

**KAJIAN ADSORPSI LOGAM Cu(II) DAN Zn(II) DENGAN
ZEOLIT ALAM WONOSARI GUNUNGKIDUL**

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



**Eni Haryani
11630007**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2015**



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 : ENI HARYANI

NIM : 11630007

Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam
Wonosari Gunungkidul

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

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

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 27 November 2015

Pembimbing,

Pedy Artsanti, M.Sc

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Nama : Eni Haryani

NIM : 11630007

Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam Wonosari Gunungkidul

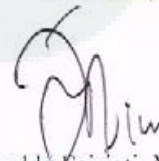
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 04 Januari 2016

Konsultan,



Imelda Fajriati, M.Sc

NIP. 19750725 200003 2 001

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

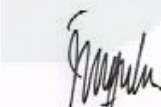
Nama : Eni Haryani
NIM : 11630007
Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit
Alam Wonosari Gunungkidul

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 04 Januari 2016
Konsultan.



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eni Haryani
NIM : 11630007
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

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

Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam Wonosari Gunungkidul

Adalah asli hasil penelitian 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 November 2015

Yang menyatakan,



Eni Haryani
NIM. 11630007



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/12/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam Wonosari Gunungkidul

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Eni Haryani
NIM : 11630007
Telah dimunaqasyahkan pada : 11 Desember 2015
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji I

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

Penguji II

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

Yogyakarta, 4 Januari 2016
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si.
NIP. 19550427 198403 2 001

HALAMAN MOTTO

“ Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia maka wajib baginya memiliki ilmu,

Dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akherat maka wajib baginya memiliki ilmu,

Dan barang siapa menghendaki keduanya maka wajib memiliki ilmu “

(HR. Tirmidzi)

إِذَا صَدَّقَ الْغَرَمُ وَضَحَ السَّبِيلُ

“ Artinya: Jika ada kemauan pasti ada jalan “

“ If you can't explain it simply, you don't understand it well enough ”

(Albert Einstein)

“ Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil, tetapi berusahalah untuk menjadi manusia yang berguna “

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji bagi-MU ya Allah, rasa syukur yang tiada hentinya aku curahkan kepada-MU. Terimakasih ya Allah, dengan terselesaikannya Tugas Akhirku ini semoga menjadikan ilmu yang aku dapatkan selama ini menjadi berkah dan bermanfaat. Sehingga mengantarkanku pada kesuksesan yang Engkau Ridho-i.

Karyaku ini aku dedikasikan Untuk,

Kedua Orangtuaku yang selalu mendo'akanku

Keluarga besarku yang aku sayangi

Teman dan sahabat-sahabatku

Almamater tercinta

Prodi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunankalijaga Yogyakarta.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam Wonosari Gunungkidul" sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Memalui skripsi ini penulis banyak belajar dan mendapatkan pengalaman baru secara langsung yang belum pernah diperoleh sebelumnya. Dan diharapkan pengalaman tersebut bermanfaat dimasa yang akan datang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Maizer Said Nahdi , M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan pengarahan selama studi.
3. Didik Krisdiyanto, M.Sc. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi .
4. Pedy Artsanti, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi menyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Kedua Orangtuaku tercinta, terimakasih untuk kasih sayang dan atas do'a-do'a-nya hingga sampai saat ini, dan kata-kata motivasinya “kapan lulus” .
7. Keluarga besarku yang aku sayangi dan menyayangiku, terimakasih untuk dorongannya.
8. Harya aji samukti, terimakasih telah menemani setiap saat dalam suka dan duka, untuk motivasi hidup-nya, dan untuk segalanya.
9. Teman-teman seperjuangan kimia angkatan 2011 UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
10. Temanku umi kulsum yang membantu dan memberikan solusi saat kesulitan.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesain skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 27 November 2015

