Kimia Anorganik Dasar*. (diterjemahkan oleh Sahati Suharto). Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press). Hal: 318.
- Darmayanti, Nurdin R., Supriadi. 2012. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang

- Kepok Berdasarkan Variasi pH. Palu : *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.
- Fauzi, T.M. 2008. Pengaruh Pemberian Timbal Asetat dan Vitamin C Terhadap Kadar Malondialdehyde dan Kualitas Spermatozoa di Dalam Sekresi Epididimis Mecit Albino (*Mus musculus L*) Strain Balb/C. *Thesis* Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Fessenden, Ralp J., dan Fessenden, Joan S.F. 1986. *Kimia Organik Jilid 1 Edisi Ketiga*. (diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana). Jakarta: Erlangga. Hal:315.
- 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*. Surabaya: *Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010* Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jumaeri, W., Astuti dan Lestari, WTP. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. Semarang: *Jurnal Reaktor* Vol.11 No.1 Hal 38-44.
- 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*. Surabaya: *Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010* Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Keenan, Charles W., Donald, C Kleinfelter., Jesse, H Wood. 1992. *Ilmu Kimia Untuk Universitas Edisi Keenam Jilid II*. (diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph. D). Jakarta: Erlangga. Hal: 143-343.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. (diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. Hal: 287-291.

- Kimmich, R. 2002. Strange Kinetics, Porous Media, and NMR dalam Susilowati, Eka Nuril., Fauziatul, Fajaroh., dan Surjani, Wonorahardjo: Sintesis Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4) secara Elektrokimia dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Pb(II). Malang: *Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang*.
- Kiswarini, Rosika., Dian A., Agus D. 2010. Validasi Metode XRF (*X-Ray Fluoresense*) Secara Tunggal dan Simultan untuk Analisis Unsur Mg, Mn dan Fe dalam Paduan Aluminium. Yogyakarta : *Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir* ISSN 1978-0176.
- Kristiyani, Dyah , Eko B.S., Agung T.P. 2012. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} pada Air Sumur. Semarang : *Indonesian Journal of Chemical Science* ISSN 2252-6951.
- Kundari, Noor A., dan Slamet W. 2008. Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. Yogyakarta: *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir* ISSN 1978-0176.
- Latifah, Rais, Nur., Roro, Ernia., Anisya, Iisdiana., Erick, Rian, Yulianto., Nur, Jannah Asriliya., Ayuni, Dita Rosalia., Rosid, Eka Mustofa., dan Edi, Pranomo. 2014. Pemanfaatan α -Keratin Bulu Ayam Sebagai Adsorben Ion Timbal (Pb). Surakarta: *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia* Vol.10 No.1 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Lestari, S., dan Eko, S.M. 2003. Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces Cerevisiae* yang Termobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II) dalam Darmayanti, Nurdin R., Supriadi: Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. Palu: *Jurnal Akademika Kimia* Vol.1 No.4 Hal 159-165.ISSN 2302-6030.
- Londar, Everista., Hamzah F., Nurul W. 2011. Pengaruh Karbon Terhadap Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar dengan Metode Hidrotermal Langsung. Surabaya : *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

- Martianingsih, N dan Nurul F S. 2011. Karakterisasi Zeolit Menggunakan SEM, XRF dan XRD. Surabaya: Laboratorium Studi Energi dan Rekayasa LPPM, ITS.
- Mulyono, Sukadi., Sihono., Rosidi., Bambang I. 2012. Kalibrasi Tenaga dan Standar Menggunakan Data *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk Analisis Unsur Zirkonium dalam Mineral. Yogyakarta: *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir BATAN*.
- Nascimento, Marisa., Prado, P.F., Soares, P.S.M., Vicente, P de Souza. 2012. Study of the Synthesis of Zeolit from Coal Ash and Its Use as Sorbents for Heavy Metals. Brazil: Ion Exchanges 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 dalam Handayani, Nurlailis dan Widiastuti, Nurul: Adsorpsi Amonium (NH_4^+) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batu Bara PT IPMOMI PAITON dengan Metode *Batch*. Surabaya: *Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010* Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Patty, Diana Julaidy. 2013. Penentuan Unsur dalam Rambut Berdasarkan Karakteristik Pola Fluoresensi Sinar X (XRF). Ambon : *Prosiding FMIPA Universitas Patimura* ISBN 978-602-97522-0-5.
- Perego, C., dan Villa, P. 1997. Catalyst Preparation Methodes dalam Agustiana, Didik P dan Widiastuti, N: Pembuatan Zeolit X dari Abu Dasar Batubara PT IMOMI PAITON. Surabaya: *Seminar Nasional Zeolit XII dan Workshop Zeolit*.
- Petrucci, Ralph H. 1985. *Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid Ketiga*. (diterjemahkan oleh Suminar Achmadi, Ph. D). Jakarta: Erlangga. Hal: 122.
- Pine, Stanley H., James, B. Hendrickson., Donald, J. Cram., George, S. Hammond. 1988. *Kimia Organik I*. Bandung: ITB. Hal: 178.

- Poernomosidi, D.N., Imelda., Hartono, S.B., Ismadji.S. 2005. Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi dari Cr(VI) pada Limbah Sintesis dengan Menggunakan Lumpur Aktif Kering. *The 4Th National Conference: Design and Application of Technology 2005*. Universitas Katoik Widya Mandala Surabaya.
- 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 Sainstek* Vol.14 No.1 Hal 59-76.
- Querol, X., N. Moreno., J.C.Umana., A. Alastuey., E.Hermandez., 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.
- Sabrina, Q. 2011. *Skripsi: Kajian Sifat Optis Pada Glukosa Darah*. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif, Jakarta.
- 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 ISSN 1411-6723.
- Saito, Taro. 1996. *Buku Teks Kimia Onorganik Online*. (diterjemahkan oleh Ismunandar). Tokyo: Iwanami Publishing Company. Hal: 73-74.
- Serrano, D.P., Garcia, R.A., Linares, M., dan Gil, B. 2012. Influence of the Calcination Treatment on the Catalytic Properties of Hierarchical ZSM-5. *Catalysis Today* Vol.179 Issue 1 Page: 91-101.
- 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*. Semarang : *Jurnal* Vol.1 No.1 Hal 121-129 Universitas Diponegoro.

- Solanki, Parang., Vikal Gupta., Ruchi Kulshrestha. 2010. Synthesis of Zeolite from Fly Ash and Removal of Heavy Metal Ions from Newly Synthesized Zeolite. ISSN: 0973-4945; CODEN ECJHAO *E-Journal of Chemistry*. Department of Chemistry, Jai Naraiyan Vyas University, Jodhpur-342001, India.
- Sudha, G., E. Subramanian., C. Murugan. 2015. Development Of Iron Oxide/Zeo-Nax Nano Photocatalyst from Coal Fly Ash and Its Activity Assessment By Methylene Blue Dye Degradation. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences*, Volume-2, Issue-2. ISSN: (2349-4077). Department of Chemistry, Manonmaniam Sundaranar University
- Sunardi, Abdullah. 2007. Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Merkuri (II). Kalimantan Selatan: *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. Kalimantan Selatan: *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* Vol.1 No.2 Hal 83-92.
- 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.
- Susilowati, Eka Nuril., Fauziatul, Fajaroh., dan Surjani, Wonorahardjo. 2011. Sintesis Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4) secara Elektrokimia dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Pb(II). Malang: *Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang*.
- Sutarno., Yateman, Arryanto., dan Arief, Budyantoro. 2009. Kajian Pengaruh Rasio Berat NaOH/Abu Layang Batubara Terhadap Kristalinitas dalam Sintesis Faujasit. Yogyakarta: *Jurnal Ilmu Dasar* Vol.10 No.1 Hal: 1-5 Jurusan Kimia Fakultas FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- 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:207.
- Tan, Kim H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. (diterjemahkan oleh Ir. Didiek Hadjar Geonadi, M. Sc. Ph. D). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Hal: 133-167.
- Tangio, Julhim S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). Gorontalo: *Jurnal Entropi* Vol.8 No.1 Hal: 500-506 Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- 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*. Surabaya : *Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010* Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wang, C.F., Li, J.S., Wang, L.J. dan Sun, X.Y. 2008. *Influence of NaOH Concentration on Synthesis of Pure-from 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.
- West, A.R. 1984. *Solid State Chemistry and It's Application* dalam Juliana, Ika., Ida Ayu Gede Widihati, dan Oka Ratnayani: Karakterisasi Katalis Batu Padas Ledgestone Teraktivasi Asam Dan Aplikasinya Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Kimia* 10 (1), Januari 2016: 32-42. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali.
- Widiastuti, Yanik Ika.2011. Adsorpsi Amonium (NH_4^+) Menggunakan Metode *Batch* dan Kolom Pada Zeolit A-Karbon yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara. Surabaya : *Seminar Zeolit VII dan Workshop Zeolit*.
- Widyawati, Novi. 2012. Analisis Pengaruh *Heating Rate* Terhadap Tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan Tipis BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel. Surakarta: *Skripsi* Jurusan Fisika Universitas Sebelas Maret.

Yulianto, I. 2000. Pengaruh Peleburan dengan Natrium Hidroksida pada Sintesis Faujasit dari Abu Layang dalam Sunardi, Abdullah: Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Merkuri (II). Kalimantan Selatan: *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* Vol.1 No.1 hal 1-10.

Zendelska, Afrodita., Mirjana, Golomeova. 2014. Effect of Competing Cations (Cu, Zn, Mn, Pb) Adsorbed by Natural Zeolite. Faculty of Natural and Technical Sciences, Gone Delcev University, Stip, Macedonia. ISSN: 2348-4098.



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 kali pengulangan.

