

**ADSORPSI AIR SADAH DESA BANDUNGAN WATES YOGYAKARTA
DENGAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI HCl DAN Na₂EDTA**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia**



Oleh:

Imam Agus Mustofa

09630015

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

2014



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 : Imam Agus Mustofa

NIM : 09630015

Judul Skripsi : Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Na₂EDTA

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

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

Wassalamu'alaikumwr.wb.

Yogyakarta, 20 Januari 2014

Pembimbing I

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Pembimbing II

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



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.


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

Nama : Imam Agus Mustofa
NIM : 09630015
Judul Skripsi : Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Na₂EDTA

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, 12 Februari 2014
Konsultan,


Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc
NIP.19820329 201101 1 005



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Imam Agus Mustofa

NIM : 09630015

Judul Skripsi : Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Na₂EDTA

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, 12 Februari 2014

Konsultan,

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc

NIP.19811111 201101 1 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama : Imam Agus Mustofa
NIM : 09630015
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

“Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Na₂EDTA”

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, 20 Januari 2014

Penulis



Imam Agus Mustofa
NIM. 09630015



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/479/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Na₂EDTA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Imam Agus Mustofa

NIM : 09630015

Telah dimunaqasyahkan pada : 30 Januari 2014

Nilai Munaqasyah : A -

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

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

Penguji II

Irwan Nugraha, M.Sc
NIP.19820329 201101 1 005

Yogyakarta, 12 Februari 2014

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

MOTTO

“Do whatever you like, be consistent, and success will come naturally”

Lakukan apapun yang kamu sukai, jadilah konsisten, dan sukses akan datang dengan sendirinya.

Masa lalu tidak selalu seperti yang kita inginkan, tetapi masa depan bisa didesain agar sesuai dengan keinginan kita



HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya ini Ku Dedikasikan untukmu...

Ayah dan Ibuku Tercinta
Kakak-kakakku dan Adik-adikku Tersayang
Keluarga Besaraku Tersayang
All My Best Friends Jurusan Kimia angkatan
tahun 2009

Untuk Almamaterku Tercinta
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Adsorpsi Air Sadah Desa Bandungan Wates Yogyakarta dengan Zeolit Alam Teraktivasi HCl Dan Na₂EDTA**”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan umat-Nya.

Dalam penulisan skripsi ini, baik pada saat persiapan dan pelaksanaan penelitian, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan, dukungan, bimbingan maupun kritik yang membangun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech, selaku Kepala Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Susy Yunita Prabawati, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Khamidinal, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Didik Krisdayanto, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya serta begitu sabar memberikan bimbingan, pengarahan, serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.

5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah membagi ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si. selaku PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan dorongan selama melakukan penelitian.
7. Kedua orang tuaku Bapak Solikhin dan Ibu Tumini tercinta yang telah mendidik, mendoakan dan memberi dukungan baik moral maupun material. Kakak dan Adikku (Samsuri, Ainah), Adik (Siti Asiah dan Wahyu) kalianlah sumber inspirasi dan motivasiku, dan semua keluarga besarku tersayang yang selalu mendoakan penulis serta memberikan dorongan baik moril maupun materil yang tidak ternilai harganya.
8. Wafiratul Husna yang selalu setia memberikan semangat, motivasi, kasih sayang serta tak pernah bosan mengingatkan ketika ku salah.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan Anis Hidayah, Defri Nuridwan, Warnoto, Andri Somantri, Burham Yunanto, Jazarotun Nisak, Khikmatun Khasanah, Nailal Muna, Nura Lailatusoimah, Astuti Paweni, Khoirul Wahyu, Sofiyannah, Ula Nurul Fadila, Fadlan Nur Hanifa, Mukhlasoh, Selly Agustiningrum, Zaud Al Zaki, dan berbagai pihak baik dari Kimia 2009 dan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, kalian tidak akan terlupakan.
10. Sahabat-sahabat seperjuanganku SMAN 2 MENGGALA Ismu Athoillah, Bambang Stia Budi dan Arie Pohandry.

Segenap pihak yang telah membantu penulis dari pembuatan proposal, penelitian, sampai penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu

persatu. Semoga segala bantuan, bimbingan dan motivasi yang telah diberikan akan tergantikan oleh balasan pahala dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Yogyakarta, 20 Januari 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori	6
1. Air sadah	6
a. Air Sadah Sementara	7
b. Air Sadah Tetap	7
2. Zeolit.....	8
3. Struktur Zeolit	8

4. Sifat-sifat Zeolit	10
5. Aktivasi Zeolit	10
6. Interaksi antara Zeolit dengan Air Sadah	11
7. Adsorpsi	12
8. Isoterm Adsorpsi	13
a. Isoterm Adsorpsi Langmuir	14
b. Isoterm Adsorpsi Freundlich	15
9. Kinetika Reaksi Adsorpsi	15
10. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	17
11. <i>Fourier Transform InfraRed</i> (FTIR)	18
12. Etilendiamintetraasetat (EDTA)	20
13. Dinatriumetilendiamintetraasetat (Na ₂ EDTA)	21
C. Hipotesis Penelitian	21

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Prosedur Penelitian	22
1. Preparasi Air Sadah	22
2. Preparasi ZA.....	22
3. Aktivasi ZAA	23
4. Modifikasi ZAA	23
5. Isoterm Adsorpsi ZA, ZAA dan ZA-EDTA	23
6. Kinetika Adsorpsi ZA, ZAA dan ZA-EDTA	23

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Zeolit	24
1. Karakterisasi Zeolit dengan XRD	24
2. Karakterisasi Zeolit dengan FTIR	27
B. Penentuan Model Isoterm Adsorpsi oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA.....	33
C. Penentuan Kinetika Adsorpsi oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Utama Zeolit	9
Gambar 2.2 Unit Pembangunan Zeolit	10
Gambar 2.3 Skema Situs Asam Bronsted dan Lewis dalam Zeolit	11
Gambar 2.4 Ilustrasi Adsorpsi dengan Persamaan Langmuir	14
Gambar 2.5 Prinsip Difraksi	17
Gambar 2.6 Struktur EDTA.....	20
Gambar 2.7 Struktur Na ₂ EDTA	21
Gambar 4.1 Difraktogram Sinar-X.....	27
Gambar 4.2 Spektra Inframerah	28
Gambar 4.3 Mekanisme Dealuminasi Teraktivasi HCl.....	32
Gambar 4.4 Variasi Massa Adsorben dalam Proses Adsorpsi Air Sadah	34
Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Interaksi terhadap Adsorpsi Air Sadah oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan Adsorpsi Kimia dan Fisika	13
Tabel 2.2 Perbedaan Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich	15
Tabel 4.1 Puncak Utama 2θ dan Hasil Interpretasi pada Zeolit	25
Tabel 4.2 Pergeseran Bilangan Gelombang Asimetris TO_4	32
Tabel 4.3 Hasil Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	36
Tabel 4.4 Parameter Kinetika Reaksi pada Penurunan Kesadahan oleh Zeolit Perlakuan	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Difraktogram ZA.....	50
Lampiran 2. Difraktogram ZAA	56
Lampiran 3. Difraktogram ZAA	61
Lampiran 4. Spektrum IR ZA	66
Lampiran 5. Spektrum IR ZAA	67
Lampiran 6. Spektrum IR ZA-EDTA	68
Lampiran 7. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA ...	69
Lampiran 8. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZA	70
Lampiran 9. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZAA	73
Lampiran 10. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZAA-EDTA.....	75
Lampiran 11. Kinetika Adsorpsi Air Sadah oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA ..	77
Lampiran 12. Kinetika Adsorpsi ZA	78
Lampiran 13. Kinetika Adsorpsi ZAA.....	80
Lampiran 14. Kinetika Adsorpsi ZA-EDTA.....	82

ABSTRAK

ADSORPSI AIR SADAH DESA BANDUNGAN WATES YOGYAKARTA DENGAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI HCl DAN Na₂EDTA

Oleh:

Imam Agus Mustofa

09630015

Telah dilakukan penelitian adsorpsi air sadah dari Desa Bandungan Wates Yogyakarta menggunakan zeolit alam (ZA), zeolit alam teraktivasi HCl (ZAA) dan zeolit termodifikasi Na₂EDTA (ZA-EDTA). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan sebagai adsorben untuk adsorpsi air yang mengandung kesadahan tinggi.

Padatan adsorben ZA, ZAA dan ZA-EDTA dikarakterisasi menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) dan FTIR. Aplikasi ZA, ZAA dan ZA-EDTA sebagai adsorben dipelajari dengan mengkaji isoterm adsorpsi dan pengaruh kinetika adsorpsi. Kajian isoterm adsorpsi kesadahan dilakukan dengan variasi berat 2, 4, 6, 8, 10 gram dan kinetika adsorpsi dengan variasi waktu kontak yaitu: 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZA, ZAA dan ZA-EDTA mampu menurunkan kesadahan air dari Desa Bandungan Wates Yogyakarta. Kapasitas adsorpsi ketiga adsorben cenderung dikategorikan adsorpsi fisika dengan mengikuti pola isoterm Freundlich yang menghasilkan kapasitas adsorpsi: ZA= $3,09 \times 10^{-20}$ mol/g; ZAA= $6,89 \times 10^{-12}$ mol/g; ZA-EDTA= $6,33 \times 10^{-9}$ mol/g. Kinetika adsorpsi ketiga adsorben cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta ZA= 0,145 g/mg min, $Q_e = 1,876$ mg/g; ZAA= 0,145 g/mg min, $Q_e = 10,53$ mg/g; ZA-EDTA= 0,277 g/mg min, $Q_e = 12,82$ mg/g. Hasil aplikasi adsorpsi air sadah menggunakan ketiga adsorben menunjukkan bahwa ZA-EDTA memiliki kapasitas adsorpsi terbesar dibandingkan dengan ZA dan ZAA.

Kata kunci: zeolit alam, zeolit teraktivasi asam, zeolit termodifikasi ligan EDTA, adsorpsi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Desa Bandungan terletak di Kecamatan Wates Kabupaten Kulonprogo. Letak geografis Desa Bandungan berada pada wilayah batuan kapur, banyaknya logam alkali dan alkali tanah menjadikan sumber air desa ini mengandung kesadahan yang tinggi. Air merupakan kebutuhan pokok yang diperlukan manusia untuk keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci, pengairan dan kegiatan industri.

Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/Per/IX/1990 menyebutkan bahwa semua air yang diproduksi harus memenuhi kriteria syarat mutu air bersih, diantaranya ditinjau dari segi fisik, kimia dan bakteriologis. Persyaratan secara fisik yaitu air minum tidak berbau dan tidak berwarna. Persyaratan bakteriologis air bersih tidak boleh mengandung bakteri *Escherichia Colli*, sedangkan persyaratan kimia yaitu air tidak boleh mengandung senyawa kimia beracun dan setiap zat terlarut dalam air memiliki batas tertentu yang diperbolehkan.

Air sadah merupakan air yang mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kesadahan dalam air mengganggu penggunaan peralatan rumah tangga dan proses industri (Said dan Ruliasih, 2001). Air dengan tingkat kesadahan yang tinggi dalam rumah tangga mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak karena sabun jadi kurang efektif akibat salah satu bagian dari molekul sabun diikat oleh unsur Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Air yang mengandung ion Ca^{2+} dalam industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan sehingga dapat menyebabkan kerusakan

pada peralatan industri, disamping itu dapat menghambat proses pemanasan. Akibat adanya masalah tersebut, persyaratan kesadahan air industri sangat diperhatikan. Pada umumnya jumlah kesadahan dalam air industri harus nol (Said dan Ruliasih, 2001).

Untuk memperoleh air bersih yang layak dikonsumsi diperlukan suatu cara pengolahan yang lebih baik. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah filtrasi (penyaringan). Metode ini dapat diterapkan di daerah pedesaan yang berada ditepi sungai, daerah pegunungan dengan kandungan kapur yang tinggi ataupun sumber air lain.

Media filter yang biasanya digunakan adalah pasir, kerikil, ijuk, arang aktif dan zeolit. Zeolit yang tersebar di Indonesia belum mendapat perhatian yang memadai sebagai media filtrasi air bersih. Zeolit alam terdapat di Jawa, N.T.T, Irian, Sumatra, Sulawesi, dan Kalimantan. Zeolit paling banyak terdapat di Pulau Jawa seperti di Wonosari dan Klaten (Distamben Jawa Barat, 2002).

Zeolit memiliki berbagai macam kegunaan, salah satunya untuk adsorpsi senyawa organik (Bouffard dan Duff, 2000). Zeolit yang diperoleh dari alam umumnya mempunyai ukuran pori sebesar 20 \AA , sehingga kemampuan adsorpsinya rendah terhadap molekul yang berukuran besar. Salah satu cara untuk meningkatkan daya guna zeolit alam melalui peningkatan kereaktifan yaitu dengan memodifikasi permukaan zeolit alam. Metode modifikasi permukaan zeolit alam antara lain dengan dealuminasi (Skeel dan Breck, 1984) dan interaksi dengan Surfaktan (Bowman, 1995).

Adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi air sadah Desa Bandungan untuk mengurangi tingkat kesadahan sumber air dalam penelitian ini menggunakan zeolit alam yang teraktivasi asam menggunakan HCl dan dimodifikasi menggunakan ligan EDTA. Kemampuan adsorben zeolit alam (ZA) dibandingkan dengan zeolit alam teraktivasi HCl (ZAA) serta zeolit alam yang teraktivasi HCl kemudian dimodifikasi dengan ligan EDTA (ZA-EDTA).

B. Batasan Masalah

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

1. Air sadah diambil dari sumur warga di Desa Bandungan, Wates, Yogyakarta.
2. Sumber ligan EDTA menggunakan larutan Na_2EDTA .
3. Karakteristik zeolit yang dipelajari secara kualitatif menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsional dan XRD untuk mengetahui kristalinitas zeolit.
4. Kajian adsorpsi air sadah menggunakan zeolit dipelajari dengan variasi berat yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 gram serta waktu interaksi 0, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit.

C. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik ZA, ZAA dan ZA-EDTA menggunakan XRD dan FTIR?
2. Bagaimana kapasitas model isoterm dan kinetika adsorpsi air sadah menggunakan ZA, ZAA dan ZA-EDTA?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik ZA, ZAA dan ZA-EDTA menggunakan XRD dan FTIR.
2. Mengetahui kapasitas model isoterm dan kinetika adsorpsi air sadah menggunakan ZA, ZAA dan ZA-EDTA.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik ZA, ZAA dan ZA-EDTA menggunakan XRD dan FTIR.
2. Memberikan informasi mengenai kapasitas model isoterm dan kinetika adsorpsi air sadah menggunakan ZA, ZAA dan ZA-EDTA.
3. Sebagai bahan referensi data penelitian yang selanjutnya dalam penanganan masalah lingkungan, terutama kesadahan air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Hasil karakterisasi zeolit aktivasi HCl dan Na₂EDTA dibuktikan dengan karakterisasi *X-ray diffraction* menghasilkan puncak-puncak tajam mordenit yaitu 8,7810°; 9,7511°; 13,445°; 19,6402°; 23,1517°; 23,6786°; 25,6699°; 26,02°; 26,3° dan 27,66°. Hasil karakterisasi FTIR terdapat serapan yang kuat disekitar bilangan gelombang 1543.05 cm⁻¹ yang diakibatkan adanya vibrasi N-H dari struktur Na₂EDTA.
2. Keseimbangan adsorpsi ketiga zeolit perlakuan cenderung mengikuti pola isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi : ZA K = 3,09 x 10⁻²⁰ mol g⁻¹. ZAA K = 6,89 x 10⁻¹² mol g⁻¹. ZA-EDTA = K = 6,33 x 10⁻⁹ mol g⁻¹. Kinetika adsorpsi ketiga zeolit perlakuan cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta ZA K₂ = 0,145 g mg⁻¹ min dan Q_e = 1,876 mg g⁻¹. ZAA K₂ = 0,145 g mg⁻¹ min dan Q_e = 10,53 mg g⁻¹. ZA-EDTA K₂ = 0,277 g mg⁻¹ min dan Q_e = 12,82 mg g⁻¹. Hasil yang didapat terlihat bahwa ZA-EDTA memiliki kapasitas adsorpsi terbesar dibandingkan antara ZA dan ZAA saat berinteraksi dengan air sadah.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hal yang perlu dilakukan untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

1. Perlu dilakukan aktivasi dengan variasi asam seperti dengan H_2SO_4 atau HNO_3 .
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang modifikasi zolit dengan bahan yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan volume air sadah yang diperbesar, misalnya minimal 200 mL.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang air sadah dengan lokasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W., 1990, *Physical Chemistry Of Surface*, Fourth Edition, John Wiley And Sons, New York.
- Al-Anber, Z.A., 2008, Thermodynamic And Kinetic Studies Of Iron (III) Adsorption By Olive Cake In a Batch System, *Article Jordan*, Faculty Of Science Mu'tah University.
- Anis, S., dan Gusrizal., 2006, Pengaruh pH dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat Pada Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Indo. J. Chem.*, 6(1), 56–60.
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia Fisika Jilid 2*, Edisi 4, Erlangga, Jakarta.
- Azizah, N., Astuti, E.D., dan Heny Puspita., 2008, Uji Kemampuan Karbon Aktif Dari Limbah Kayu Industri Mebel Kota Semarang Sebagai Absorben Untuk Penyisihan Fenol, *Jurnal*, PKMP UNS, Semarang.
- Bahri, S., Muhdarini, Nurhayati, dan Fitri A., 2011, Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu^{2+} Fasa Berair pada Lempung Cengar Terpilar, *Jurnal Jurusan Teknik*, FMIPA Universitas Riau.
- Barrer, R.M., 1987. *Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves*, Academic Press, London.
- Bouffard, S.C., dan Duff, S.J.B., 1999, Uptake of Dehydroabietic Acid Using Organically-Tailored Zeolit, *Water Res.*, 34, 2469-2476.
- Bowman, R.S., 2000, *Surfactant Modified Zeolite (SMZ)-A Versatile Inexpensive Sorbent For Removing Contaminant From Water*, New Institute, Mexico.
- Breck, 1977, *Principles of scanning Electron Microscopy*, Jeol Hightech co., Ltd., Jepang.
- Bruice, P. Y., 2001, *Organic Chemistry*, Prentice Hall International Inc., New Jersey.
- Distamban Jawa Barat, 2002, *Sebaran Zeolit di Jawa Barat*, Data Statistik.
- Drey, A., 1988, *An Introduction To Zeolite Molecular Sieves*, John Woley & Sons, New York.
- Drzaj, B., 1985, *Zeolites Synthesis, Structure, Technology and Application*, *Studies in Surface Science and Catalysis*, Vol. 24, Pages iii-xiv.

- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Cetakan Kelima, Kanisius, Yogyakarta.
- Herald, E, Hisyam SW, dan Sulistiyono. 2003. Characterization and Activation of Natural Zeolite from Ponorogo Indonesian, *J. Chem.*, 3 (2).
- Khairinal, T. W., 2000, Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan asam dan Proses Hidrotermal, *Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII*, Yogyakarta.
- Khopkar, S.M., 2007, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta.
- Kosmulski, M., 2001, *Chemical Properties Of Material Surfaces, Surfactant Science Series*, 102, Marcel Dekker, New York.
- Madejova, J., 2003, FTIR Techniques in Clay Mineral Studies, *Vibrational Spectroscopy*, 31, 1-10.
- Mattel, C. L., 1991, *Adsorpsi*, 2nd Edition, McGraw-Hill Company Inc., New York.
- Mudasir, Wijaya K., dan Ola D P, 2006, *New Adsorbent for Heavy Metal Based on Dithizon Immobilized Zeolit*. Gajah Mada University, Indonesia.
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., Vyvyan, J.,R., 2001, *Spectroscopy*, Nelson Education, Canada.
- Rachmawati, M., 1994, Zeolit: Tinjauan Literatur. *Pusat dokumentasi dan Informasi*, LIPI, Jakarta.
- Said, N. I., dan Ruliasih Marsidi, 2005, Mikroorganisme Patogen dan Parasit Di dalam Air Limbah Domestik serta Alternatif Teknologi Pengolahan, *JAI*, Vol. 1, No.1 ; 65-81.
- Sastrohamidjojo, H., 1991. *Spektroskopi Inframerah*, Liberty, Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H., 2007. *Spektroskopi*, Liberty, Yogyakarta.
- Skeels, G.W., Breck, D.W., 1984, *Proceeding of the 6th International Zeolite Conference*, Olson, D., Bislo A., Eds., Butterworths, Guilford, U.K. P. 87.
- Sriatun dan Darmawan, A. 2008. Modifikasi Zeolit Alam Dengan EDTA untuk Adsorpsi Pb^{2+} dan Cd^{2+} , *J. Kimia Anorganik*, Jurusan Kimia, FMIPA-UNDIP, Semarang.

- Sukardjo, 1997, *Kimia Fisika*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Trisunaryanti, W., 2006, Buku Ajar: *Kimia Zat Padat*, FMIPA-UGM, Yogyakarta.
- Trisunaryanti, W., 2009, Zeolit Alam Indonesia: Sebagai Adsorben dan Katalis dalam Mengatasi Masalah Lingkungan dan Krisis Energi, *Prosending Pengukuhan Jabatan Guru Besar*, UGM, Yogyakarta.
- Weitkamp, J., dan Puppe, L., 1999, *Catalysis and Zeolite: fundamental and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Weller, M., T., 1994, *Inorganic Materials Chemistry*. Oxford University Press.
- West, A. R., 1992, *Solid State Chemistry and Its Applications*, John Wiley and Sons, Ltd., New York.
- Widhiati, W.D., 2012, Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromiun (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*), *Jurnal, Jurusan Kimia*, FMIPA, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Wustoni, S, 2011, Sintesis Zeolit Mordenit dengan Bantuan Benih Mineral Alam Indonesia. *Jurnal Matematika & Sains*, Vol, 16 Nomor 3, ITB, Bandung.
- Zakaria, A., Rohaiti, E., Batubara, I., Sutisna dan Purwamargapratala, Y., 2012, Adsorpsi Cu (II) Menggunakan Zeolit Sintesis dari Abu Terbang Batubara, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, FMIPA-IPB, Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Difraktogram ZA

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
 Data Name : Andika UIN-1
 File Name : Andika UIN-1.PKR
 Sample Name : Sampel 1
 Comment : Sampel 1

# Strongest 3 peaks							
no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	50	25.7466	3.45743	100	0.23410	492	6361
2	42	22.3998	3.96586	81	0.34440	397	6090
3	11	9.8642	8.95957	52	0.30440	256	4374

# Peak Data List							
peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)	
1	4.2820	20.61897	4	0.16400	18	139	
2	4.6000	19.19426	5	0.21600	25	344	
3	5.1000	17.31353	10	0.26400	49	1034	
4	5.3200	16.59804	14	0.00000	67	0	
5	5.6200	15.71268	18	0.00000	91	0	
6	5.9200	14.91709	18	0.46000	91	2490	
7	6.6000	13.38162	11	0.18800	52	692	
8	8.6000	10.27358	4	0.18400	18	288	
9	8.9145	9.91183	13	0.33900	64	999	
10	9.3400	9.46121	8	0.23200	39	706	
11	9.8642	8.95957	52	0.30440	256	4374	
12	10.3600	8.53188	5	0.16000	24	391	
13	10.8200	8.17016	4	0.17500	22	153	
14	11.0600	7.99341	6	0.36000	28	370	
15	11.2600	7.85187	7	0.24000	36	374	
16	11.8500	7.46223	3	0.12660	17	132	
17	12.1828	7.25912	8	0.37220	40	660	
18	12.6133	7.01231	4	0.13330	19	136	
19	12.8600	6.87834	5	0.22000	26	323	
20	13.2000	6.70192	15	0.36000	72	1213	
21	13.5271	6.54059	37	0.32840	180	2605	
22	14.0000	6.32070	11	0.23200	55	899	
23	14.3066	6.18593	5	0.19820	25	264	
24	14.7141	6.01552	8	0.24600	37	560	
25	15.3873	5.75382	15	0.23070	72	1083	
26	16.6400	5.32337	4	0.12000	21	237	
27	16.9912	5.21412	8	0.19750	41	436	
28	17.4000	5.09253	8	0.21600	39	567	
29	17.8200	4.97344	10	0.22000	47	848	
30	18.3600	4.82836	3	0.09000	16	220	
31	19.0000	4.66714	6	0.11200	31	206	
32	19.2000	4.61897	7	0.19000	33	412	
33	19.7400	4.49382	37	0.33720	184	4476	
34	20.1800	4.39682	26	0.00000	128	0	
35	20.3600	4.35835	14	0.48000	70	1583	
36	20.6200	4.30398	8	0.00000	37	0	
37	20.8200	4.26308	9	0.00000	45	0	
38	21.0000	4.22695	9	0.29340	42	722	
39	21.5690	4.11671	8	0.21800	38	424	
40	21.8400	4.06623	7	0.18580	36	351	
41	22.0600	4.02618	18	0.22280	87	1175	
42	22.3998	3.96586	81	0.34440	397	6090	
43	22.8000	3.89715	23	0.29340	115	1911	
44	23.2226	3.82718	33	0.24320	161	2135	
45	23.7546	3.74265	22	0.27730	110	1575	
46	24.0693	3.69443	14	0.21280	70	796	
47	24.8400	3.58152	4	0.16440	20	316	

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	25.0800	3.54779	17	0.19600	83	1344
49	25.3600	3.50925	15	0.00000	72	0
50	25.7466	3.45743	100	0.23410	492	6361
51	26.1200	3.40884	22	0.24400	110	1475
52	26.3800	3.37583	52	0.32000	256	3168
53	26.7000	3.33609	39	0.26940	192	2777
54	27.1000	3.28775	7	0.00000	32	0
55	27.2800	3.26647	4	0.23280	20	348
56	27.8400	3.20202	50	0.45900	248	4940
57	28.1400	3.16856	34	0.21140	168	1994
58	28.6378	3.11461	7	0.17570	35	395
59	28.9390	3.08287	6	0.10200	28	160
60	29.5567	3.01983	8	0.14940	39	301
61	30.1446	2.96226	13	0.41730	65	1228
62	30.4200	2.93607	8	0.11500	41	285
63	31.0206	2.88058	23	0.20970	113	1238
64	31.8338	2.80882	11	0.19900	52	499
65	32.0862	2.78730	10	0.21250	47	461
66	32.7400	2.73312	7	0.28000	32	449
67	33.0833	2.70554	5	0.15330	25	197
68	33.3105	2.68760	7	0.16760	36	302
69	33.5225	2.67109	4	0.11500	18	168
70	34.6800	2.58454	3	0.13340	16	162
71	34.9000	2.56875	7	0.31200	35	406
72	35.1586	2.55045	11	0.26270	56	874
73	35.4800	2.52808	8	0.00000	39	0
74	35.7357	2.51057	16	0.43140	78	1662
75	36.6560	2.44962	9	0.40000	45	932
76	37.0741	2.42295	9	0.24170	45	604
77	38.3054	2.34785	4	0.13090	19	191
78	39.5100	2.27900	4	0.22000	20	203
79	39.9200	2.25654	3	0.16000	15	132
80	40.3400	2.23400	3	0.12000	16	102
81	40.5955	2.22053	3	0.12890	16	227
82	41.3854	2.17996	3	0.10420	15	112
83	41.8900	2.15486	3	0.18000	15	279
84	42.7241	2.11470	4	0.16170	20	383
85	43.3566	2.08530	5	0.15330	23	170
86	43.5650	2.07581	4	0.17000	22	205
87	44.3000	2.04306	5	0.14000	23	335
88	44.5000	2.03434	4	0.00000	18	0
89	45.0770	2.00963	8	0.18600	37	499
90	45.3366	1.99873	4	0.11330	20	130
91	45.7900	1.97998	3	0.14000	16	163
92	46.4416	1.95371	5	0.15670	26	202
93	46.6900	1.94389	6	0.16000	30	235
94	46.9775	1.93266	4	0.22500	18	191
95	47.2175	1.92340	5	0.15500	23	177
96	47.5675	1.91006	5	0.17500	26	269
97	48.2400	1.88499	4	0.08000	19	138
98	48.5210	1.87473	14	0.21800	68	904
99	50.2000	1.81589	3	0.30660	16	229
100	50.3730	1.81006	4	0.20600	22	208
101	51.0166	1.78873	5	0.23330	25	499
102	51.8414	1.76219	6	0.11710	28	216
103	52.9440	1.72806	4	0.13600	21	175
104	53.4608	1.71257	4	0.14830	21	224
105	54.1362	1.69278	8	0.18750	37	499
106	55.2925	1.66009	5	0.27500	26	559
107	57.7200	1.59591	3	0.13340	16	203
108	57.9297	1.59063	5	0.16340	27	280
109	59.8000	1.54527	5	0.21600	23	339