Penulis

Eni Haryani

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI | ii |
| NOTA DINAS KONSULTAN SKRIPSI | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN | v |
| HALAMAN MOTTO | vi |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| ABSTRAK | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Batasan Masalah | 3 |
| C. Rumusan Masalah | 3 |
| D. Tujuan Penelitian | 3 |
| E. Manfaat Penelitian | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | |
| A. Tinjauan Pustaka | 5 |
| B. Landasan Teori | 7 |
| 1. Zeolit | 7 |
| 2. Aktivasi Zeolit | 9 |
| 3. Adsorpsi | 10 |
| 4. Isoterm Adsorpsi | 11 |
| a. Isoterm Langmuir | 11 |
| b. Isoterm Freundlich | 12 |

| | |
|---------------------------|----|
| 6.Kinetika Adsorpsi | 12 |
| 7. Logam Zn(II) | 14 |
| 8.Logam Cu(II) | 14 |
| 9.FTIR | 15 |
| 10.XRD | 17 |
| 11. AAS..... | 18 |
| 12.XRF | 19 |
| 13. SAA | 22 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| A. Waktu dan Tempat | 23 |
| B. Alat-alat Penelitian | 23 |
| C. Bahan Penelitian | 23 |
| D. Prosedur Penelitian | 24 |
| 1.Preparasi ZA..... | 24 |
| 2. Aktivasi zeolit menggunakan HCl | 24 |
| 3.Proses adsorpsi | 25 |
| a.variasi waktu kontak | 25 |
| 1. Logam Cu(II)..... | 25 |
| 2. Logam Zn(II) | 25 |
| b. variasi pH | 26 |
| 1. Logam Cu(II)..... | 26 |
| 2. Logam Zn(II) | 26 |
| c. variasi konsentrasi awal ion logam | 26 |
| 1. Logam Cu(II)..... | 26 |
| 2. Logam Zn(II) | 27 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---------------------------------|----|
| A.Preparasi zeolit | 28 |
| B.Aktivasi zeolit..... | 29 |
| C.Karakterisasi ZA dan ZAA..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 1. Karakterisasi FTIR..... | 30 |
| 2. Karakterisasi XRD..... | 33 |
| 3. Karakterisasi SAA..... | 36 |
| 4. Karakterisasi XRF..... | 38 |
| D. Pengaruh waktu, pH, dan konsentrasi awal ion logam..... | 39 |
| 1. Pengaruh waktu kontak..... | 40 |
| 2. Pengaruh pH..... | 42 |
| 3. Pengaruh konsentrasi awal ion logam..... | 45 |
| E. Isoterm adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II)..... | 46 |
| 1. Isoterm langmuir dan freundlich ion logam Cu(II)..... | 46 |
| 2. Isoterm langmuir dan freundlich ion logam Zn(II)..... | 48 |
| F. Kinetika adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II)..... | 50 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 1. Kesimpulan..... | 53 |
| 2. Saran..... | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 54 |
| LAMPIRAN..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Skema Instrumen XRF | 21 |
| Gambar 4.1 | Spektra inframerah | 31 |
| Gambar 4.2 | Difraktogram Sinar-X | 34 |
| Gambar 4.3 | Struktur zeolit jenis mordenit..... | 35 |
| Gambar 4.4 | Pengaruh waktu kontak terhadap ion logam Cu(II) | 40 |
| Gambar 4.5 | Pengaruh waktu kontak terhadap ion logam Zn(II) | 41 |
| Gambar 4.6 | Pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II) | 43 |
| Gambar 4.7 | Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II) | 45 |
| Gambar 4.8 | Isoterm langmuir logam Cu(II) | 47 |
| Gambar 4.9 | Isoterm freundlich logam Cu(II) | 47 |
| Gambar 4.10 | Isoterm langmuir logam Zn(II) | 49 |
| Gambar 4.11 | Isoterm langmuir logam Zn(II) | 49 |
| Gambar 4.12 | Model kinetika pseudo orde satu | 51 |
| Gambar 4.13 | Model kinetika pseudo orde dua..... | 52 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 4.1 | Interpretasi FTIR ZA dan ZAA | 31 |
| Tabel 4.2 | Puncak utama 2θ interpretasi ZA dan ZAA..... | 34 |
| Tabel 4.3 | SAA ZA dan ZAA | 37 |
| Tabel 4.4 | Komposisi senyawa penyusun ZA dan ZAA..... | 38 |
| Tabel 4.5 | Kinetika adsorpsi logam Cu(II) | 48 |
| Tabel 4.6 | Kinetika adsorpsi logam Zn(II)..... | 49 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Perhitungan kondisi optimum..... | 58 |
| Lampiran 2. Perhitungan isoterm adsorpsi | 61 |
| Lampiran 3. Perhitungan kinetika adsorpsi..... | 66 |
| Lampiran 4. Menentukan mol massa logam | 70 |
| Lampiran 5. Pengenceran larutan HCl | 71 |
| Lampiran 6. Pengenceran larutan logam..... | 72 |
| Lampiran 7. Hasil uji karakterisasi FTIR..... | 74 |
| Lampiran 8. Hasil uji karakterisasi XRF | 76 |
| Lampiran 9. Hasil uji karakterisasi SAA | 78 |
| Lampiran 10. Dokumentasi..... | 80 |