No.	Wo (gram)	W1 (gram)	W2 (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

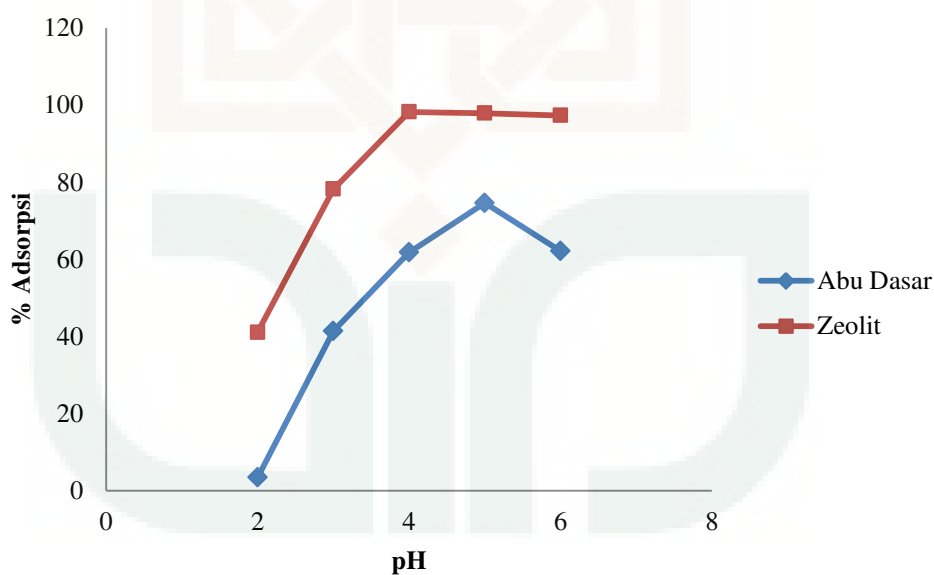
Keterangan: Wo= Massa cawan kosong
W1= Massa cawan + abu dasar sebelum dikalsinasi
W2= Massa cawan + abu dasar setelah dikalsinasi

Lampiran 2. Perhitungan Variasi pH

Volume larutan Pb(II)= 20 mL

Tabel 2. Hasil perhitungan variasi pH

Adsorben	pH	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Pb teradsorp (mg/L)	% Adsorpsi
Abu Dasar	2	101,661	98,143	3,518	3,461
	3	101,661	59,533	42,128	41,439
	4	101,661	38,828	62,833	61,806
	5	101,661	25,804	75,857	74,617
	6	101,661	38,464	63,197	62,164
Zeolit Sintesis	2	101,661	59,878	41,783	41,100
	3	101,661	22,127	79,534	78,234
	4	101,661	1,779	99,882	98,250
	5	101,661	2,114	99,547	97,920
	6	101,661	2,713	98,948	97,331

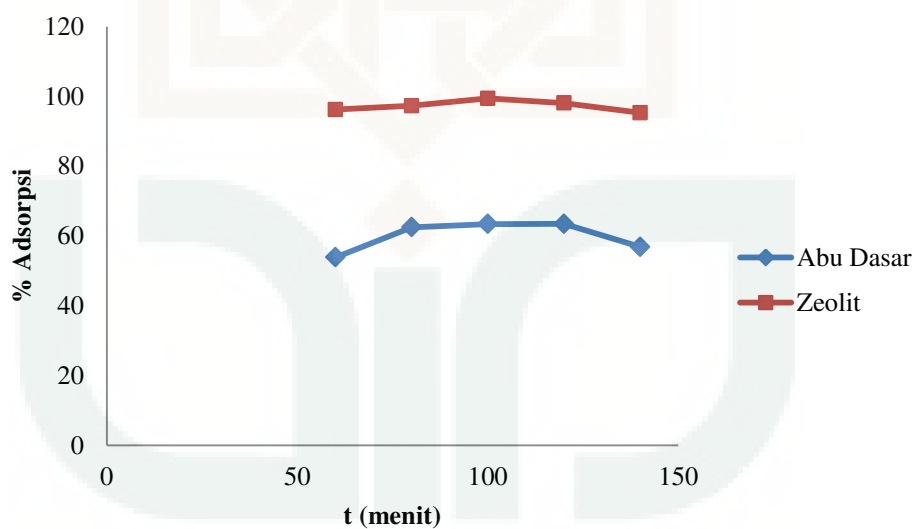


Gambar 1. Grafik hubungan antara pH dengan % Adsorpsi

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	0,020	0,010	101,661	46,883	53,883
	80	0,020	0,010	101,661	38,110	62,513
	100	0,020	0,010	101,661	37,215	63,393
	120	0,020	0,010	101,661	37,137	63,469
	140	0,020	0,010	101,661	43,856	56,860
Zeolit	60	0,020	0,010	101,661	3,863	96,200
	80	0,020	0,010	101,661	2,753	97,292
	100	0,020	0,010	101,661	0,604	99,406
	120	0,020	0,010	101,661	1,955	98,077
	140	0,020	0,010	101,661	4,806	95,272



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu kontak dengan % adsorpsi

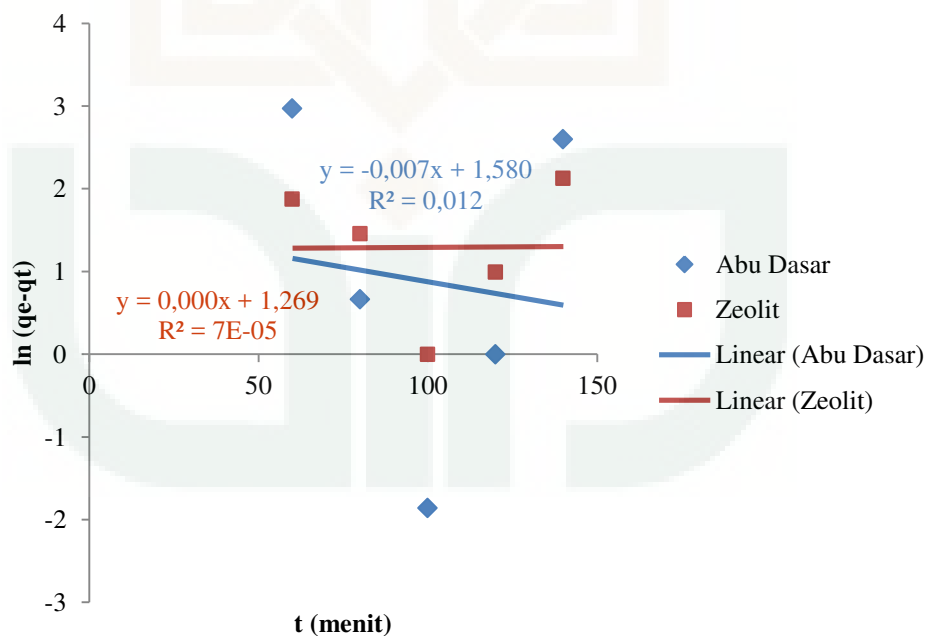
Tabel 4. Penentuan orde reaksi pada adsorben abu dasar

t (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qt (mg/g)	qe-qt	ln (qe-qt)	t/qt
60	101,661	46,883	129,048	109,556	19,492	2,970	0,548
80	101,661	38,110	129,048	127,102	1,946	0,666	0,629
100	101,661	37,215	129,048	128,892	0,156	-1,857	0,776
120	101,661	37,137	129,048	129,048	0,000	0,000	0,929
140	101,661	43,856	129,048	115,610	13,438	13,438	1,211

Tabel 5. Penentuan orde reaksi pada adsorben zeolit

t (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qt (mg/g)	qe-qt	ln (qe-qt)	t/qt
60	101,661	3,863	202,114	195,596	6,518	1,875	0,307
80	101,661	2,753	202,114	197,816	4,298	1,458	0,404
100	101,661	0,604	202,114	202,114	0,000	0,000	0,495
120	101,661	1,955	202,114	199,412	2,702	0,994	0,602
140	101,661	4,806	202,114	193,710	8,404	2,129	0,723

a. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Pertama



Gambar 3. Grafik 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 lurus $y = -0,007x + 1,580$, $R^2 = 0,012$ maka:

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

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

$$-k_1 t = -0,007$$

$$K_1 = 0,007 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln q_e = 1,580$$

$$q_e = 4,855 \text{ mg/g}$$

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 lurus $y = 0,000x + 1,269$, $R^2 = 7 \times 10^{-5}$ maka:

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

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

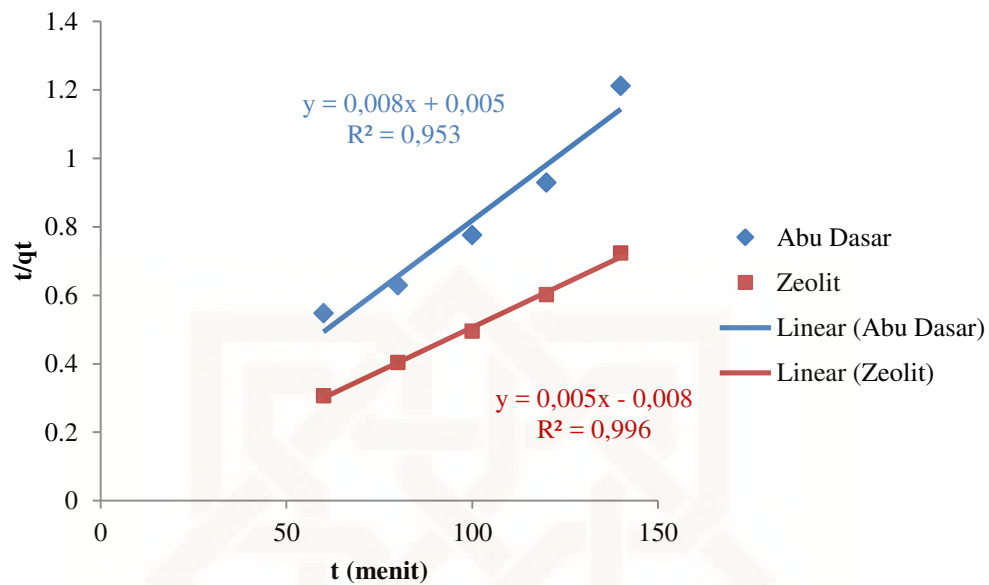
$$-k_1 t = 0,000$$

$$K_1 = 0,000 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln q_e = 1,269$$

$$q_e = 3,557 \text{ mg/g}$$

b. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Kedua



Gambar 3. Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde kedua

1. Adsorben abu dasar

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

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

Persamaan garis lurus $y = 0,008x + 0,005$, $R^2 = 0,953$ maka:

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

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

$$\frac{1}{q_e} = 0,008$$

$$q_e = 125 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = 0,005$$

$$\frac{1}{k_2} \frac{1}{q_e^2} = 0,005$$

$$\frac{1}{k_2} \frac{1}{(125)^2} = 0,005$$

$$\frac{1}{(15625)k_2} = 0,005$$

$$k_2 = \frac{1}{(15625)(0,005)}$$

$$k_2 = 0,0128 \text{ g/mg menit}^{-1}$$

2. Adsorben zeolit

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

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

Persamaan garis lurus $y = 0,005x + -0,008$, $R^2 = 0,996$ maka:

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

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

$$\frac{1}{q_e} = 0,005$$

$$q_e = 200 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = 0,008$$

$$\frac{1}{k_2} \frac{1}{q_e^2} = 0,008$$

$$\frac{1}{k_2} \frac{1}{(200)^2} = 0,008$$

$$\frac{1}{(40000)k_2} = 0,008$$

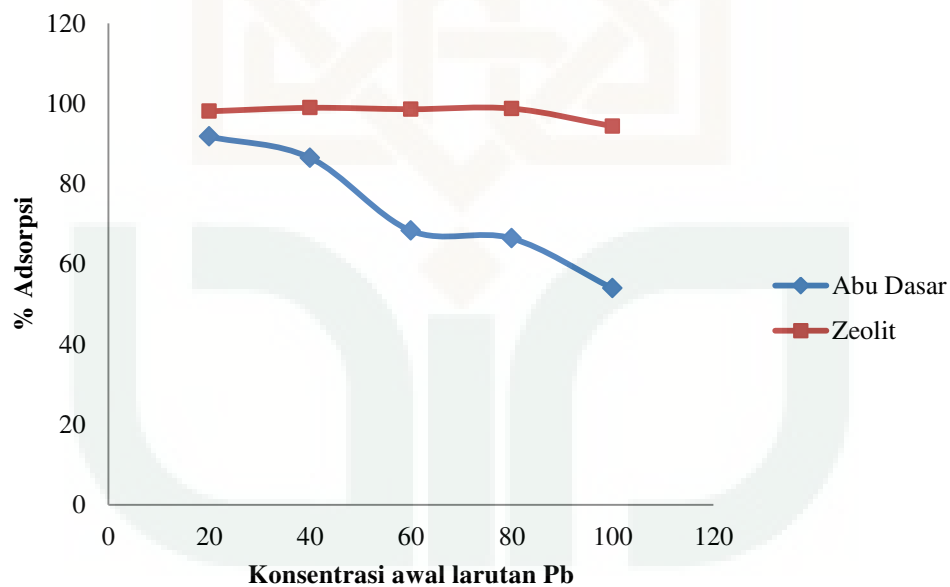
$$k_2 = \frac{1}{(40000)(0,008)}$$

$$k_2 = 0,0031 \text{ g/mg menit}^{-1}$$

Lampiran 4. Perhitungan Pada Variasi Konsentrasi dan Penentuan Isoterm Adsorpsi

Tabel 6. Hasil perhitungan pada variasi konsentrasi

Adsorben	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Pb teradsorp (mg/L)	% Adsorpsi
Abu Dasar	20	1,616	18,384	91,740
	40	5,413	34,587	86,467
	60	19,011	40,989	68,315
	80	26,874	53,126	66,407
	100	46,052	53,949	53,948
Zeolit Sintesis	20	0,388	19,612	98,060
	40	0,427	39,573	98,932
	60	0,848	59,152	98,586
	80	1,002	78,998	98,747
	100	5,643	94,357	94,357

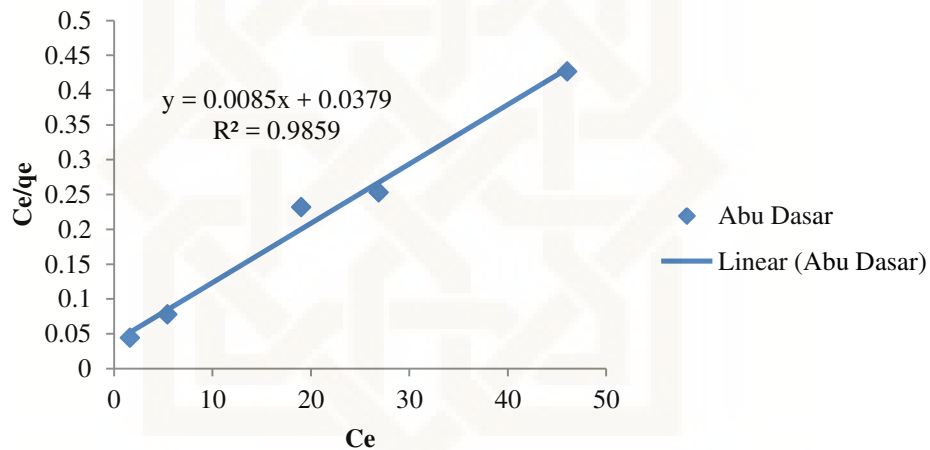


Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi awal larutan Pb dengan % adsorpsi

1. Adsorben Abu Dasar

Tabel 7. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben abu dasar

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume larutan Pb (L)	Massa adsorben (gram)	qe (mg/g)	Ce/qe (mg/g)	log Ce	log qe
20	1,616	0,02	0,01	36,768	0,044	0,208	1,565
40	5,413	0,02	0,01	69,174	0,078	0,733	1,839
60	19,011	0,02	0,01	81,978	0,232	1,279	1,914
80	26,874	0,02	0,01	106,252	0,253	1,429	2,026
100	46,052	0,02	0,01	107,896	0,427	1,663	2,033



Gambar 6. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben abu dasar

Persamaan Langmuir:

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

Persamaan garis lurus $y = 0,008x + 0,037$

$$\text{Satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{c_e/q_e}{c_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,008 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 125 \text{ mg/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{c_e}{q_e} = \frac{mg/L}{mg/L} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,037 \text{ g/L}$$

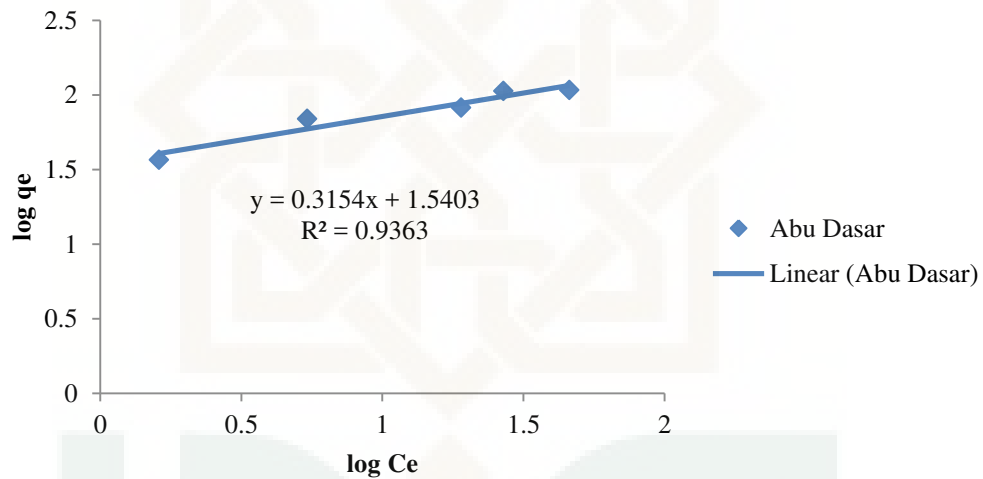
$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,037 \text{ g/L}}{1/q_{\max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,037 \text{ g/L}}{0,008 \text{ g/mg}}$$

$$0,037 \text{ g/L} \times K_L = 0,008 \text{ g/mg}$$

$$K_L = \frac{0,008 \text{ g/mg}}{0,037 \text{ g/L}}$$

$$K_L = 2,162 \text{ mg/L}$$



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 lurus: $y = 0,315x + 1,540$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,315$$

$$n = 3,175$$

Intercept = $q_e = \text{mg/g}$

$$\log K_F = 1,540$$

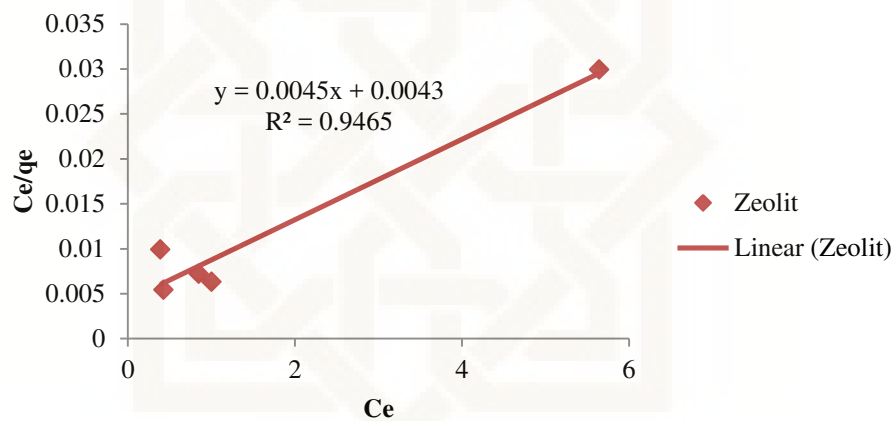
$$K_F = 10^{1,540}$$

$$K_F = 34,674$$

2. Adsorben Zeolit

Tabel 7. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben zeolit

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume larutan Pb (L)	Massa adsorben (gram)	qe (mg/g)	Ce/qe (mg/g)	log Ce	log qe
20	0,388	0,02	0,01	39,224	0,0099	-0,4112	1,5935
40	0,427	0,02	0,01	79,146	0,0054	-0,3696	1,8984
60	0,848	0,02	0,01	118,304	0,0072	-0,0716	2,0729
80	1,002	0,02	0,01	157,996	0,0063	0,0008	2,1986
100	5,643	0,02	0,01	188,714	0,0299	0,7515	2,2758