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
110	59.9800	1.54107	7	0.19000	36	321
111	60.6200	1.52632	5	0.16580	26	229
112	60.8200	1.52178	6	0.26000	31	433
113	61.6600	1.50305	4	0.13340	20	201
114	61.8940	1.49792	5	0.18800	27	263
115	62.2180	1.49090	4	0.12400	22	144
116	62.7540	1.47945	3	0.25200	15	260
117	63.0241	1.47376	3	0.13830	16	110
118	64.1850	1.44987	4	0.37000	18	348
119	64.5869	1.44182	7	0.25960	35	533
120	64.9000	1.43562	3	0.00000	15	0
121	65.2411	1.42893	3	0.13370	17	178
122	66.1040	1.41236	4	0.12800	19	180
123	66.8013	1.39930	3	0.18930	16	264
124	67.5400	1.38578	4	0.15000	18	175
125	67.8912	1.37946	6	0.26250	29	402
126	68.3150	1.37194	7	0.23000	35	425
127	68.6287	1.36643	4	0.13750	20	155
128	69.3500	1.35397	4	0.18000	19	265
129	69.7311	1.34750	3	0.16630	16	153
130	71.4845	1.31869	3	0.15900	16	212
131	71.8650	1.31264	3	0.17660	15	145
132	75.0800	1.26421	3	0.20000	17	270
133	78.6075	1.21607	3	0.14500	15	230
134	79.6740	1.20246	4	0.18800	18	228

*** Basic Data Process ***

```
# Data Infomation
  Group Name      : Data 2013
  Data Name      : Andika UIN-1
  File Name      : Andika UIN-1.RAW
  Sample Name    : Sampel 1
  Comment        : Sampel 1
  Date & Time    : 05-13-13 11:16:20

# Measurement Condition
  X-ray tube
  target         : Cu
  voltage        : 40.0 (kV)
  current        : 30.0 (mA)

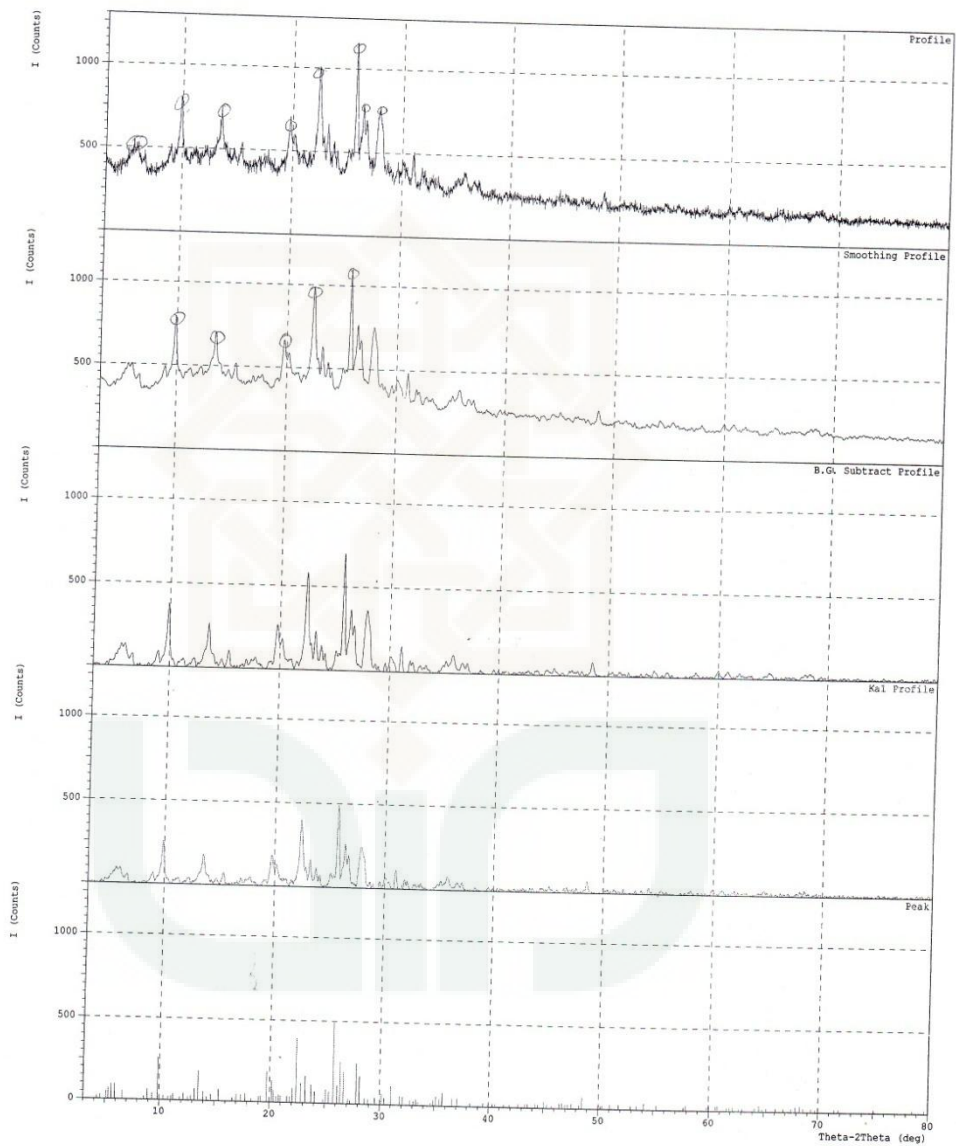
  Slits
  divergence slit : 1.00 (deg)
  scatter slit    : 1.00 (deg)
  receiving slit  : 0.30 (mm)

  Scanning
  drive axis     : Theta-2Theta
  scan range     : 3.0200 - 80.0000 (deg)
  scan mode      : Continuous Scan
  scan speed     : 5.0000 (deg/min)
  sampling pitch : 0.0200 (deg)
  preset time    : 0.24 (sec)

# Data Process Condition
  Smoothing [ AUTO ]
  smoothing points : 15
  B.G.Subtraction [ AUTO ]
  sampling points : 17
  repeat times : 30
  Kal-a2 Separate [ MANUAL ]
  Kal a2 ratio : 50 (%)
  Peak Search [ AUTO ]
  differential points : 13
  FWHM threshold : 0.050 (deg)
  intensity threshold : 30 (par mil)
  FWHM ratio (n-1)/n : 2
  System error Correction [ NO ]
  Precise peak Correction [ NO ]
```

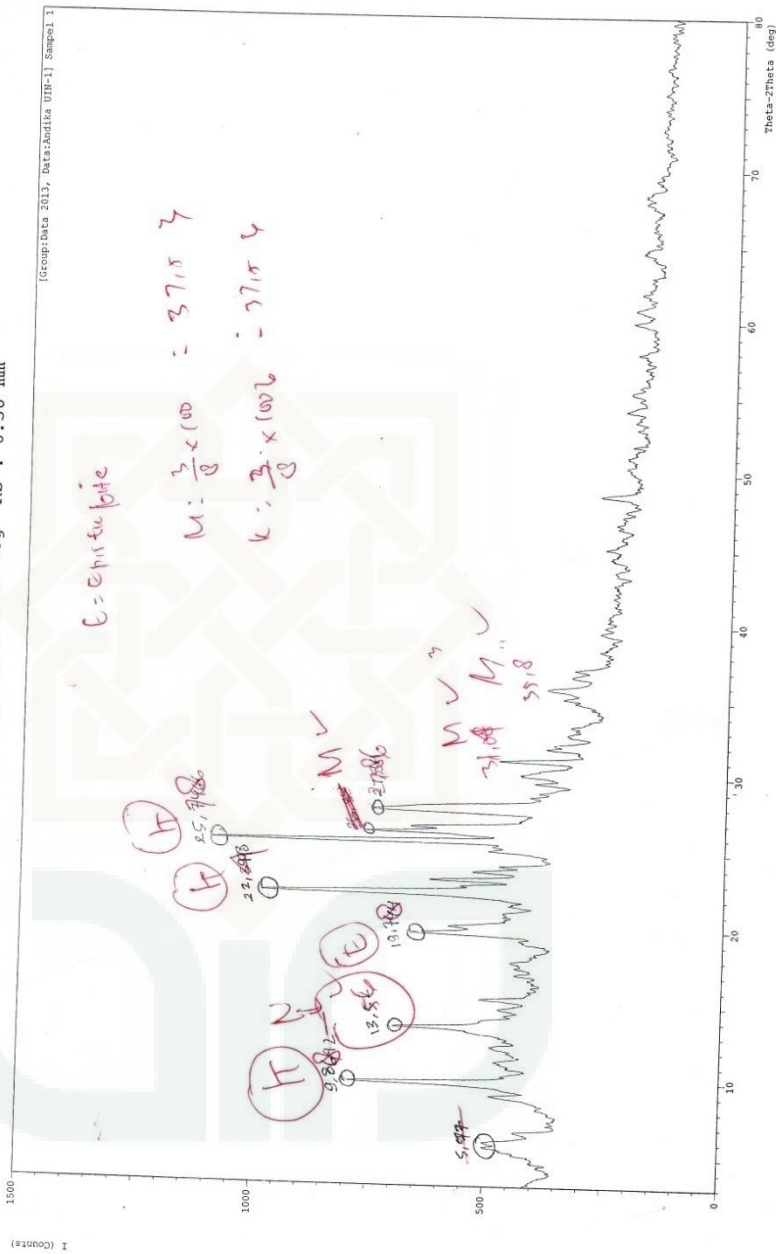

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
Data Name : Andika UIN-1
File Name : Andika UIN-1.PKR
Sample Name : Sampel 1
Comment : Sampel 1



*** Multi Plot ***

File Name : Data 2013\Andika UIN-1
 Sample Name : Sampel 1
 Date & Time : 05-13-13 11:16:20 Comment : Sampel 1
 Condition
 X-ray Tube : Cu(1.54060 Å) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
 Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
 Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



Lampiran 2. Difraktogram ZAA

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
 Data Name : Imam Agus Mustofa
 File Name : Imam Agus Mustofa.PKR
 Sample Name : Zeolit
 Comment : Zeolit

#	Strongest peak no.	3 peaks 2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	40	25.8535	3.44337	100	0.32500	410	7023
2	33	22.5200	3.94497	88	0.36000	362	6497
3	42	27.8960	3.19572	63	0.48800	257	6600

#	Peak Data List peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.8200	18.31865	4	0.18000	15	388	
2	5.1400	17.17889	5	0.00000	19	0	
3	5.3400	16.53592	7	0.00000	30	0	
4	5.5800	15.82523	9	0.00000	38	0	
5	6.0200	14.66952	10	0.54660	40	1092	
6	6.4200	13.75640	7	0.55000	27	499	
7	6.7600	13.06525	3	0.24000	14	167	
8	8.4200	10.49280	6	0.20000	24	329	
9	8.9232	9.90218	19	0.38360	77	1720	
10	9.6200	9.18645	21	0.36000	88	1643	
11	9.9120	8.91647	57	0.42000	234	3662	
12	10.4400	8.46668	9	0.62000	35	1338	
13	11.1000	7.96469	9	0.41000	35	655	
14	11.3000	7.82417	9	0.00000	35	0	
15	11.7200	7.54471	6	0.00000	26	0	
16	12.3225	7.17713	12	0.59500	49	1715	
17	13.2200	6.69183	16	0.50660	65	1527	
18	13.6117	6.50013	39	0.47000	161	2941	
19	14.1000	6.27610	12	0.34400	48	1020	
20	14.7800	5.98884	8	0.28000	34	755	
21	15.4103	5.74528	18	0.29490	75	1214	
22	15.9100	5.56594	4	0.30000	17	277	
23	17.0800	5.18721	3	0.24000	13	246	
24	17.4600	5.07516	8	0.34660	31	453	
25	17.8683	4.96010	10	0.44330	39	751	
26	18.3200	4.83881	3	0.08000	13	84	
27	19.0633	4.65178	4	0.23330	18	338	
28	19.8000	4.48034	42	0.39260	171	3984	
29	20.3600	4.35835	27	0.36000	109	2480	
30	20.9600	4.23492	11	0.42400	46	1070	
31	21.6600	4.09962	8	0.56800	33	1035	
32	22.2400	3.99400	61	0.32000	251	3488	
33	22.5200	3.94497	88	0.36000	362	6497	
34	22.9600	3.87035	24	0.00000	100	0	
35	23.3600	3.80498	34	0.35080	140	3117	
36	23.8600	3.72636	26	0.38660	105	1886	
37	24.1800	3.67776	12	0.18660	49	588	
38	24.6900	3.60294	5	0.18000	21	197	
39	25.1333	3.54039	18	0.37330	73	1668	
40	25.8535	3.44337	100	0.32500	410	7023	
41	26.6110	3.34705	57	0.62210	235	8069	
42	27.8960	3.19572	63	0.48800	257	6600	
43	28.6400	3.11437	7	0.54660	30	1164	
44	29.0600	3.07031	6	0.49340	26	536	
45	29.8066	2.99508	3	0.12670	13	84	
46	30.2250	2.95457	12	0.43000	51	1090	
47	30.8200	2.89887	22	0.25000	91	1025	