ABSTRAK

Kajian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) Dengan Zeolit Alam Wonosari Gunungkidul

Oleh:

Eni Haryani

11630007

Telah dilakukan penelitian Adsorpsi Logam Cu(II) dan Logam Zn(II) dengan Zeolit Alam teraktivasi asam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik zeolit alam yang meliputi mineral penyusun dan luas permukaan, kapasitas adsorpsi zeolit alam terhadap ion logam Cu(II) dan Zn(II) dan kinetika adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II).

Karakterisasi pada Zeolit alam (ZA) dan Zeolit alam teraktivasi asam (ZAA) dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Surface Area Analyzer* (SAA), *X-Ray Fluorescence* (XRF), sedangkan proses adsorpsi ditentukan melalui pengukuran *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS). Aplikasi (ZAA) selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi ion logam Cu(II) dan ion logam Zn(II) untuk dipelajari kapasitas dan kinetika adsorpsinya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses aktivasi dengan HCl menyebabkan luas permukaan zeolit semakin meningkat yakni dari 45,357 m²/g menjadi 139,361 m²/g sehingga rasio Si/Al juga meningkat dari 10,5 menjadi 11,7. Data hasil penelitian didapatkan kondisi optimum (waktu adsorpsi, pH, konsentrasi ion logam) ion logam Cu(II) terjadi sesudah 45 menit, pH 5, konsentrasi sebesar 30ppm. Adapun kondisi optimum untuk ion logam Zn(II) terjadi sesudah 20 menit, pH 6, konsentrasi 20ppm. Data kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Cu(II) dan ion logam Zn(II) merupakan reaksi pseudo orde dua, mengikuti isoterm adsorpsi freundlich. Zeolit alam Wonosari merupakan zeolit jenis Klinoptilotit dan Mordenit.

Kata kunci : Zeolit Alam, Adsorpsi, ion logam Cu, ion logam Zn

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Saurdana (2008) yang mengutip dari buku Imamkhasani (2001) Perkembangan dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, baik dampak positif maupun negatif. Dampak negatifnya adalah dihasilkannya bahan-bahan pencemar yang mengganggu lingkungan. Bahan pencemar yang sering menjadi perhatian adalah ion-ion logam berat. Hal ini di sebabkan ion-ion ini bersifat toksik meskipun pada konsentrasi (ppm) yang rendah dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan.

Sementara itu, logam merupakan kelompok toksisitas yang unik. Logam di temukan dan menetap di alam, tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisikokimia, biologis, atau akibat aktivitas manusia. Umumnya, logam bermanfaat bagi manusia karena penggunaannya salah satunya di bidang industri. Namun di lain pihak, logam dapat bersifat berbahaya bagi kesehatan manusia bila terdapat di dalam makanan, air, udara dan pekerja di bidang industri (C.lau,1995).

Pengaruh pencemaran terhadap lingkungan global, melalui kegiatan seperti pertambangan, pembakaran bahan bakar fosil, pertanian, dan urbanisasi, telah memacu fluks logam-logam runtuhan dan garam-garamnya di ekosfer. Laju fluks (pemasukan) global logam-logam runtuhan seperti air raksa, timah hitam, seng, dan kadmium pada saat ini, telah melebihi dari laju alamiah siklus biogeokimia. Untuk beberapa logam dan garam, sumbangan keseluruhan dari sumber antropogenik mungkin kecil jika di dibandingkan dengan fluks, namun

demikian, hal ini dapat menyebabkan pencemaran terlokalisasi seperti limbah (W., Des,1995).