Gambar 8. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben zeolit sintesis

Persamaan Langmuir:

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

Persamaan garis lurus $y = 0,004x + 0,004$

$$\text{Satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{c_e/q_e}{c_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,004 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 250 \text{ mg/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{c_e}{q_e} = \frac{mg/L}{mg/L} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,004 \text{ g/L}$$

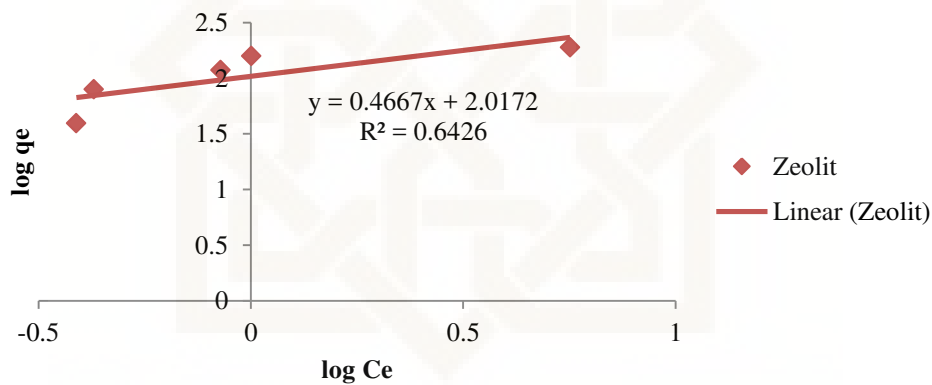
$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,004 \text{ g/L}}{1/q_{\max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{0,004 \text{ g/L}}{0,004 \text{ g/mg}}$$

$$0,004 \text{ g/L} \times K_L = 0,004 \text{ g/mg}$$

$$K_L = \frac{0,004 \text{ g/mg}}{0,004 \text{ g/L}}$$

$$K_L = 1 \text{ mg/L}$$



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 lurus: $y = 0,466x + 2,017$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,466$$

$$n = 2,146$$

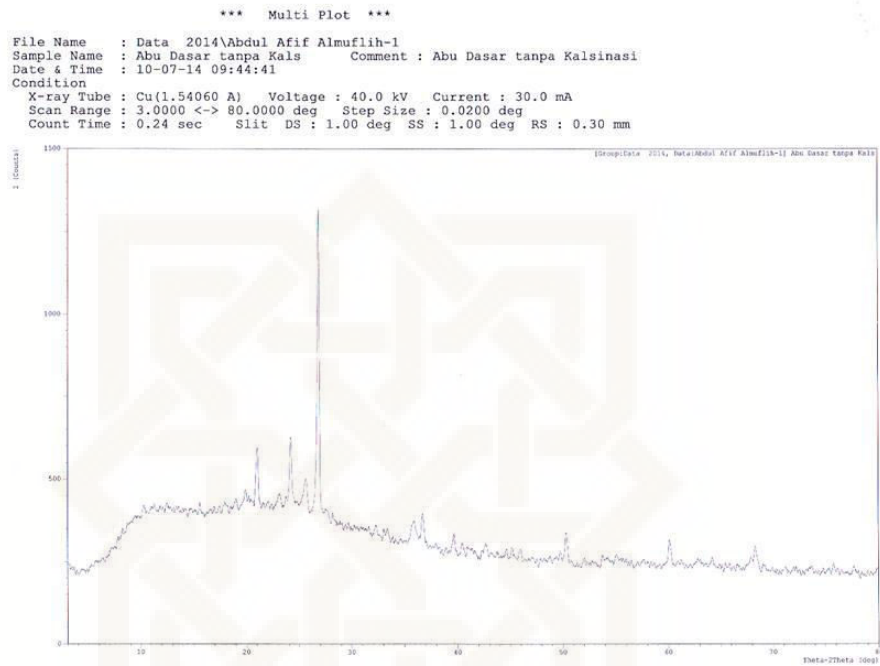
$$\text{Intercept} = q_e = \text{mg/g}$$

$$\log K_F = 2,017$$

$$K_F = 10^{2,017}$$

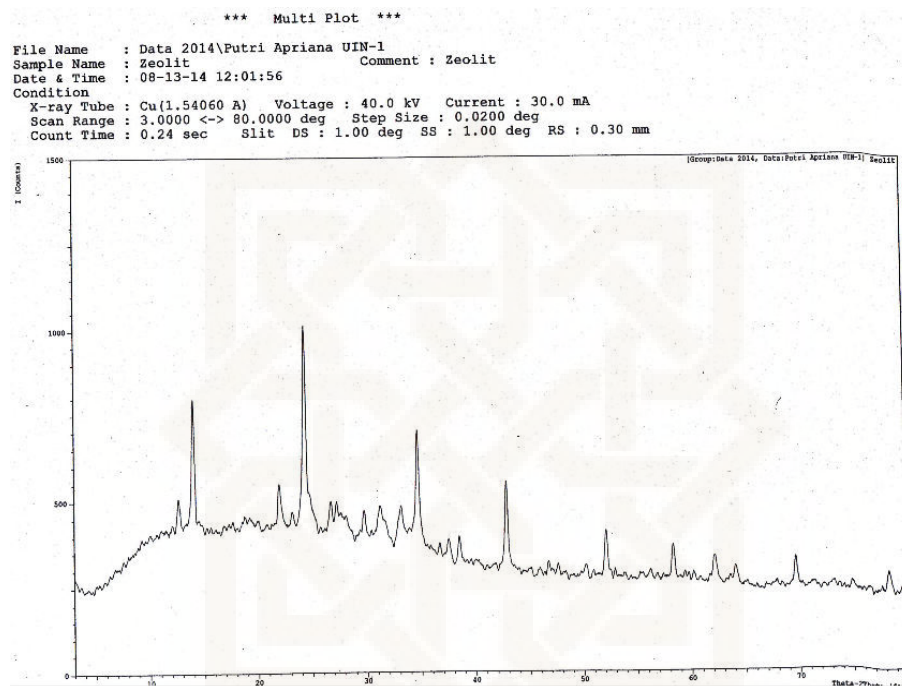
$$= 103,992$$

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

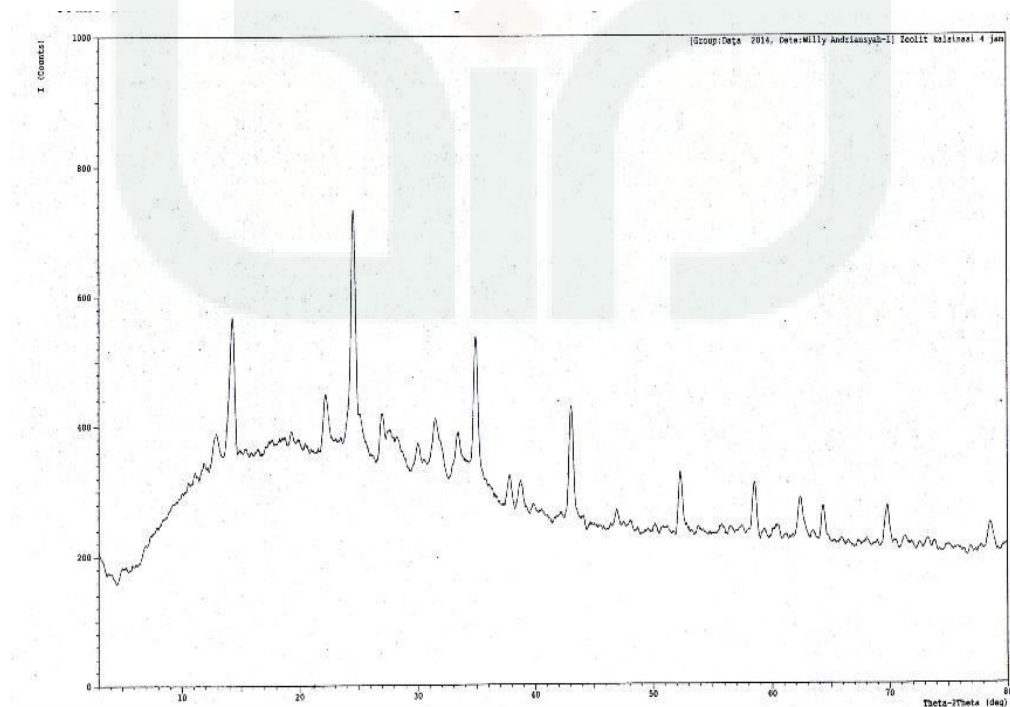


Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2), Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4), dan Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan XRD (*X-Ray Diffraction*)