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	31.1000	2.87340	20	0.33000	81	1252
49	32.1425	2.78255	7	0.35500	29	508
50	32.9000	2.72019	4	0.20000	15	180
51	33.1600	2.69946	5	0.24000	20	340
52	34.6116	2.58949	6	0.19670	23	212
53	34.9600	2.56448	5	0.26000	19	225
54	35.2800	2.54195	8	0.44000	33	901
55	35.6200	2.51846	13	0.00000	54	0
56	35.9000	2.49946	15	0.38000	60	1463
57	36.3200	2.47151	7	0.00000	28	0
58	36.6951	2.44710	12	0.48170	48	862
59	37.0600	2.42384	9	0.45340	36	658
60	37.8600	2.37444	3	0.12000	12	91
61	39.7133	2.26780	6	0.22670	23	436
62	40.8525	2.20715	4	0.13500	15	182
63	42.5741	2.12180	4	0.27830	15	402
64	43.1850	2.09319	3	0.23000	12	185
65	43.7400	2.06791	5	0.14000	20	180
66	44.4600	2.03608	8	0.20000	31	341
67	44.7000	2.02570	8	0.34000	31	473
68	45.2000	2.00445	8	0.28000	33	524
69	45.4600	1.99359	6	0.00000	23	0
70	45.6200	1.98697	3	0.24000	13	236
71	45.9100	1.97509	5	0.18000	19	197
72	46.5000	1.95139	6	0.12000	23	200
73	46.8000	1.93958	9	0.30000	35	500
74	47.1200	1.92715	3	0.20000	14	210
75	48.6500	1.87006	10	0.33000	39	707
76	49.0200	1.85681	3	0.19000	12	239
77	50.2766	1.81330	8	0.28670	33	552
78	51.0925	1.78625	7	0.32500	29	537
79	53.0333	1.72536	4	0.14670	17	169
80	53.5608	1.70960	3	0.14830	12	103
81	54.2233	1.69027	5	0.32670	21	413
82	55.0900	1.66571	3	0.30000	14	324
83	55.3975	1.65719	5	0.23500	19	279
84	57.0560	1.61290	3	0.19200	14	183
85	57.9533	1.59004	5	0.26670	19	349
86	60.0883	1.53855	9	0.24330	36	545
87	60.8000	1.52223	6	0.26000	23	358
88	61.1100	1.51525	4	0.22000	16	172
89	61.8808	1.49821	4	0.30830	18	341
90	62.4016	1.48695	5	0.22330	19	242
91	63.0250	1.47374	3	0.21000	14	216
92	64.4800	1.44395	3	0.12000	13	250
93	64.7400	1.43878	3	0.00000	14	0
94	65.0800	1.43208	5	0.12000	19	278
95	65.8950	1.41633	4	0.21000	15	225
96	66.3350	1.40800	5	0.19000	19	209
97	66.7750	1.39979	4	0.27000	16	261
98	67.3800	1.38868	3	0.08000	13	80
99	67.9200	1.37895	9	0.44000	36	640
100	68.2600	1.37291	8	0.66000	32	830
101	69.4700	1.35192	4	0.34000	15	280
102	69.9040	1.34459	12	0.25470	48	701
103	71.4666	1.31898	3	0.17330	12	164
104	72.5550	1.30185	5	0.27000	19	370
105	74.1160	1.27824	3	0.23200	12	189
106	75.6833	1.25562	4	0.20670	15	246
107	76.7233	1.24117	5	0.23330	19	437

*** Basic Data Process ***

```
# Data Information
  Group Name      : Data 2013
  Data Name      : Imam Agus Mustofa
  File Name      : Imam Agus Mustofa.RAW
  Sample Name    : Zeolit
  Comment       : Zeolit
  Date & Time    : 06-19-13 15:50:31

# Measurement Condition
  X-ray tube
  target         : Cu
  voltage        : 40.0 (kV)
  current        : 30.0 (mA)

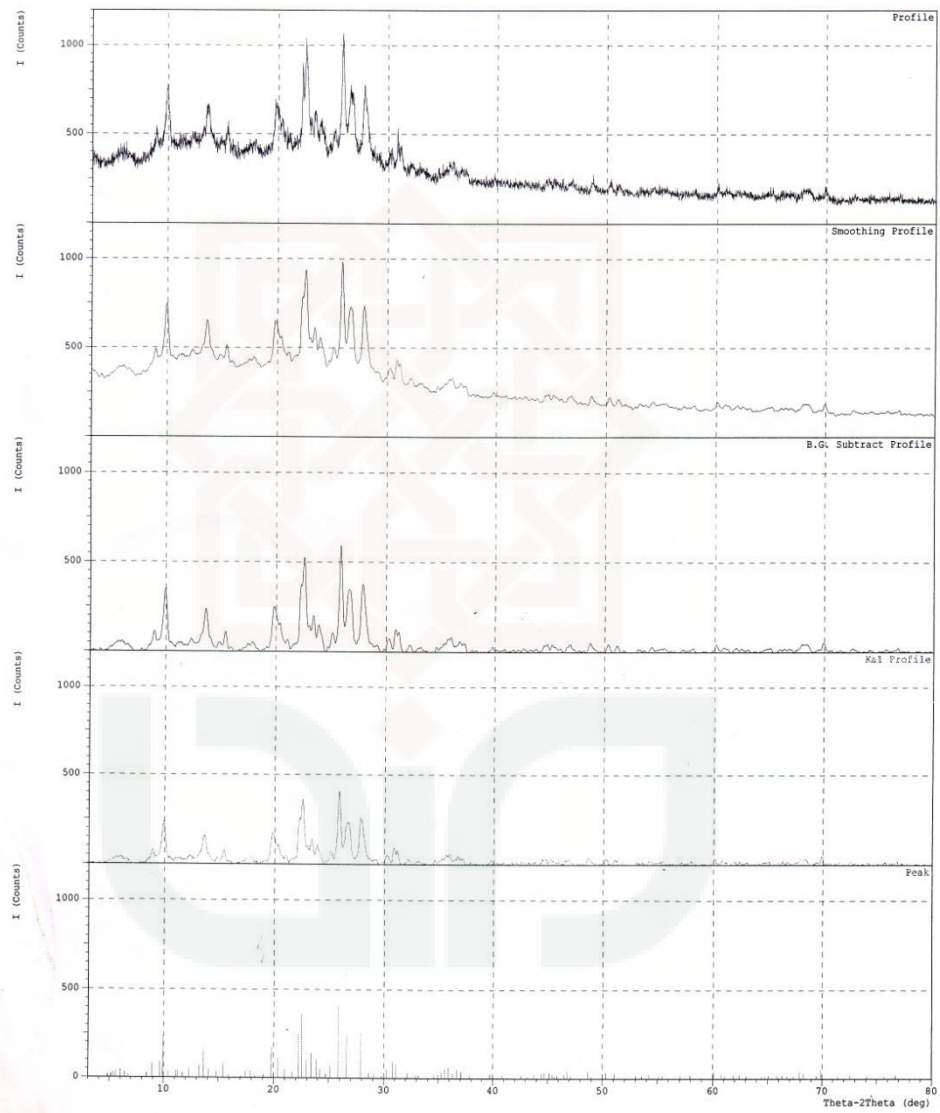
  Slits
  divergence slit : 1.00 (deg)
  scatter slit   : 1.00 (deg)
  receiving slit  : 0.30 (mm)

  Scanning
  drive axis     : Theta-2Theta
  scan range     : 3.0200 - 80.0000 (deg)
  scan mode      : Continuous Scan
  scan speed     : 5.0000 (deg/min)
  sampling pitch : 0.0200 (deg)
  preset time    : 0.24 (sec)

# Data Process Condition
  Smoothing      [ AUTO ]
  smoothing points : 21
  B.G.Subtraction [ AUTO ]
  sampling points : 27
  repeat times    : 30
  Kal-a2 Separate [ MANUAL ]
  Kal a2 ratio    : 50 (%)
  Peak Search     [ AUTO ]
  differential points : 15
  FWHM threshold  : 0.050 (deg)
  intensity threshold : 30 (par mil)
  FWHM ratio (n-1)/n : 2
  System error Correction [ NO ]
  Precise peak Correction [ NO ]
```

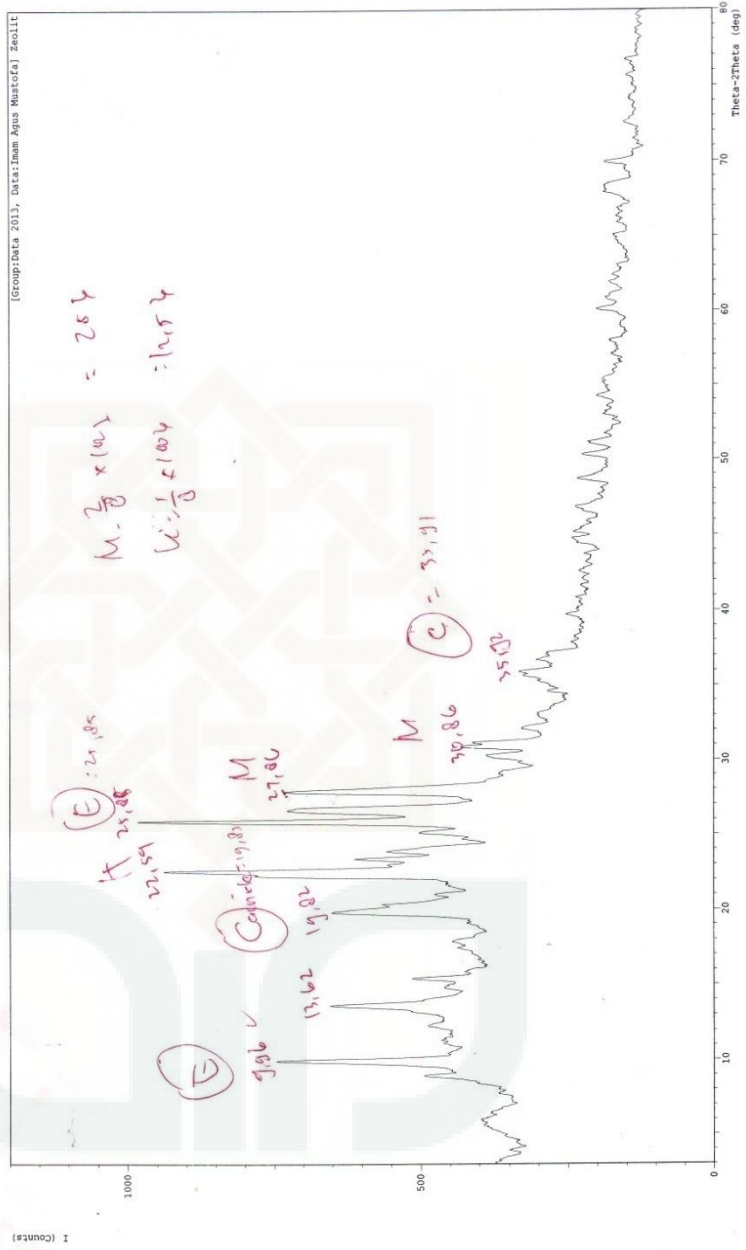
*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
Data Name : Imam Agus Mustofa
File Name : Imam Agus Mustofa.PKR
Sample Name : Zeolit
Comment : Zeolit



*** Multi Plot ***

File Name : Data 2013\Imam Agus Mustofa
 Sample Name : Zeolit
 Date & Time : 06-19-13 15:50:31
 Comment : Zeolit
 Condition
 X-ray Tube : Cu(1.54060 Å) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
 Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
 Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



Lampiran 3. Difraktogram ZA-EDTA

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
 Data Name : Mustofa UIN-1
 File Name : Mustofa UIN-1.PKR
 Sample Name : Zeolit Modifikasi (ZM)
 Comment : Zeolit Modifikasi (ZM)

#	Strongest	3 peaks					
no.	peak	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	Integrated Int
		(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1	36	25.6699	3.46758	100	0.22460	566	7914
2	29	22.3227	3.97939	75	0.33520	425	6386
3	6	9.7511	9.06323	66	0.29980	376	5400

#	Peak	Data List					
no.	peak	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	Integrated Int
		(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1		5.8350	15.13420	6	0.29000	35	701
2		6.4840	13.62076	13	0.28800	72	1170
3		8.4400	10.46798	4	0.00000	24	0
4		8.7810	10.06222	18	0.35800	102	2141
5		9.4200	9.38104	14	0.24000	80	1461
M 6		9.7511	9.06323	66	0.29980	376	5400
7		10.1200	8.73367	6	0.12000	34	420
8		10.5400	8.38657	4	0.26000	23	283
9		10.8000	8.18525	4	0.36000	24	307
10		11.1492	7.92965	8	0.20500	45	476
11		11.7071	7.55299	4	0.12080	20	117
12		12.1350	7.28760	8	0.27660	46	546
13		12.3200	7.17858	5	0.16000	26	256
14		12.9800	6.81502	9	0.26220	49	628
15		13.0800	6.76314	10	0.00000	58	0
M 16		13.4450	6.58034	41	0.31000	230	3878
17		13.8800	6.37508	11	0.29340	63	1339
18		14.6475	6.04272	9	0.24500	53	703
19		15.2580	5.80228	16	0.29390	92	1638
20		16.9133	5.23796	6	0.14670	36	344
21		17.3933	5.09447	7	0.25330	38	496
22		17.6989	5.00719	8	0.23210	46	556
23		19.0922	4.64481	7	0.21560	41	700
M 24		19.6402	4.51643	33	0.31470	189	3008
25		20.1219	4.40938	18	0.36750	102	1838
26		20.4400	4.34147	7	0.20000	41	513
27		20.8450	4.25803	9	0.19000	52	533
28		21.9200	4.05157	13	0.29860	75	1481
K 29		22.3227	3.97939	75	0.33520	425	6386
30		22.7000	3.91409	19	0.30800	106	1855
M 31		23.1513	3.83880	28	0.23870	157	2267
32		23.6786	3.75449	23	0.21620	129	1621
33		23.9800	3.70798	12	0.13420	68	572
34		24.9200	3.57020	13	0.18660	72	1304
35		25.2600	3.52291	9	0.00000	53	0
36		25.6699	3.46758	100	0.22460	566	7914
37		26.0200	3.42171	18	0.00000	104	0
38		26.3000	3.38592	45	0.29480	257	3913
39		26.5800	3.35088	47	0.26660	264	3602
40		27.1311	3.28405	5	0.22220	31	471
41		27.6600	3.22245	55	0.31100	314	3830
42		27.8800	3.19752	36	0.32300	206	2570
43		28.1000	3.17298	14	0.18000	78	818
44		28.5000	3.12935	8	0.20000	44	516
45		28.8000	3.09743	3	0.09000	19	136
46		29.0400	3.07238	3	0.08500	18	167
47		29.5605	3.01945	4	0.15100	20	155