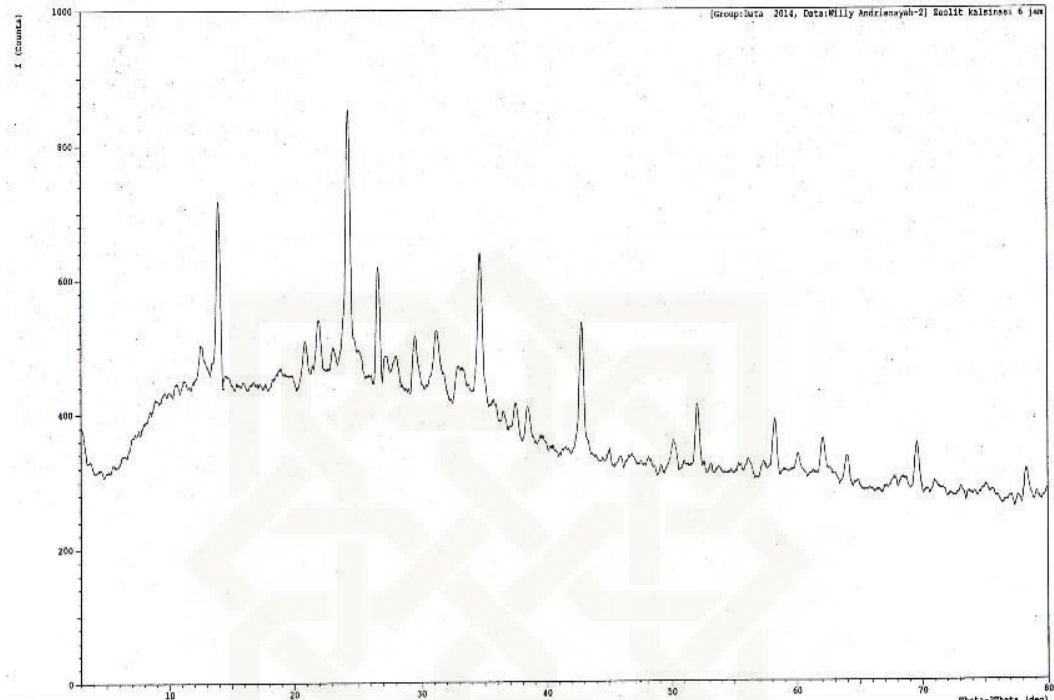
a. Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2)



b. Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4)

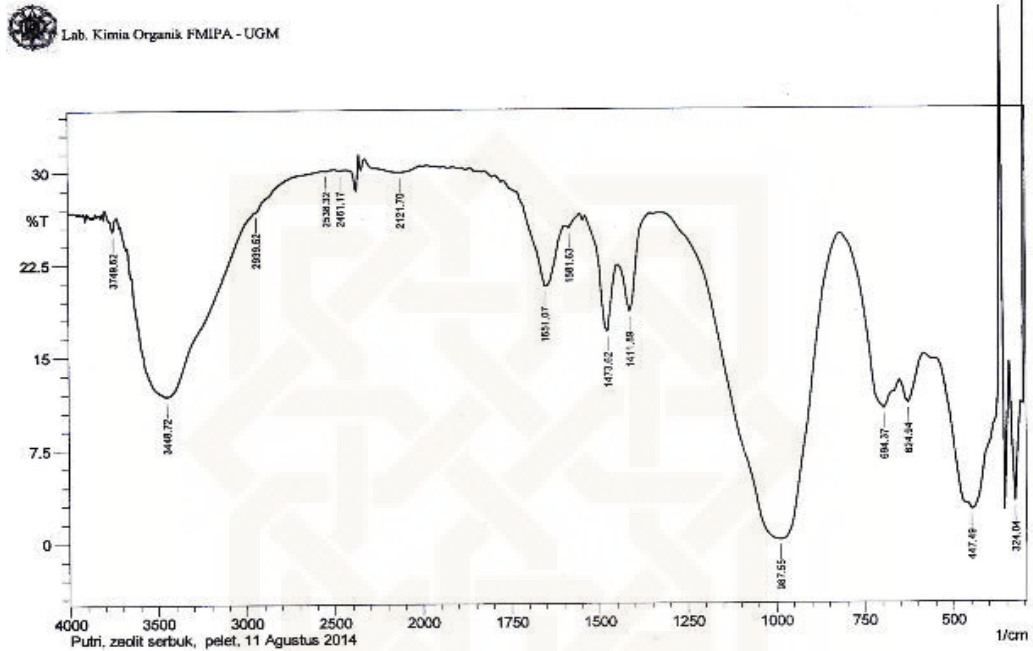


c. Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6)

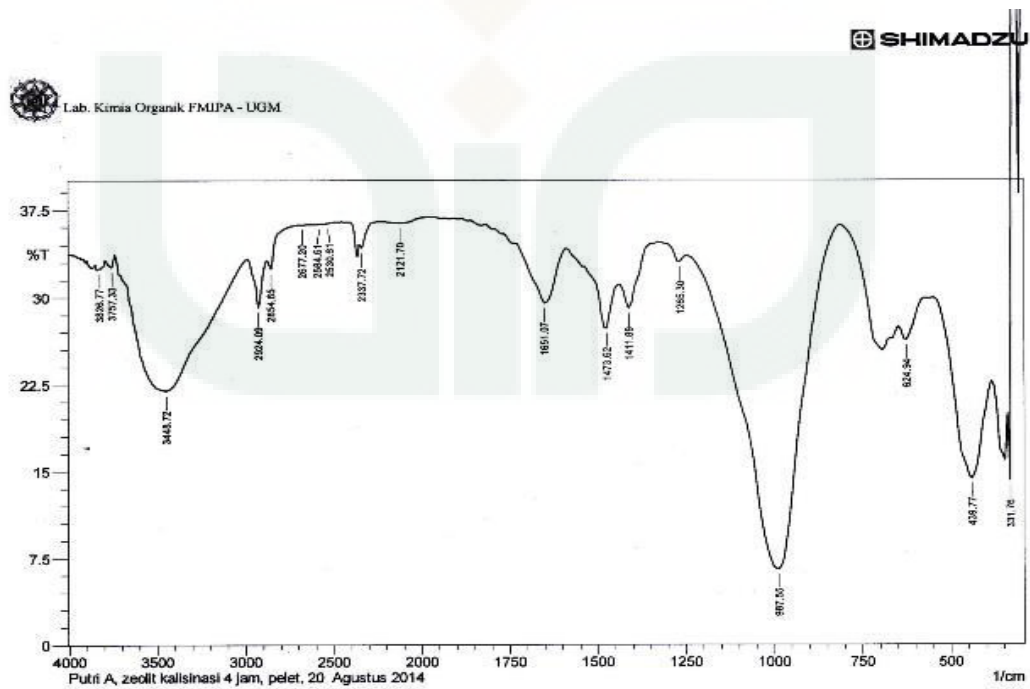


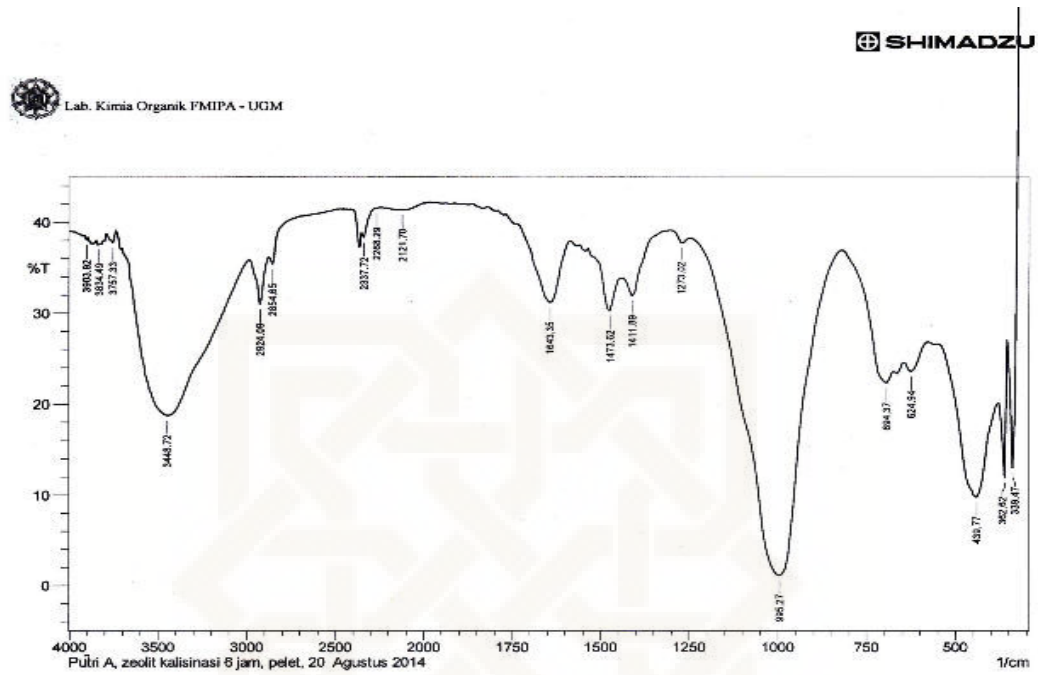
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2), Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4), dan Zeolit Kalsinasi 6 jam (ZK6) dengan FTIR (Fourier Transform Infrared)

a. Zeolit Kalsinasi 2 jam (ZK2)

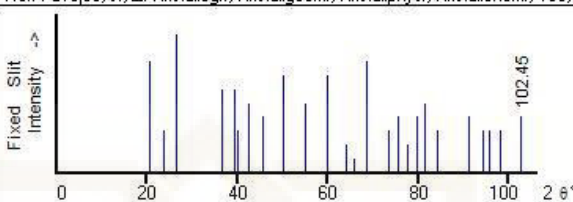
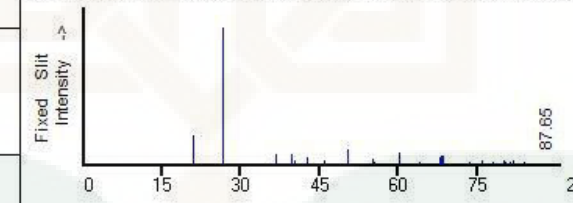


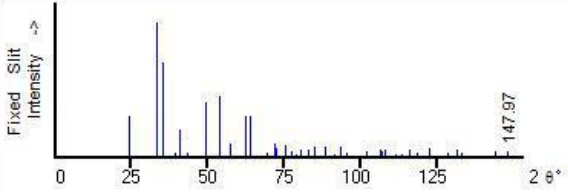
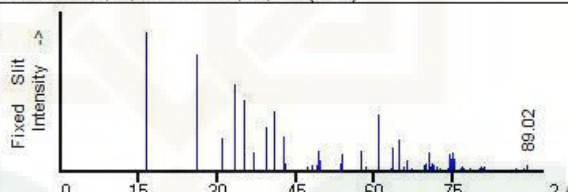
b. Zeolit Kalsinasi 4 jam (ZK4)