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	29.9800	2.97815	11	0.35340	60	1047
49	30.3800	2.93984	7	0.24000	39	531
50	30.9285	2.88895	19	0.21710	106	1126
51	31.1000	2.87340	4	0.13540	22	261
52	31.3143	2.85423	3	0.09140	17	92
53	31.9791	2.79639	9	0.24830	50	469
54	32.1400	2.78276	4	0.13340	20	140
55	32.7656	2.73104	5	0.24470	26	390
56	33.2109	2.69543	5	0.19530	29	376
57	34.7800	2.57734	3	0.18660	19	310
58	35.1625	2.55017	8	0.27500	43	731
59	35.4600	2.52946	7	0.00000	38	0
60	35.6800	2.51436	13	0.26860	73	1139
61	36.0800	2.48740	4	0.15200	20	213
62	36.3000	2.47283	3	0.16000	19	166
63	36.5314	2.45769	12	0.18290	66	534
64	36.7400	2.44422	6	0.24000	32	329
65	37.0291	2.42579	7	0.31170	40	614
66	39.3000	2.29069	4	0.06400	20	146
67	39.5800	2.27513	4	0.00000	21	0
68	39.7400	2.26634	3	0.17600	19	268
69	40.3128	2.23545	9	0.18570	49	447
70	40.6600	2.21716	4	0.53600	20	487
71	41.4050	2.17897	5	0.21000	27	285
72	41.9476	2.15203	3	0.19810	18	287
73	42.5125	2.12473	4	0.25500	20	458
74	44.4250	2.03760	6	0.38000	36	728
75	44.9725	2.01406	6	0.33500	32	482
76	45.2683	2.00158	3	0.16330	18	207
77	46.1983	1.96343	4	0.18330	22	248
78	46.5000	1.95139	4	0.13000	23	197
79	46.7400	1.94193	3	0.24000	19	287
80	47.4400	1.91490	3	0.12000	17	152
81	48.4911	1.87582	8	0.36890	44	851
82	49.0250	1.85663	4	0.15000	20	192
83	50.2043	1.81575	6	0.19140	35	528
84	50.8790	1.79324	5	0.26200	29	414
85	51.4582	1.77441	9	0.15990	49	484
86	53.9240	1.69894	4	0.15200	20	327
87	55.0013	1.66819	3	0.17070	19	447
88	55.7200	1.64836	4	0.16000	25	380
89	56.9525	1.61558	3	0.16500	17	242
90	57.7840	1.59430	5	0.27200	31	525
91	58.1937	1.58404	4	0.18750	20	238
92	59.8850	1.54328	4	0.25000	22	445
93	60.6866	1.52480	4	0.21330	25	339
94	60.9680	1.51844	4	0.17600	24	267
95	62.3591	1.48787	4	0.11170	20	164
96	62.7610	1.47930	5	0.18200	26	353
97	64.4650	1.44425	4	0.23000	20	325
98	64.8276	1.43705	14	0.18870	82	826
99	66.1950	1.41064	4	0.15000	22	242
100	66.7950	1.39941	3	0.19000	18	285
101	67.5800	1.38506	5	0.25000	27	580
102	67.8400	1.38038	7	0.00000	38	0
103	68.1725	1.37446	8	0.46500	45	983
104	68.5400	1.36798	3	0.10660	18	113
105	69.1780	1.35691	3	0.15600	18	289
106	72.9440	1.29586	7	0.16800	39	496
107	75.0686	1.26437	3	0.23070	18	406

*** Basic Data Process ***

```
# Data Infomation
  Group Name      : Data 2013
  Data Name       : Mustofa UIN-1
  File Name       : Mustofa UIN-1.RAW
  Sample Name     : Zeolit Modifikasi (ZM)
  Comment         : Zeolit Modifikasi (ZM)
  Date & Time     : 11-14-13 08:29:17

# Measurement Condition
  X-ray tube
    target         : Cu
    voltage        : 40.0 (kV)
    current        : 30.0 (mA)

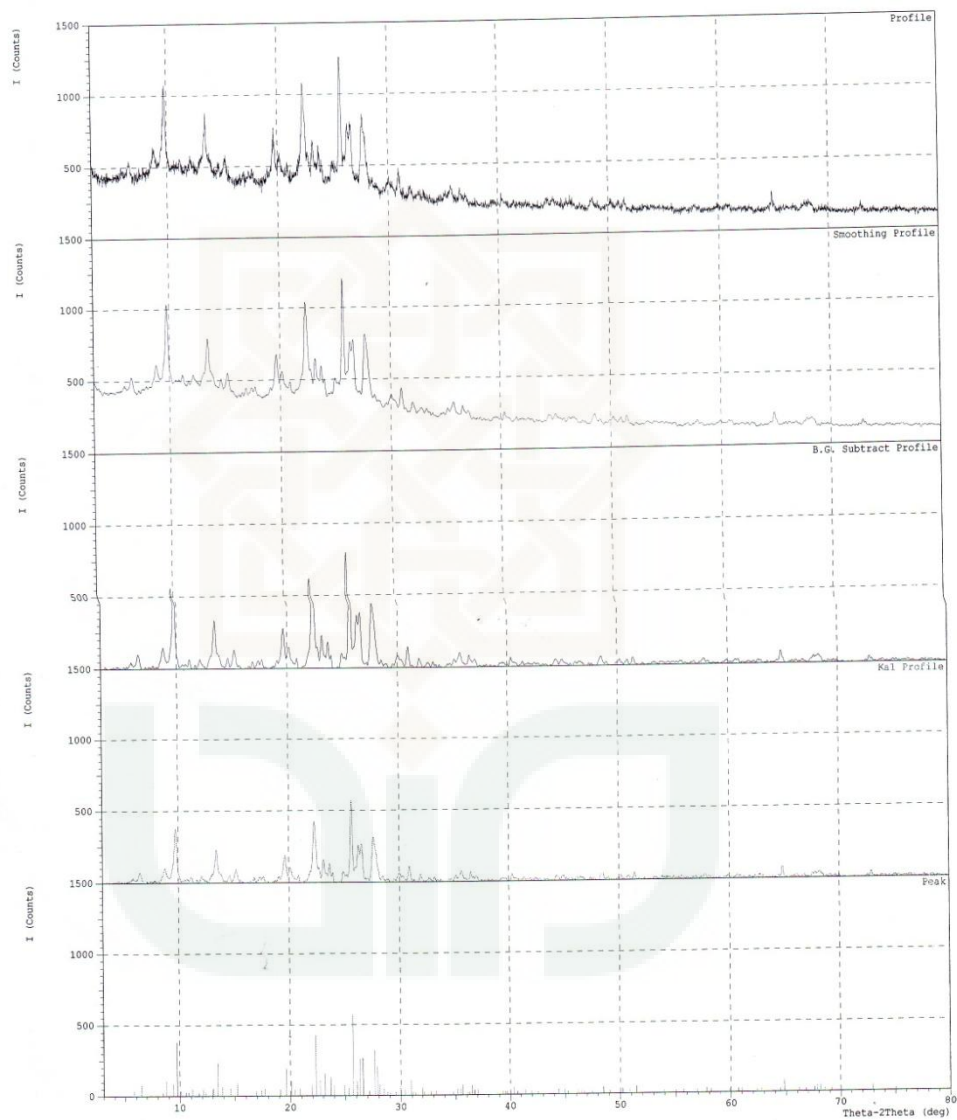
  Slits
    divergence slit : 1.00 (deg)
    scatter slit    : 1.00 (deg)
    receiving slit  : 0.30 (mm)

  Scanning
    drive axis     : Theta-2Theta
    scan range     : 3.0200 - 80.0000 (deg)
    scan mode      : Continuous Scan
    scan speed     : 5.0000 (deg/min)
    sampling pitch : 0.0200 (deg)
    preset time    : 0.24 (sec)

# Data Process Condition
  Smoothing [ AUTO ]
    smoothing points : 15
  B.G.Subtraction [ AUTO ]
    sampling points : 17
    repeat times    : 30
  Kal-a2 Separate [ MANUAL ]
    Kal a2 ratio    : 50 (%)
  Peak Search [ AUTO ]
    differential points : 11
    FWHM threshold     : 0.050 (deg)
    intensity threshold : 30 (par mil)
    FWHM ratio (n-1)/n : 2
  System error Correction [ NO ]
  Precise peak Correction [ NO ]
```

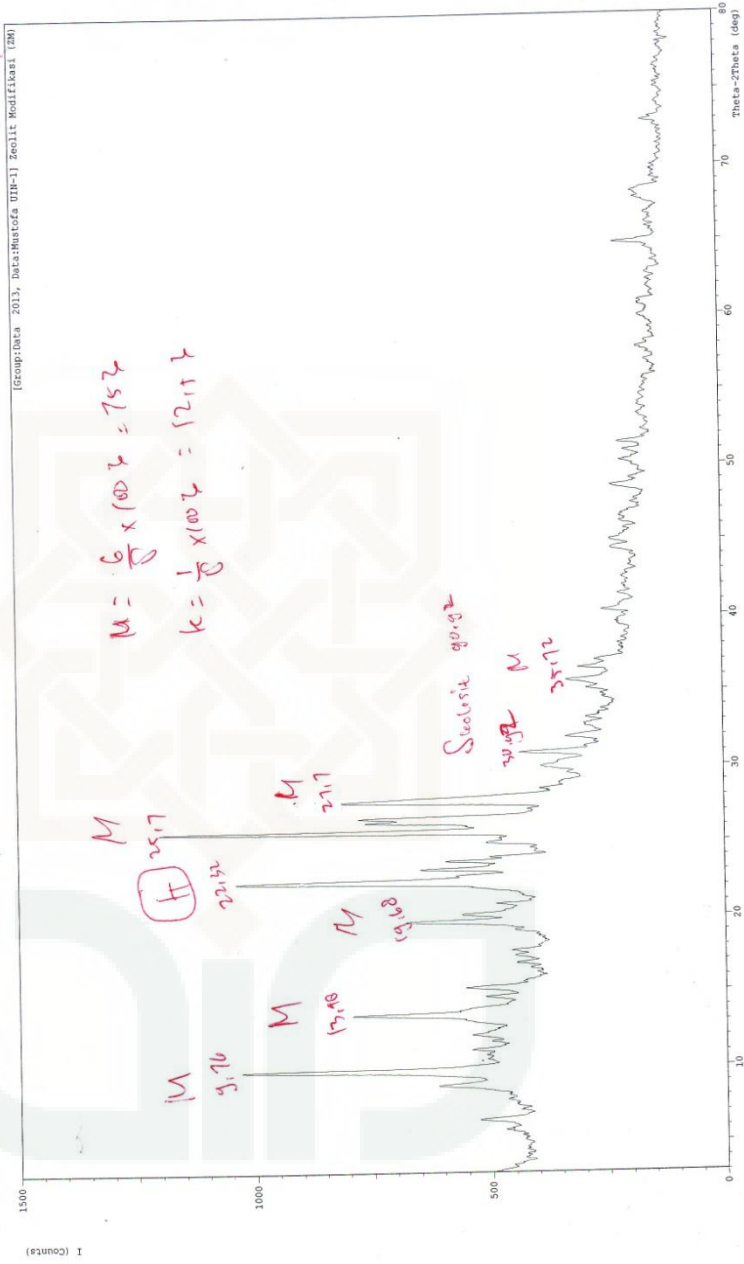
*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2013
Data Name : Mustofa UIN-1
File Name : Mustofa UIN-1.PKR
Sample Name : Zeolit Modifikasi (ZM)
Comment : Zeolit Modifikasi (ZM)