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																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20.834</td><td>80</td><td></td><td></td><td></td><td>54.933</td><td>50</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>81.499</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23.706</td><td>30b</td><td></td><td></td><td></td><td>60.022</td><td>70</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>84.101</td><td>30</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>26.585</td><td>100</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>64.174</td><td>20</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>90.991</td><td>40</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>36.493</td><td>60</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>65.698</td><td>10</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>94.373</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>39.489</td><td>60</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>68.420</td><td>80</td><td></td><td></td><td></td><td>95.569</td><td>30</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>40.225</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td>73.324</td><td>30</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td><td>98.076</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>42.399</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td><td>75.369</td><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td>102.44</td><td>40</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>45.786</td><td>40</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>77.544</td><td>20</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50.075</td><td>70</td><td></td><td></td><td></td><td>79.864</td><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	20.834	80				54.933	50	2	0	2	81.499	50				23.706	30b				60.022	70	2	1	1	84.101	30	1	3	1	26.585	100	1	0	1	64.174	20	1	1	3	90.991	40	3	1	2	36.493	60	1	1	0	65.698	10	3	0	0	94.373	30				39.489	60	0	1	2	68.420	80				95.569	30	4	0	1	40.225	30				73.324	30	1	0	4	98.076	30				42.399	50				75.369	40				102.44	40	0	4	2	45.786	40	0	2	1	77.544	20	2	2	0						50.075	70				79.864	40																							
2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l																																																																																																																																																								
20.834	80				54.933	50	2	0	2	81.499	50																																																																																																																																																											
23.706	30b				60.022	70	2	1	1	84.101	30	1	3	1																																																																																																																																																								
26.585	100	1	0	1	64.174	20	1	1	3	90.991	40	3	1	2																																																																																																																																																								
36.493	60	1	1	0	65.698	10	3	0	0	94.373	30																																																																																																																																																											
39.489	60	0	1	2	68.420	80				95.569	30	4	0	1																																																																																																																																																								
40.225	30				73.324	30	1	0	4	98.076	30																																																																																																																																																											
42.399	50				75.369	40				102.44	40	0	4	2																																																																																																																																																								
45.786	40	0	2	1	77.544	20	2	2	0																																																																																																																																																													
50.075	70				79.864	40																																																																																																																																																																
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																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20.908</td><td>213</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>55.400</td><td>16</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>77.886</td><td>12</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>26.690</td><td>999*</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>57.379</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>80.051</td><td>26</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>36.634</td><td>73</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>60.107</td><td>84</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>80.261</td><td>20</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>39.525</td><td>74</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>64.142</td><td>16</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>81.301</td><td>21</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td></tr> <tr><td>40.380</td><td>34</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>65.959</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>81.720</td><td>25</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>42.556</td><td>52</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>67.897</td><td>52</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>84.070</td><td>13</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>45.900</td><td>28</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>68.265</td><td>61</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>85.101</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>50.234</td><td>109</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>68.488</td><td>65</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>87.303</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>50.677</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>73.565</td><td>22</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>87.645</td><td>2</td><td>0</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>54.983</td><td>38</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>75.843</td><td>25</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	20.908	213	1	0	0	55.400	16	1	0	3	77.886	12	2	2	0	26.690	999*	1	0	1	57.379	2	1	2	0	80.051	26	2	1	3	36.634	73	1	1	0	60.107	84	1	2	1	80.261	20	2	2	1	39.525	74	0	1	2	64.142	16	1	1	3	81.301	21	1	1	4	40.380	34	1	1	1	65.959	3	3	0	0	81.720	25	1	3	0	42.556	52	2	0	0	67.897	52	1	2	2	84.070	13	3	1	1	45.900	28	0	2	1	68.265	61	0	2	3	85.101	2	0	2	4	50.234	109	1	1	2	68.488	65	3	0	1	87.303	1	2	2	2	50.677	5	0	0	3	73.565	22	0	1	4	87.645	2	0	3	3	54.983	38	2	0	2	75.843	25	0	3	2					
2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l																																																																																																																																																								
20.908	213	1	0	0	55.400	16	1	0	3	77.886	12	2	2	0																																																																																																																																																								
26.690	999*	1	0	1	57.379	2	1	2	0	80.051	26	2	1	3																																																																																																																																																								
36.634	73	1	1	0	60.107	84	1	2	1	80.261	20	2	2	1																																																																																																																																																								
39.525	74	0	1	2	64.142	16	1	1	3	81.301	21	1	1	4																																																																																																																																																								
40.380	34	1	1	1	65.959	3	3	0	0	81.720	25	1	3	0																																																																																																																																																								
42.556	52	2	0	0	67.897	52	1	2	2	84.070	13	3	1	1																																																																																																																																																								
45.900	28	0	2	1	68.265	61	0	2	3	85.101	2	0	2	4																																																																																																																																																								
50.234	109	1	1	2	68.488	65	3	0	1	87.303	1	2	2	2																																																																																																																																																								
50.677	5	0	0	3	73.565	22	0	1	4	87.645	2	0	3	3																																																																																																																																																								
54.983	38	2	0	2	75.843	25	0	3	2																																																																																																																																																													