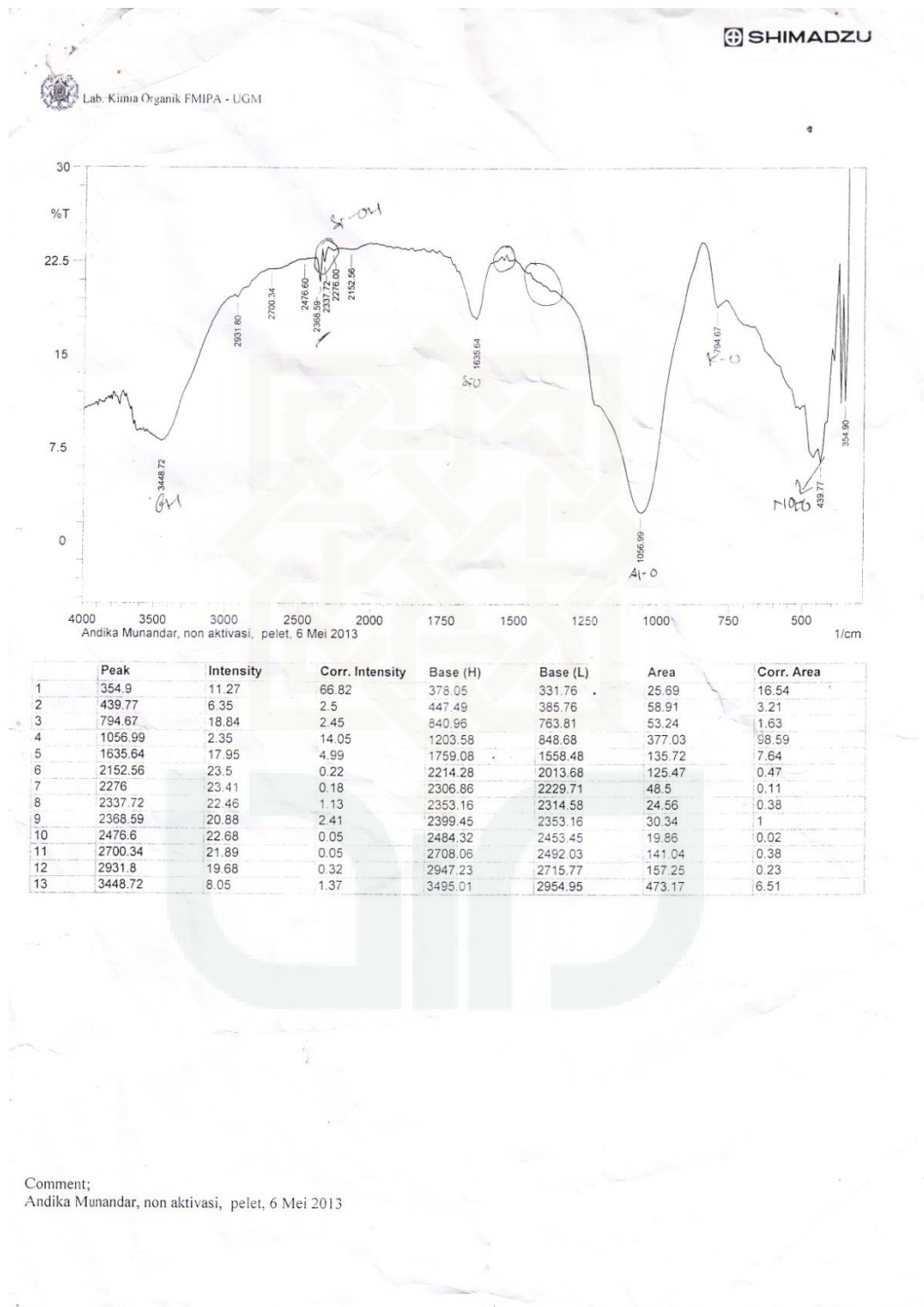


*** Multi Plot ***

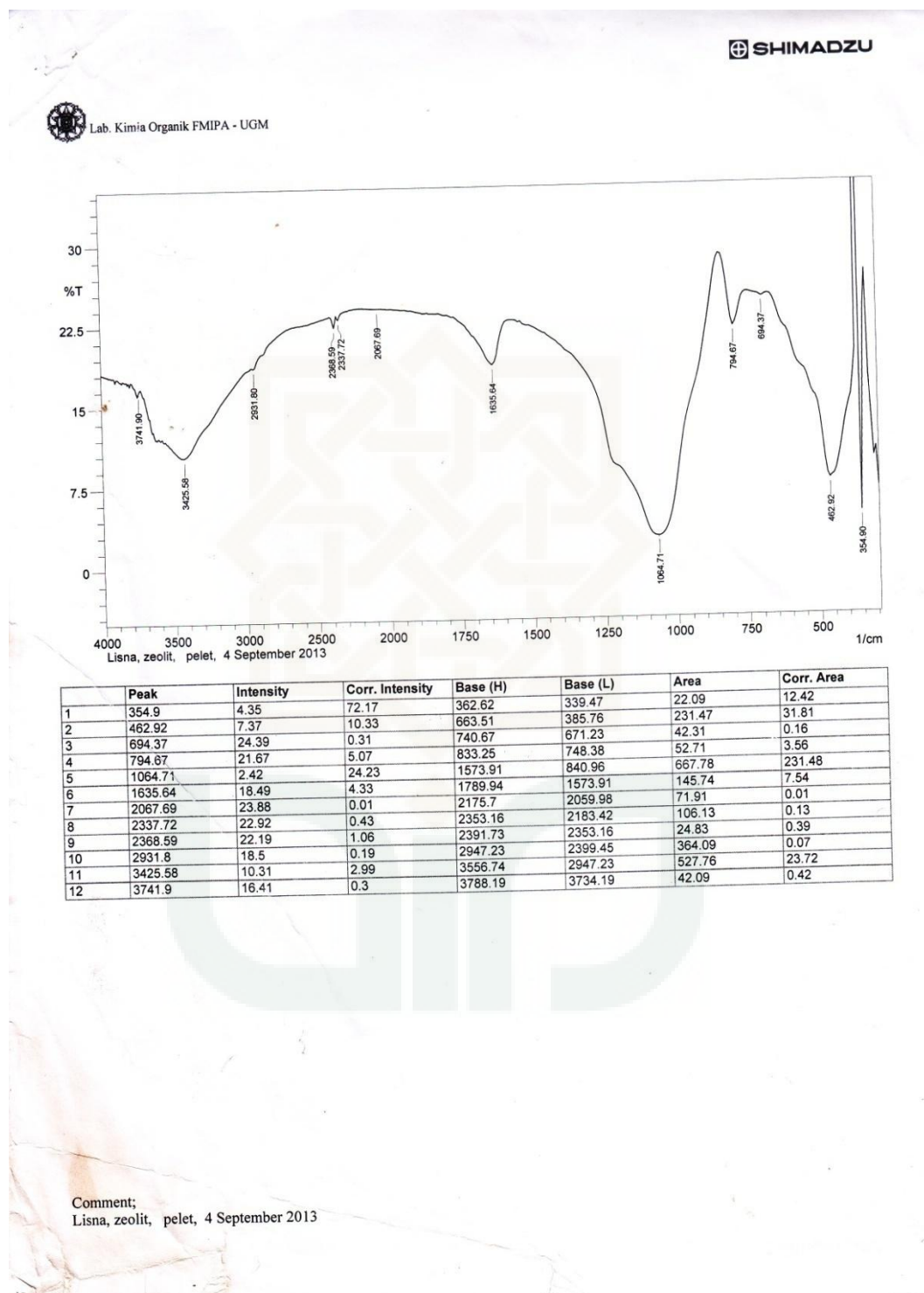
File Name : Data 2013\Mustofa UIN-1
 Sample Name : Zeolit Modifikasi (ZM) Comment : Zeolit Modifikasi (ZM)
 Date & Time : 11-14-13 08:29:17
 Condition
 X-ray Tube : Cu(1.54060 Å) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
 Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
 Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



Lampiran 4. Spektrum IR ZA



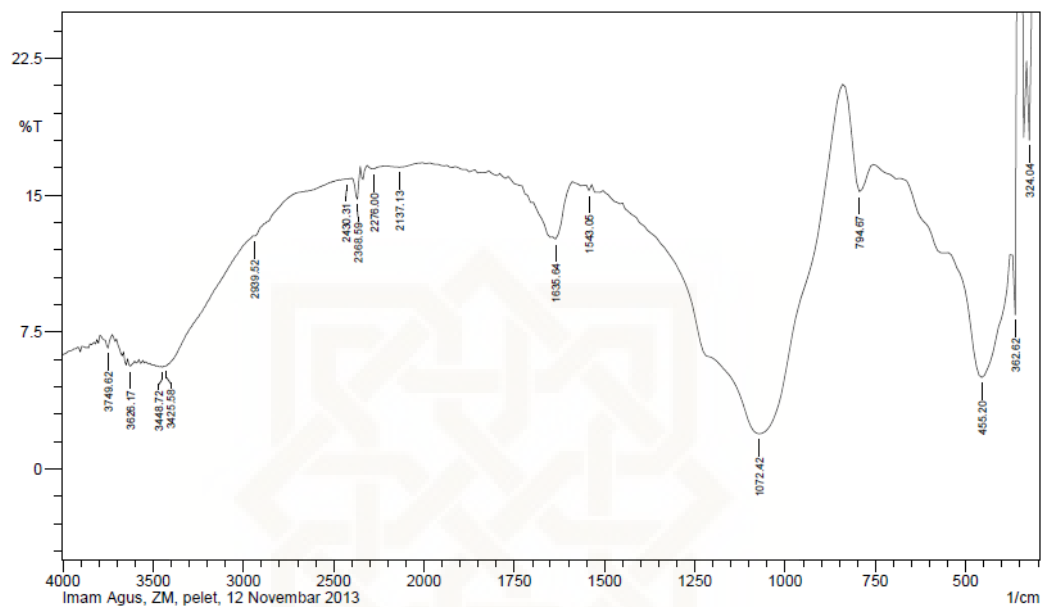
Lampiran 5. Spektrum IR ZAA



Lampiran 6. Spektrum IR ZA-EDTA



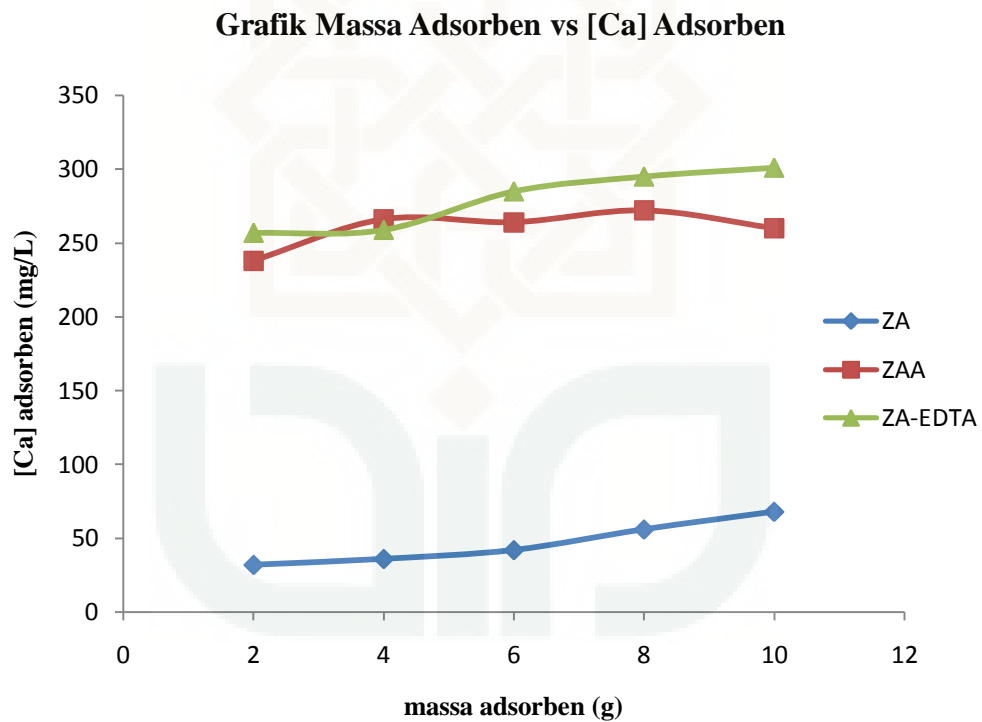
Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	324.04	18.012	18.844	347.19	308.61	24.709	7.836
2	362.62	8.448	24.677	378.05	354.9	18.229	5.52
3	455.2	5.018	6.774	547.78	378.05	187.283	29.718
4	794.67	15.195	3.617	833.25	756.1	60.04	3.468
5	1072.42	1.939	16.672	1450.47	840.96	681.59	221.257
6	1543.05	15.253	0.337	1581.63	1535.34	37.471	0.138
7	1635.64	12.592	3.228	1766.8	1589.34	149.67	7.867
8	2137.13	16.537	0.126	2206.57	2036.83	132.346	0.332
9	2276	16.445	0.176	2314.58	2214.28	78.408	0.227
10	2368.59	14.781	1.519	2391.73	2353.16	31.213	0.818
11	2430.31	15.885	0.012	2438.02	2399.45	30.799	0.013
12	2939.52	12.771	0.062	2947.23	2438.02	422.569	0.047
13	3425.58	5.647	0.113	3433.29	2947.23	506.764	0.223
14	3448.72	5.575	0.069	3495.01	3441.01	67.521	0.187
15	3626.17	5.628	0.364	3641.6	3603.03	47.832	0.605
16	3749.62	6.62	0.62	3788.19	3734.19	62.438	0.878

Lampiran 7. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA

Massa adsorben (gram)	[Co] (mg/L)	[Ca] ZA (mg/L)	[Ca] ZAA (mg/L)	[Ca] ZA-EDTA (mg/L)	[Ce] ZA (mg/L)	[Ce] ZAA (mg/L)	[Ce] ZA-EDTA (mg/L)
2	350	318	112	93	38	244	263
4	350	314	84	91	42	272	265
6	350	308	86	65	48	270	291
8	350	294	78	55	62	278	301
10	350	282	90	49	69	261	302



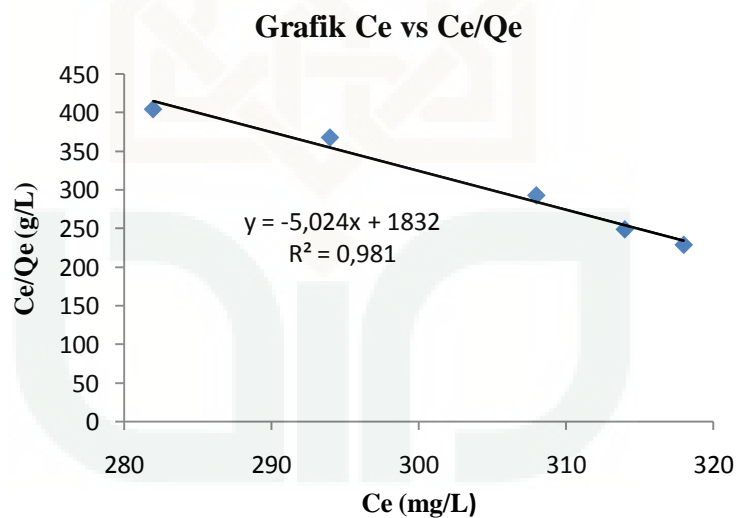
Lampiran 8. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZA

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe (g/L)	log Ce	log Qe
350	318	0,1	2	1,39	228,750	2,502	0,143
350	314	0,1	4	1,26	248,889	2,497	0,101
350	308	0,1	6	1,05	293,000	2,489	0,022
350	294	0,1	8	0,79	368,000	2,468	-0,103
350	282	0,1	10	0,70	404,706	2,450	-0,157

Q_e = banyaknya zat yang terserap per satuan berat adsorben (mg/g)

$$Q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

1. Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir untuk ZA



$$\frac{Ce}{Qe} = \frac{1}{b} Ce + \frac{1}{Kb}$$

$$y = -5,024x + 1832; R^2 = 0,891$$

$$\text{Slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -5,024 \frac{g}{mg}$$

$$b = -0,199 \text{ mg/g}$$

$$b = \frac{-0,199 \text{ mg/g}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$b = -1,99 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$$

$$\text{Intersep} = \frac{\text{ppm} \left(\frac{mg}{L}\right)}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intersep} = \frac{1}{Kb} = 1832 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{Kb} = \frac{1838 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1838 \text{ g/L}}{-0,199 \text{ g/mg}}$$

$$1838 \text{ (g/L)} \times K = -0,199 \text{ g/mg}$$

$$= \frac{-0,199 \text{ g/mg}}{1838 \text{ g/L}}$$

$$= -2,74 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$$

$$= \frac{-2,74 \times 10^{-3} \text{ mg/L}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$= -2,74 \times 10^{-5} \text{ mmol/L}$$

$$K = -2,74 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

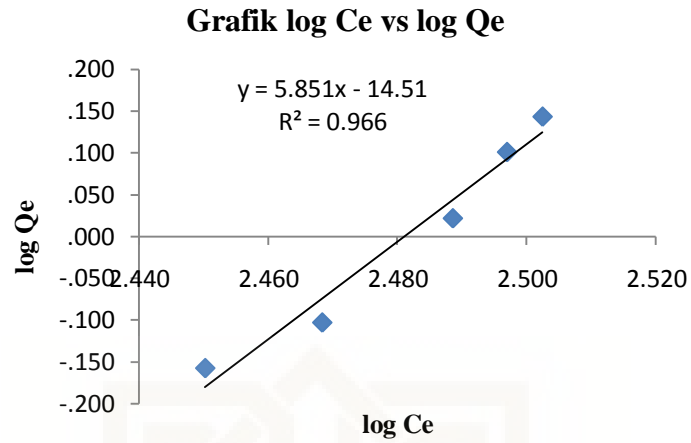
$$\text{Energi adsorpsi} = -\Delta G^\circ = RT \ln K$$

$$= 8,314 \text{ J/mol.K} \times (30+273) \text{ K} \times \ln |-2,74 \times 10^{-3}|$$

$$= |-24.862| \text{ J/mol}$$

$$= 24,862 \text{ kJ/mol}$$

2. Perhitungan Isoterm Adsorpsi Freundlich untuk ZA



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

$$y = 5,851x - 14,51; R^2 = 0,966$$

$$\text{slope} = \frac{1}{n} = 5,581$$

$$n = 0,170$$

$$n = \frac{0,170 \text{ g/L}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$n = 1,7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{intersep} = \text{mg/g}$$

$$\log K_f = -14,51 \text{ mg/g}$$

$$K_f = 10^{-15,51} \text{ mg/g}$$

$$= 3,09 \times 10^{-15} \text{ mg/g}$$

$$= \frac{3,09 \times 10^{-15} \text{ mg/g}}{100 \text{ g/mol}}$$

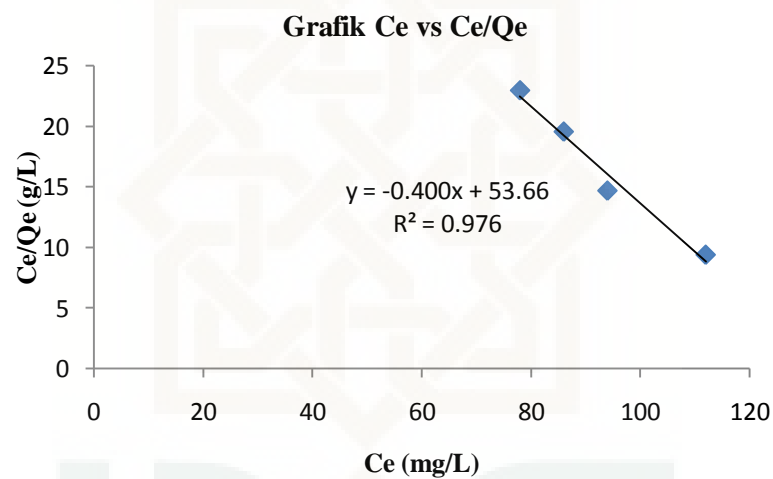
$$= 3,09 \times 10^{-17} \text{ mmol/g}$$

$$K_f = 3,09 \times 10^{-20} \text{ mol/g}$$

Lampiran 9. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZAA

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe (g/L)	log Ce	log Qe
350	112	0,1	2	11,90	9,412	2,049	1,076
350	94	0,1	4	6,40	14,688	1,973	0,806
350	86	0,1	6	4,40	19,545	1,934	0,643
350	78	0,1	8	3,40	22,941	1,892	0,531

1. Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir untuk ZAA



$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{b} C_e + \frac{1}{Kb}$$

$$y = -0,400x + 53,66; R^2 = 0,976$$

$$\text{Slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -0,400 \frac{g}{mg}$$

$$b = -2,5 \text{ mg/g}$$

$$b = \frac{-2,5 \text{ mg/g}}{100 \text{ g/mol}}$$

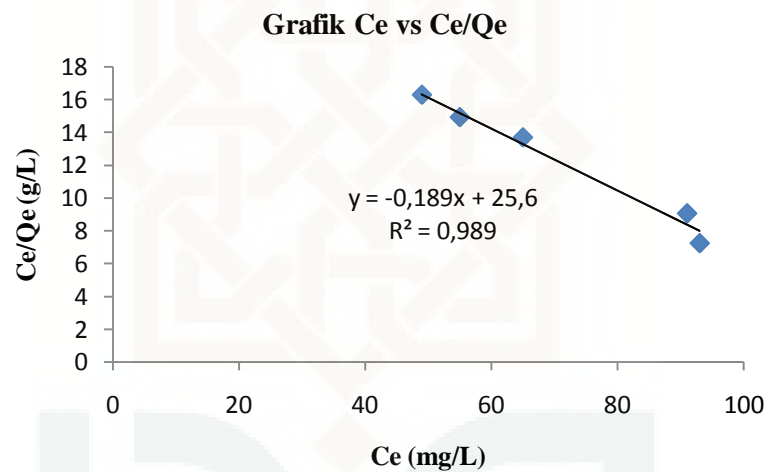
$$b = -0,025 \text{ mol/g}$$

$$\text{Intersep} = \frac{\text{ppm} \left(\frac{mg}{L}\right)}{mg/g} = g/L$$

Lampiran 10. Isoterm Adsorpsi Air Sadah oleh ZAA-EDTA

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe (g/L)	log Ce	log Qe
350	93	0,1	2	12,85	7,237	1,968	1,109
350	91	0,1	4	10,05	9,055	1,959	1,002
350	65	0,1	6	4,75	13,684	1,813	0,677
350	55	0,1	8	3,69	14,915	1,740	0,567
350	49	0,1	10	3,01	16,279	1,690	0,479

1. Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir untuk ZAA-EDTA



$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{b} C_e + \frac{1}{Kb}$$

$$y = -0,189x + 25,6; R^2 = 0,979$$

$$\text{Slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -1,89 \frac{g}{mg}$$

$$b = -5,291 \text{ mg/g}$$

$$b = \frac{-5,291 \text{ mg/g}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$b = -0,052 \text{ mol/g}$$

$$\text{Intersep} = \frac{\text{ppm} \left(\frac{mg}{L}\right)}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intersep} = \frac{1}{Kb} = 25,6 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{Kb} = \frac{25,6 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{25,6 \text{ g/L}}{-0,189 \text{ g/mg}}$$

$$25,6 \text{ (g/L)} \times K = -0,189 \text{ g/mg}$$

$$= \frac{-0,189 \text{ g/mg}}{25,6 \text{ g/L}}$$

$$= -7,13 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$$

$$= \frac{-7,13 \times 10^{-3} \text{ mg/L}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$= -7,13 \times 10^{-5} \text{ mmol/L}$$

$$K = -7,13 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\text{Energi adsorpsi} = -\Delta G^{\circ} = RT \ln K$$

$$= 8,314 \text{ J/mol.K} \times$$

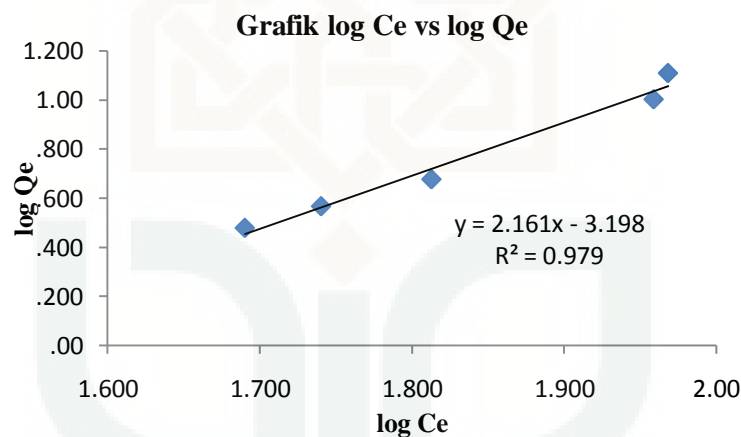
$$(30+273) \text{ K} \times$$

$$\ln |-7,13 \times 10^{-3}|$$

$$= |-22.453| \text{ J/mol}$$

$$= 22,453 \text{ kJ/mol}$$

2. Perhitungan Isoterm Adsorpsi Freundlich untuk ZAA-EDTA



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

$$y = 2,161x - 3,198; R^2 = 0,979$$

$$\log K_f = -3,198 \text{ mg/g}$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 2,161$$

$$K_f = 10^{-3,198} \text{ mg/g}$$

$$n = 0,462$$

$$= 6,33 \times 10^{-4} \text{ mg/g}$$

$$n = \frac{0,462 \text{ g/L}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$= \frac{6,33 \times 10^{-4} \text{ mg/g}}{100 \text{ g/mol}}$$

$$n = 4,62 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$= 6,33 \times 10^{-6} \text{ mmol/g}$$

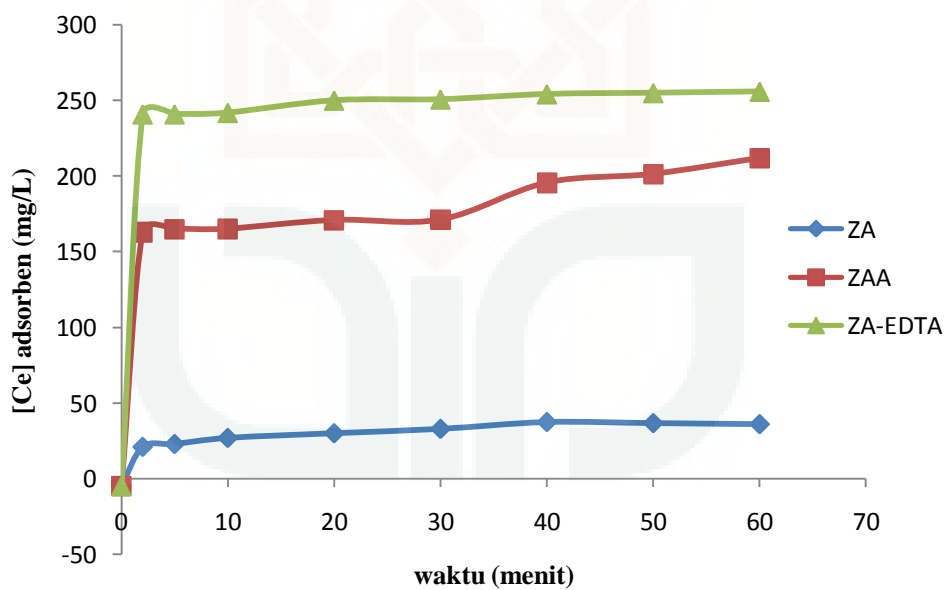
$$\text{Intersep} = \text{mg/g}$$

$$K_f = 6,33 \times 10^{-9} \text{ mol/g}$$

Lampiran 11. Kinetika Adsorpsi Air Sadah oleh ZA, ZAA dan ZA-EDTA

Waktu (menit)	Massa (g)	Volume (mL)	Co (mg/L)	Ce ZA (mg/L)	Ce ZAA (mg/L)	Ce ZA-EDTA (mg/L)
0	2	100	351,078	351,078	356	356
2	2	100	351,078	351,078	188	110
5	2	100	351,078	351,078	186	110
10	2	100	351,078	351,078	186	109
20	2	100	351,078	351,078	180	101
30	2	100	351,078	351,078	180	100
40	2	100	351,078	351,078	155	97
50	2	100	351,078	351,078	150	100
60	2	100	351,078	351,078	139	95