33-0664	Quality: *	Fe ₂ O ₃																																																																																																																																																																																																																																																	
CAS Number: 1309-37-1		Iron Oxide																																																																																																																																																																																																																																																	
Molecular Weight: 159.69		Ref: Natl. Bur. Stand. (U.S.) Monogr. 25, 18, 37 (1981)																																																																																																																																																																																																																																																	
Volume[CD]: 301.93																																																																																																																																																																																																																																																			
Dx: 5.270	Dm: 5.260																																																																																																																																																																																																																																																		
Sys: Rhombohedral																																																																																																																																																																																																																																																			
Lattice: Rhomb-centered																																																																																																																																																																																																																																																			
S.G.: R $\bar{3}c$ (167)																																																																																																																																																																																																																																																			
Cell Parameters:																																																																																																																																																																																																																																																			
a 5.035	b	c 13.748																																																																																																																																																																																																																																																	
α	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																	
SS/FDM: F30=69(.0111, 39)																																																																																																																																																																																																																																																			
I/lor: 2.4																																																																																																																																																																																																																																																			
Rad: CuK α 1																																																																																																																																																																																																																																																			
Lambda: 1.540598																																																																																																																																																																																																																																																			
Filter:																																																																																																																																																																																																																																																			
d-sp: diffractometer																																																																																																																																																																																																																																																			
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																			
Hematite, syn																																																																																																																																																																																																																																																			
Also called:																																																																																																																																																																																																																																																			
burnt ochre																																																																																																																																																																																																																																																			
colcothar																																																																																																																																																																																																																																																			
rouge																																																																																																																																																																																																																																																			
																																																																																																																																																																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>24.138</td><td>30</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>71.937</td><td>10</td><td>1</td><td>0</td><td>10</td><td>106.62</td><td>5</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>33.153</td><td>100</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td><td>72.262</td><td>6</td><td>1</td><td>1</td><td>9</td><td>107.02</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>14</td></tr> <tr><td>35.612</td><td>70</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>75.430</td><td>8</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>108.09</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>39.277</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>77.729</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>6</td><td>111.51</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>40.855</td><td>20</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>78.760</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>113.59</td><td>2</td><td>0</td><td>4</td><td>8</td></tr> <tr><td>43.519</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>80.711</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>8</td><td>116.04</td><td>5</td><td>1</td><td>3</td><td>10</td></tr> <tr><td>49.480</td><td>40</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>82.939</td><td>5</td><td>0</td><td>2</td><td>10</td><td>117.75</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>54.091</td><td>45</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>84.916</td><td>7</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>118.69</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>14</td></tr> <tr><td>56.152</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>88.542</td><td>7</td><td>2</td><td>2</td><td>6</td><td>122.43</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>57.429</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>91.345</td><td>2</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td><td>125.92</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>8</td></tr> <tr><td>57.590</td><td>10</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td><td>93.715</td><td>7</td><td>2</td><td>1</td><td>10</td><td>128.75</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>62.451</td><td>30</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td><td>95.239</td><td><1</td><td>1</td><td>1</td><td>12</td><td>131.87</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>14</td></tr> <tr><td>63.991</td><td>30</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>95.663</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>4</td><td>133.24</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>66.028</td><td><1</td><td>[</td><td>1</td><td>2</td><td>5]</td><td>102.28</td><td>4</td><td>3</td><td>1</td><td>8</td><td>144.45</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>10</td></tr> <tr><td>69.601</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>8</td><td>104.91</td><td><1</td><td>2</td><td>2</td><td>9</td><td>147.97</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	24.138	30	0	1	2	71.937	10	1	0	10	106.62	5	3	2	4	33.153	100	1	0	4	72.262	6	1	1	9	107.02	4	0	1	14	35.612	70	1	1	0	75.430	8	2	2	0	108.09	5	4	1	0	39.277	3	0	0	6	77.729	4	3	0	6	111.51	2	4	1	3	40.855	20	1	1	3	78.760	2	2	2	3	113.59	2	0	4	8	43.519	3	2	0	2	80.711	5	1	2	8	116.04	5	1	3	10	49.480	40	0	2	4	82.939	5	0	2	10	117.75	1	3	0	12	54.091	45	1	1	6	84.916	7	1	3	4	118.69	3	2	0	14	56.152	1	2	1	1	88.542	7	2	2	6	122.43	6	4	1	6	57.429	5	1	2	2	91.345	2	0	4	2	125.92	1	2	3	8	57.590	10	0	1	8	93.715	7	2	1	10	128.75	3	4	0	10	62.451	30	2	1	4	95.239	<1	1	1	12	131.87	5	1	2	14	63.991	30	3	0	0	95.663	3	4	0	4	133.24	3	3	3	0	66.028	<1	[1	2	5]	102.28	4	3	1	8	144.45	4	3	2	10	69.601	3	2	0	8	104.91	<1	2	2	9	147.97	4	2	4	4
2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																					
24.138	30	0	1	2	71.937	10	1	0	10	106.62	5	3	2	4																																																																																																																																																																																																																																					
33.153	100	1	0	4	72.262	6	1	1	9	107.02	4	0	1	14																																																																																																																																																																																																																																					
35.612	70	1	1	0	75.430	8	2	2	0	108.09	5	4	1	0																																																																																																																																																																																																																																					
39.277	3	0	0	6	77.729	4	3	0	6	111.51	2	4	1	3																																																																																																																																																																																																																																					
40.855	20	1	1	3	78.760	2	2	2	3	113.59	2	0	4	8																																																																																																																																																																																																																																					
43.519	3	2	0	2	80.711	5	1	2	8	116.04	5	1	3	10																																																																																																																																																																																																																																					
49.480	40	0	2	4	82.939	5	0	2	10	117.75	1	3	0	12																																																																																																																																																																																																																																					
54.091	45	1	1	6	84.916	7	1	3	4	118.69	3	2	0	14																																																																																																																																																																																																																																					
56.152	1	2	1	1	88.542	7	2	2	6	122.43	6	4	1	6																																																																																																																																																																																																																																					
57.429	5	1	2	2	91.345	2	0	4	2	125.92	1	2	3	8																																																																																																																																																																																																																																					
57.590	10	0	1	8	93.715	7	2	1	10	128.75	3	4	0	10																																																																																																																																																																																																																																					
62.451	30	2	1	4	95.239	<1	1	1	12	131.87	5	1	2	14																																																																																																																																																																																																																																					
63.991	30	3	0	0	95.663	3	4	0	4	133.24	3	3	3	0																																																																																																																																																																																																																																					
66.028	<1	[1	2	5]	102.28	4	3	1	8	144.45	4	3	2	10																																																																																																																																																																																																																																				
69.601	3	2	0	8	104.91	<1	2	2	9	147.97	4	2	4	4																																																																																																																																																																																																																																					
73-1253	Quality: C	Al ₂ Si ₃₅ Si ₆₄ O _{4.82}																																																																																																																																																																																																																																																	
CAS Number:		Aluminum Silicon Oxide																																																																																																																																																																																																																																																	
Molecular Weight: 158.50		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)																																																																																																																																																																																																																																																	
Volume[CD]: 167.62		Ref: Durovic, S., Chem. Zvesti, 23, 113 (1969)																																																																																																																																																																																																																																																	
Dx: 3.140	Dm:																																																																																																																																																																																																																																																		
Sys: Orthorhombic																																																																																																																																																																																																																																																			
Lattice: Primitive																																																																																																																																																																																																																																																			
S.G.: Pbam (55)																																																																																																																																																																																																																																																			
Cell Parameters:																																																																																																																																																																																																																																																			
a 7.566	b 7.682	c 2.884																																																																																																																																																																																																																																																	
α	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																	
I/lor: 0.60																																																																																																																																																																																																																																																			
Rad: CuK α 1																																																																																																																																																																																																																																																			
Lambda: 1.54060																																																																																																																																																																																																																																																			
Filter:																																																																																																																																																																																																																																																			
d-sp: calculated																																																																																																																																																																																																																																																			
ICSD #: 023726																																																																																																																																																																																																																																																			
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																			
Mullite, syn																																																																																																																																																																																																																																																			
																																																																																																																																																																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int-f</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16.431</td><td>999 *</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>41.037</td><td>265</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>53.601</td><td>33</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>23.138</td><td>5</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>42.600</td><td>247</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>53.821</td><td>109</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>23.498</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>42.863</td><td>51</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>53.994</td><td>122</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>25.995</td><td>391</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>46.056</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>57.617</td><td>144</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>26.238</td><td>834</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>47.293</td><td>26</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>58.289</td><td>33</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>30.983</td><td>230</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>48.064</td><td>35</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>59.013</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>33.213</td><td>622</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>48.889</td><td>44</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>59.634</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>35.266</td><td>510</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>49.035</td><td>25</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>60.675</td><td>398</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>37.033</td><td>132</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>49.411</td><td>137</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>60.835</td><td>214</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>37.504</td><td>10</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>49.594</td><td>77</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>61.541</td><td>10</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>39.250</td><td>316</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>50.770</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>62.508</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>40.874</td><td>428</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>53.464</td><td>54</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>63.086</td><td>20</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	16.431	999 *	1	1	0	41.037	265	2	1	1	53.601	33	2	3	1	23.138	5	0	2	0	42.600	247	2	3	0	53.821	109	3	2	1	23.498	2	2	0	0	42.863	51	3	2	0	53.994	122	4	2	0	25.995	391	1	2	0	46.056	1	2	2	1	57.617	144	0	4	1	26.238	834	2	1	0	47.293	26	0	4	0	58.289	33	4	0	1	30.983	230	0	0	1	48.064	35	4	0	0	59.013	1	1	4	1	33.213	622	2	2	0	48.889	44	1	4	0	59.634	4	4	1	1	35.266	510	1	1	1	49.035	25	1	3	1	60.675	398	3	3	1	37.033	132	1	3	0	49.411	137	3	1	1	60.835	214	4	3	0	37.504	10	3	1	0	49.594	77	4	1	0	61.541	10	1	5	0	39.250	316	2	0	1	50.770	5	3	3	0	62.508	5	5	1	0	40.874	428	1	2	1	53.464	54	2	4	0	63.086	20	2	4	1																																														
2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l	2 θ	Int-f	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																					
16.431	999 *	1	1	0	41.037	265	2	1	1	53.601	33	2	3	1																																																																																																																																																																																																																																					
23.138	5	0	2	0	42.600	247	2	3	0	53.821	109	3	2	1																																																																																																																																																																																																																																					
23.498	2	2	0	0	42.863	51	3	2	0	53.994	122	4	2	0																																																																																																																																																																																																																																					
25.995	391	1	2	0	46.056	1	2	2	1	57.617	144	0	4	1																																																																																																																																																																																																																																					
26.238	834	2	1	0	47.293	26	0	4	0	58.289	33	4	0	1																																																																																																																																																																																																																																					
30.983	230	0	0	1	48.064	35	4	0	0	59.013	1	1	4	1																																																																																																																																																																																																																																					
33.213	622	2	2	0	48.889	44	1	4	0	59.634	4	4	1	1																																																																																																																																																																																																																																					
35.266	510	1	1	1	49.035	25	1	3	1	60.675	398	3	3	1																																																																																																																																																																																																																																					
37.033	132	1	3	0	49.411	137	3	1	1	60.835	214	4	3	0																																																																																																																																																																																																																																					
37.504	10	3	1	0	49.594	77	4	1	0	61.541	10	1	5	0																																																																																																																																																																																																																																					
39.250	316	2	0	1	50.770	5	3	3	0	62.508	5	5	1	0																																																																																																																																																																																																																																					
40.874	428	1	2	1	53.464	54	2	4	0	63.086	20	2	4	1																																																																																																																																																																																																																																					

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/lor: 2.17			
Rad: CuKα1			
Lambda: 1.54060			
Filter:			
d-sp: calculated			
ICSD #: 072060			
Mineral Name:			
Sodalite, syn			
Non-Ambient Temperature			

Variable Slit Intensity		2θ		2θ		2θ		2θ	
↑		Int-v	h	k	l	Int-v	h	k	l
↓									
0		15	30	45	60	75	90	105	120
									89.74
		2 θ°							

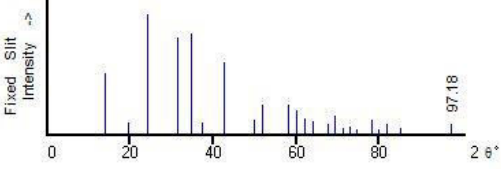
2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l
14.109	39	1	1	0	45.707	3	4	2	0	63.774	0	6	1	0
20.004	4	2	0	0	46.902	0	4	2	1	64.734	16	6	1	1
22.395	2	2	1	0	48.075	2	3	3	2	66.631	5	6	2	0
24.564	100*	2	1	1	50.358	15	4	2	2	67.569	0	6	2	1
28.438	3	2	2	0	51.471	0	4	3	0	68.501	15	5	4	1
31.879	40	3	1	0	52.567	21	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., Seff, 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/lor: 17.27			
Rad: CuKα1			
Lambda: 1.54060			
Filter:			
d-sp: calculated			
ICSD #: 041553			
Also called:			
Zeolite A Zn-exchanged, evacuated, syn			

Fixed Slit Intensity		2θ		2θ		2θ		2θ	
↑		Int-f	h	k	l	Int-f	h	k	l
↓									
0		15	30	45	60	75	90	105	120
									88.84
		2 θ°							

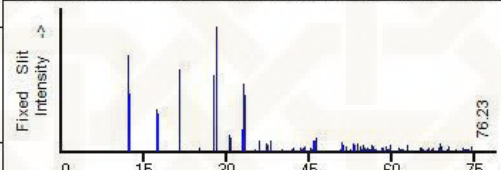
2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
7.331	999*	1	0	0	29.633	1	4	0	0	40.994	1	5	2	1
10.375	1	1	1	0	30.567	22	4	1	0	42.403	1	4	4	0
12.715	13	1	1	1	31.475	3	3	3	0	43.093	3	5	2	2
14.692	1	2	0	0	32.361	7	3	3	1	43.774	2	5	3	0
16.438	14	2	1	0	33.226	1	4	2	0	44.447	2	5	3	1
18.019	19	2	1	1	34.071	11	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