Grafik Waktu vs [Ce] Adsorben



Lampiran 12. Kinetika Adsorpsi ZA

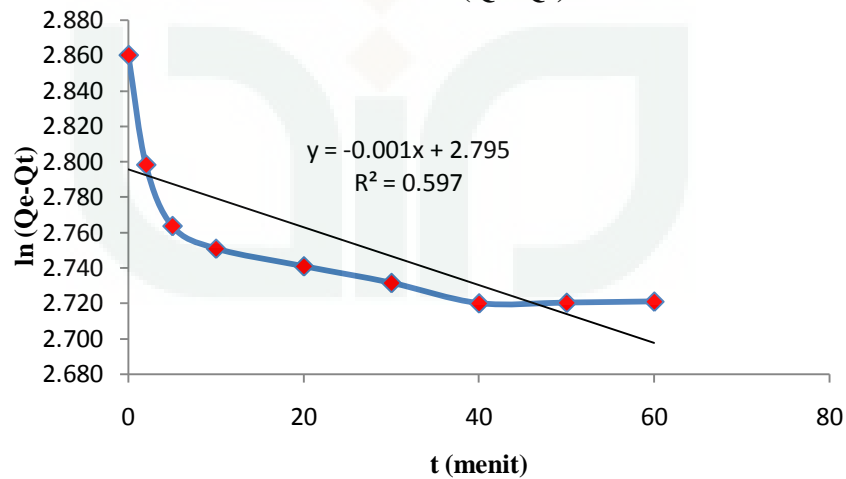
Waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/L)	Qt (mg/L)	ln (Qe-Qt)	t/Qt
0	351,078	351,078	17	0,000	2,860	0
2	351,078	330,132	17	1,047	2,798	1,910
5	351,078	328,243	17	1,142	2,764	4,379
10	351,078	324,223	17	1,343	2,751	7,447
20	351,078	321,115	17	1,498	2,741	13,350
30	351,078	318,220	17	1,643	2,732	18,260
40	351,078	314,705	17	1,819	2,720	21,994
50	351,078	314,805	17	1,814	2,720	27,569
60	351,078	315,002	17	1,804	2,721	33,263

$$Q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Kesetimbangan})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

$$Q_t = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Total})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

1. Pseudo Orde Satu

Grafik t vs ln (Qe-Qt)



$$\ln(Q_e - Q_t) = -k_1 t + \ln Q_e$$

$$k_1 = +0,001 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - k_1 t$$

$$x = t$$

$$y = -0,001x + 2,795$$

$$+ 2,795 = \ln Q_e$$

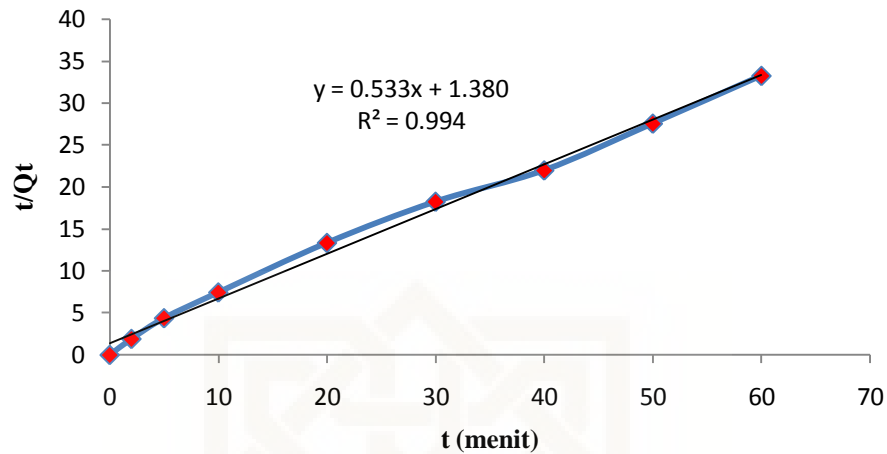
$$\text{dimana } y = \ln(Q_e - Q_t)$$

$$Q_e = 16,34 \text{ mg/g}$$

$$-0,001 = -k_1 t$$

2. Pseudo Orde Dua

Grafik t vs t/Qt



$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{k_2 Q_e^2} = \frac{1}{Q_e} t$$

$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{Q_e} t = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$y = 0,533x + 1,380; R^2 = 0,994$$

dimana $y = \frac{t}{Qt}$

$$0,533 = \frac{1}{Q_e}$$

$$Q_e = 1,876 \text{ mg/g}$$

$$t = x$$

$$1,380 = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$1,380 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{Q_e^2}$$

$$1,380 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(1,876)^2}$$

$$1,380 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{3,519}$$

$$1,380 = \frac{1}{3,519 k_2}$$

$$k_2 = \frac{1}{6,867}$$

$$k_2 = 0,145 \text{ (g/mg min)}$$

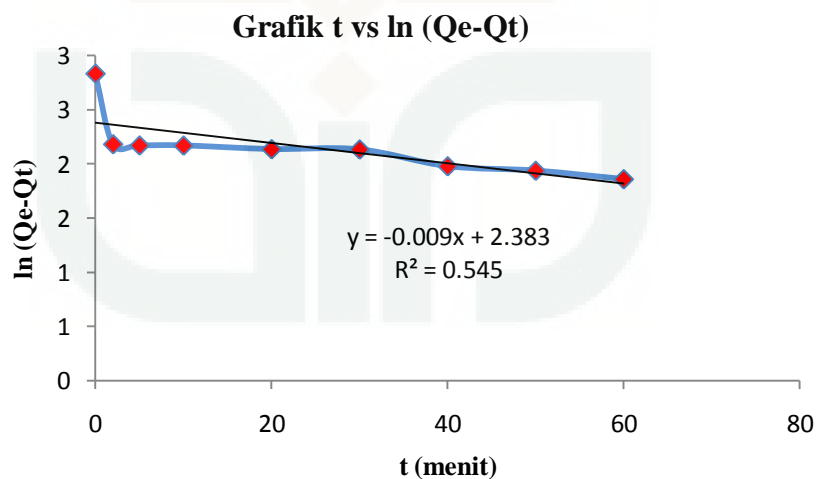
Lampiran 13. Kinetika Adsorpsi ZAA

Waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/L)	Qt (mg/L)	ln (Qe-Qt)	t/Qt
0	351,078	351,078	17,024	0,000	2,835	0,000
2	351,078	351,078	188,072	17,024	8,150	2,183
5	351,078	351,078	186,112	17,024	8,248	2,172
10	351,078	351,078	185,92	17,024	8,258	2,171
20	351,078	351,078	180,121	17,024	8,548	2,137
30	351,078	351,078	179,693	17,024	8,569	2,135
40	351,078	351,078	155,42	17,024	9,783	1,980
50	351,078	351,078	149,643	17,024	10,072	1,939
60	351,078	351,078	139,16	17,024	10,596	1,861

$$Q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Kesetimbangan})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

$$Q_t = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Total})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

1. Pseudo Orde Satu



$$\ln (Q_e - Q_t) = -k_1 t + \ln Q_e$$

$$k_1 = +0,009 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln (Q_e - Q_t) = \ln Q_e - k_1 t$$

$$x = t$$

$$y = -0,009x + 2,383$$

$$+ 2,383 = \ln Q_e$$

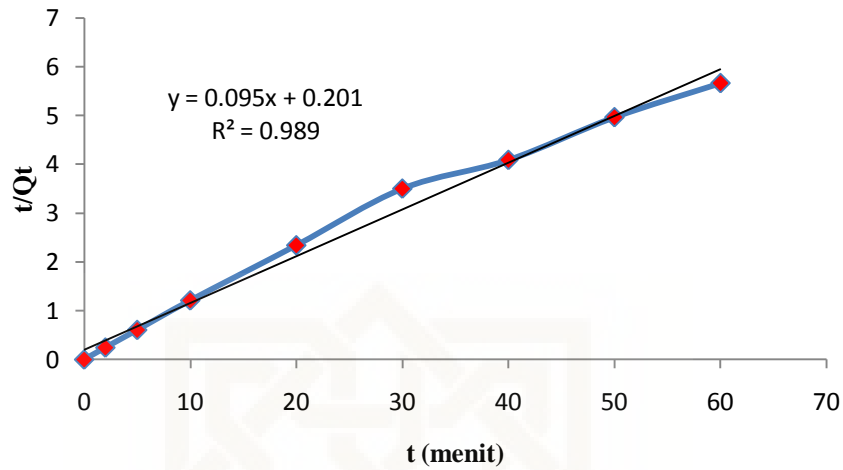
$$\text{dimana } y = \ln (Q_e - Q_t)$$

$$Q_e = 10,83 \text{ mg/g}$$

$$-0,009x = -k_1 t$$

2. Pseudo Orde Dua

Grafik t vs t/Qt



$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{k_2 Q_e^2} = \frac{1}{Q_e} t$$

$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{Q_e} t = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$y = 0,095x + 0,201$$

$$\text{dimanay} = \frac{t}{Qt}$$

$$0,095 = \frac{1}{Q_e}$$

$$Q_e = 10,526 \text{ mg/g}$$

$$t = x$$

$$0,201 = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$0,201 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{Q_e^2}$$

$$0,201 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(10,526)^2}$$

$$0,201 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{110,79}$$

$$0,201 = \frac{1}{110,79 k_2}$$

$$k_2 = \frac{1}{6,867}$$

$$k_2 = 0,145 \text{ (g/mg min)}$$

Lampiran 14. Kinetika Adsorpsi ZA-EDTA

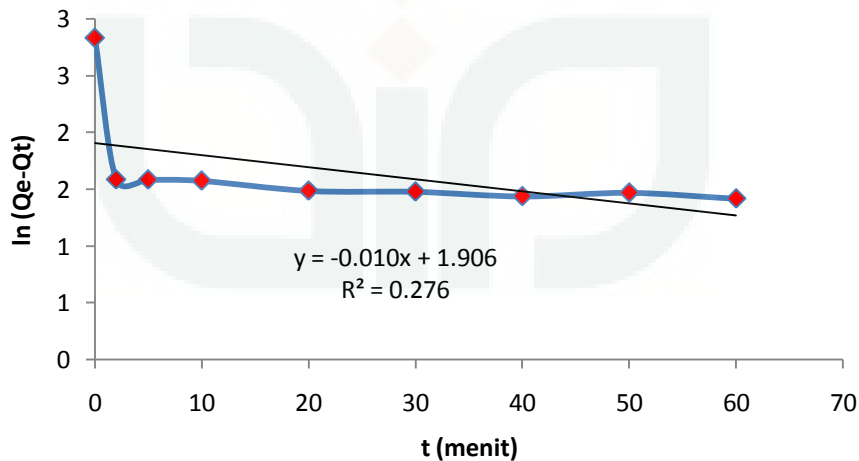
waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/L)	Qt (mg/L)	ln (Qe-Qt)	t/Qt
0	351,078	351,078	16,918	0,000	2,828	0,000
2	351,078	110,113	16,918	12,048	1,583	0,166
5	351,078	110,067	16,918	12,051	1,583	0,166
10	351,078	109,115	16,918	12,098	1,573	0,165
20	351,078	100,976	16,918	12,505	1,485	0,160
30	351,078	100,278	16,918	12,540	1,477	0,159
40	351,078	96,796	16,918	12,714	1,436	0,157
50	351,078	99,506	16,918	12,579	1,468	0,159
60	351,078	95,106	16,918	12,799	1,416	0,156

$$Q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Kesetimbangan})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

$$Q_t = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir Total})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

1. Pseudo Orde Satu

Grafik t vs ln (Qe-Qt)



$$\ln(Q_e - Q_t) = -k_1 t + \ln Q_e$$

$$k_1 = +0,010 \text{ menit}^{-1}$$

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - k_1 t$$

$$x = t$$

$$y = -0,010x + 1,906$$

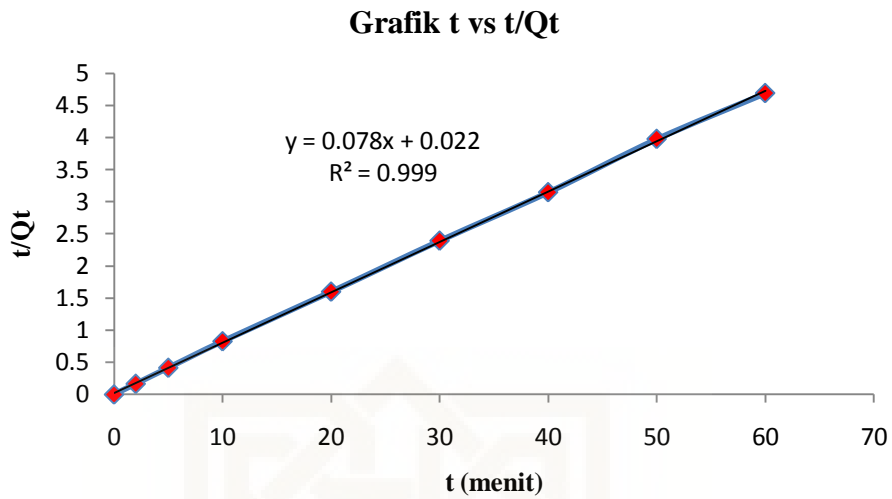
$$+ 2,383 = \ln Q_e$$

$$\text{dimana } y = \ln(Q_e - Q_t)$$

$$Q_e = 10,83 \text{ mg/g}$$

$$-0,0100x = -k_1 t$$

2. Pseudo Orde Dua



$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{k_2 Q_e^2} = \frac{1}{Q_e} t$$

$$\frac{t}{Qt} = \frac{1}{Q_e} t = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$y = 0,078x + 0,022$$

$$\text{dimana } y = \frac{t}{Qt}$$

$$0,078 = \frac{1}{Q_e}$$

$$Q_e = 12,82 \text{ mg/g}$$

$$t = x$$

$$0,022 = \frac{1}{k_2 Q_e^2}$$

$$0,022 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{Q_e^2}$$

$$0,022 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(12,82)^2}$$

$$0,022 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{164,35}$$

$$0,022 = \frac{1}{164,35 k_2}$$

$$k_2 = \frac{1}{3,615}$$

$$k_2 = 0,277 \text{ (g/mg min)}$$