42-0216	Quality: I	Na6 [Al Si O4]6 · 4 H2 O
CAS Number:		Sodium Aluminum Silicate Hydrate
Molecular Weight: 924.39		Ref: Sieger, P., Engelhardt, G., Felsche, J., Universität Konstanz, Konstanz, Germany, Private Communication, (1991)
Volume[CD]: 720.53		
Dx: 2.130 Dm:		
Sys: Cubic		
Lattice: Primitive		
S.G.: P43n (218)		
Cell Parameters:		
a 8.965 b c		
α β γ		
SS/FDM: F23=12(0.032, 61)		
I/Cor:		
Rad: CuKa1		
Lambda: 1.5405		
Filter:		
d-sp: Guinier		
Also called:		
Unnamed zeolite		

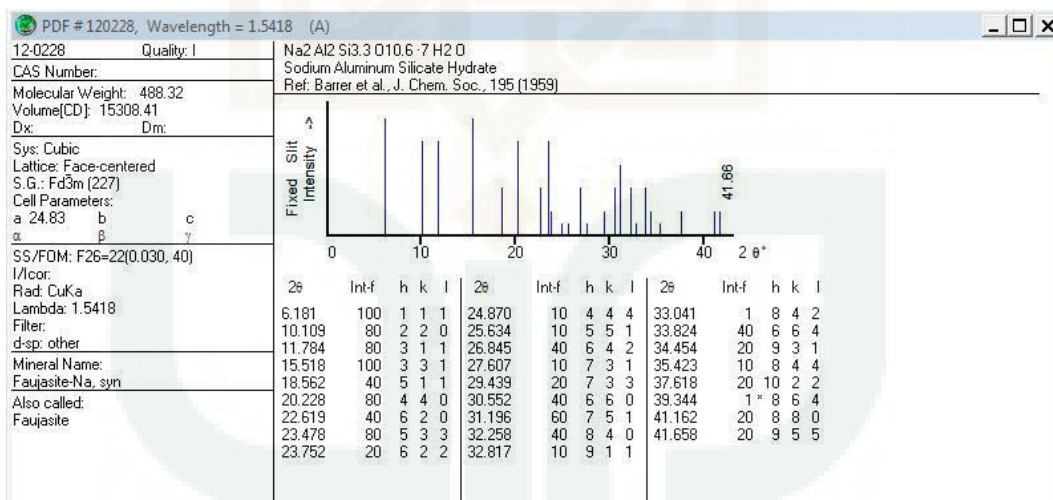
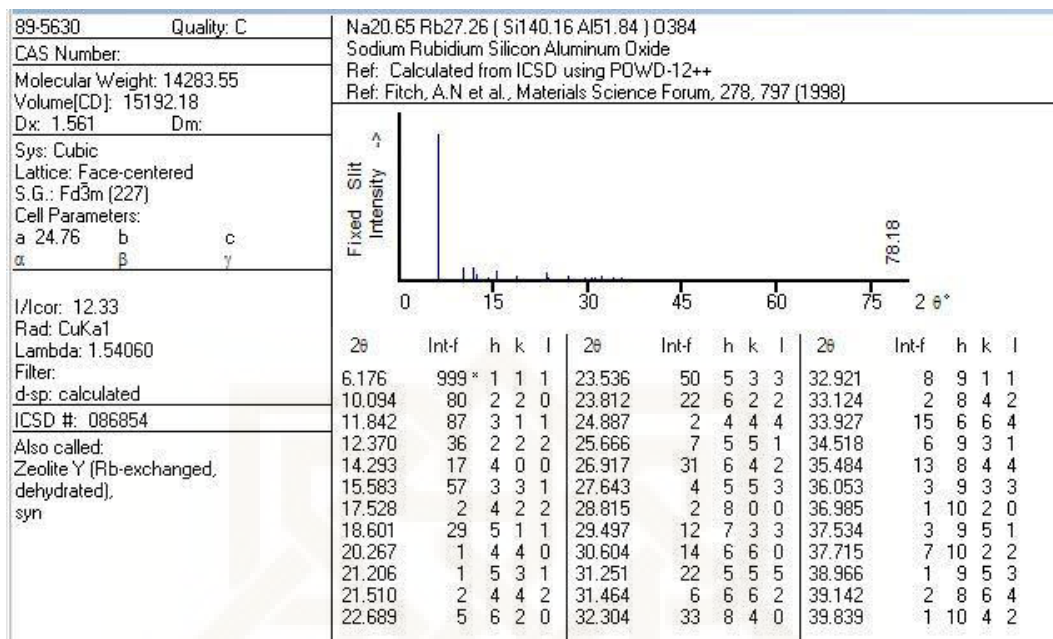


2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
13.936	51	1	1	0	51.971	25	5	1	0	73.061	6	4	4	4
19.760	10	2	0	0	58.151	25	4	4	0	74.742	4	5	5	0
24.318	100	2	1	1	60.108	20	5	3	0	78.300	12	7	2	1
31.553	80	3	1	0	62.024	13	6	0	0	80.024	4	6	4	2
34.644	83	2	2	2	63.927	11	6	1	1	81.751	8	7	3	0
37.439	10	3	2	1	67.689	8	5	4	1	85.195	5	7	3	2
42.800	60	4	1	1	69.460	15	6	2	2	97.181	8	6	6	2
49.812	12	4	2	2	71.273	5	6	3	1					

89-6322	Quality: C	Na8 (Al8 Si8 O32) (H2 O)15.17
CAS Number:		Sodium Aluminum Oxide Silicate Hydrate
Molecular Weight: 1409.73		Ref: Calculated from ICSD using PDWD-12++
Volume[CD]: 1019.52		Ref: Albert, B.R et al., Microporous Mesoporous Mater., 21, 133 (1998)
Dx: 2.296 Dm:		
Sys: Monoclinic		
Lattice: End-centered		
S.G.: C2/c (15)		
Cell Parameters:		
a 14.23 b 9.983 c 10.006		
α β γ		
I/Cor: 0.51		
Rad: CuKa1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 087553		
Also called:		
Zeolite NaP, syn		

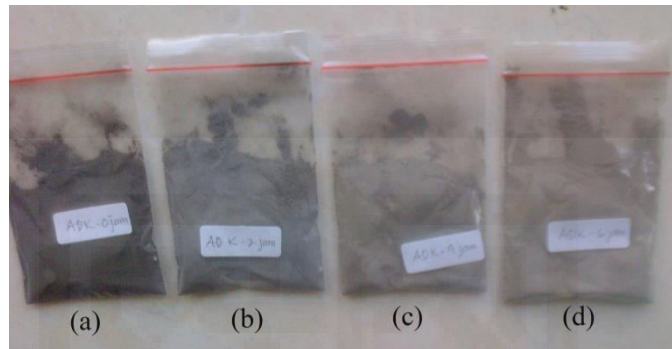


2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
12.393	763	1	1	0	33.510	325	3	3	2	44.063	28	2	2	4
12.514	456	1	1	1	35.148	15	4	0	0	44.175	24	0	4	2
17.366	331	2	0	0	35.953	82	0	4	0	44.295	36	4	4	2
17.713	302	2	0	2	37.381	63	3	1	1	44.295	36	6	2	4
17.713	302	0	2	0	37.513	49	5	1	1	45.315	31	5	1	0
21.517	227	3	1	1	37.788	11	3	3	0	45.476	21	1	1	3
21.673	651	0	2	1	38.022	42	3	1	4	45.624	8	3	3	1
21.673	651	2	2	1	38.153	89	5	1	4	45.736	21	1	1	4
24.934	11	2	2	0	38.153	89	3	3	3	45.736	21	5	3	1
24.934	11	4	0	2	39.496	8	2	0	2	45.924	90	2	4	1
25.181	24	2	2	2	39.642	9	4	2	0	46.069	66	4	4	1
27.683	605	3	1	0	39.749	7	6	0	2	46.069	66	7	1	4
28.185	999*	3	1	3	39.986	4	2	0	4	46.227	84	2	4	3
28.185	999*	1	3	1	40.189	15	2	4	0	46.227	84	5	1	5
30.673	132	0	2	2	40.189	15	6	0	4	46.298	109	1	5	0
30.831	109	4	2	2	41.864	14	0	2	3	46.298	109	4	4	3
33.019	172	2	2	1	41.933	11	1	3	2	48.965	3	4	2	1
33.130	534	4	2	1	42.135	25	1	3	3	49.099	10	6	2	1
33.130	534	1	1	3	42.135	25	6	2	3	49.099	10	7	1	2
33.401	451	2	2	3	42.308	15	5	3	3	49.610	2	3	1	5
33.401	451	5	1	3	43.610	24	2	2	2	49.792	10	4	2	5
33.510	325	4	2	3	43.844	12	6	2	2	49.792	10	1	5	1



Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

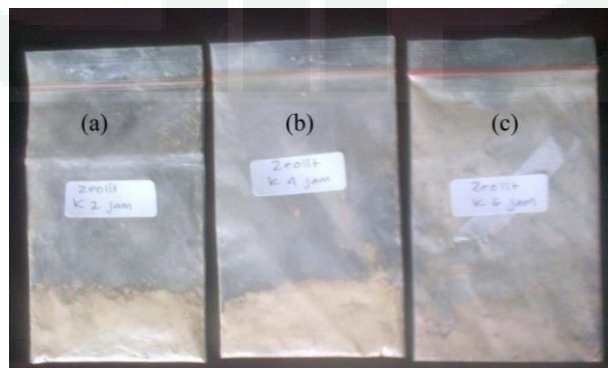
1. Abu dasar batubara pabrik gula Madukismo (a) tanpa perlakuan, (b) kalsinasi 2 jam, (c) kalsinasi 4 jam, (d) kalsinasi 6 jam



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 : Novi Setiawati
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Tempat, Tanggal Lahir : Klaten, 22 November 1992
 Alamat Asal : Karang Wetan, Pluneng,
 Kebonorum, Klaten
 Alamat Tinggal : Karang Wetan, Pluneng, Kebonorum, Klaten
 Email : novi.setiawati11@gmail.com
 No. HP : 085799992355



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	TK Pertiwi Pluneng	1998
SD	SD Negeri 2 Pluneng	2004
SMP	SMP Negeri 1 Kebonorum	2007
SMU	SMA Negeri 1 Karangnongko	2010
S1	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2016