Usaha-usaha penanganan limbah yang mengandung ion-ion logam berat khususnya ion Cu dan Zn telah banyak dilakukan dan perlu dikembangkan. Pendekatan yang telah banyak dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah melalui imobilisasi dengan teknik pengendapan, pertukaran ion maupun menggunakan adsorben. Metode-metode penanganan limbah ion-ion logam berat khususnya Cu dan Zn yang memiliki tingkat keefektifan tinggi perlu dikembangkan .

Secara zeolit merupakan bahan alam yang banyak terdapat di sekitar pegunungan api. Oleh karena itu, sebagian besar wilayah Indonesia yang mengandung batuan atau rempah-rempah gunung api termasuk juga batuan piroklasik berbutir halus (tuf), merupakan sumber mineral zeolit (Herald, 2003).

Alternatif pemecahan masalahnya adalah dengan membuat bahan pengadsorb limbah cair yaitu digunakan zeolit. Pada penelitian ini, digunakan zeolit alam asal Gunungkidul sebagai alternatif pemanfaatan bahan alam. Selanjutnya, zeolit hasil karakterisasi digunakan sebagai adsorben limbah yang bersifat logam yaitu logam Cu(II) dan Zn(II) dengan harapan zeolit alam hasil karakterisasi mampu mengadsorb Logam Cu(II) dan Zn(II) sehingga dapat menurunkan kadarnya.

1.2 Batasan Masalah

1. Zeolit yang digunakan berasal dari Nglipar, Wonosari, Gunungkidul
2. Larutan asam yang digunakan untuk aktivasi adalah HCl 1M
3. Karakterisasi zeolit menggunakan FTIR, XRD, dan XRF, SAA

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik zeolit alam asal Nglipar Wonosari Gunungkidul yaitu meliputi mineral penyusun dan luas permukaannya?
2. Bagaimana kondisi optimum dalam adsorpsi zeolit alam teraktivasi asam (ZAA) terhadap ion logam Cu(II) dan Zn(II) yang meliputi variasi waktu adsorpsi, pH, dan konsentrasi awal ion logam?
3. Bagaimana kapasitas adsorpsi dan kinetika adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II) dengan zeolit alam teraktivasi asam?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik zeolit alam asal Nglipar Wonosari Gunungkidul yaitu meliputi mineral penyusun dan luas permukaannya.
2. Mengetahui kondisi optimum dalam adsorpsi zeolit alam teraktivasi asam (ZAA) terhadap ion logam Cu(II) dan Zn(II) yang meliputi variasi waktu adsorpsi, pH, dan konsentrasi awal ion logam.
3. Mengetahui kapasitas adsorpsi dan kinetika adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II) dengan zeolit alam teraktivasi asam.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai salah satu referensi dalam memberikan informasi mengenai kapasitas adsorpsi zeolit alam dalam mengadsorpsi ion logam berat.
2. Memberikan informasi tambahan untuk industri yang akan mengaplikasikan zeolit sebagai adsorben limbah logam berat.
3. Sebagai tambahan referensi untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Zeolit alam asal Nglihar Wonosari Gunungkidul merupakan zeolit jenis Mordenit dan Klinoptilotit dengan luas permukaan $45,357 \text{ m}^2/\text{g}$ dengan kandungan SiO_2 sebesar 65,56% dan Al_2O_3 sebesar 11,04%.
2. Kondisi optimum (waktu adsorpsi, pH, konsentrasi ion logam) ion logam Cu(II) diperoleh sesudah 45 menit, pH 5, konsentrasi 30 ppm. Adapun waktu optimum ion logam Zn(II) terjadi sesudah 20 menit, pH 6, konsentrasi 20 ppm.
3. Kinetika adsorpsi ion logam Cu(II) dan ion logam Zn(II) pada ZAA merupakan rekasi pseudo orde dua. Kemudian untuk isoterm adsorpsi ion logam Cu(II) dan Zn(II) mengikuti persamaan freundlich dengan nilai konstanta kesetimbangan adsorpsi sebesar 0,0362 untuk logam Cu(II), dan 0,0259 untuk logam Zn(II).

B. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode yang berbeda untuk adsorpsi logam berat. Dan perlu dilakukan *study* adsorpsi kompetitif dua logam untuk mengetahui kompetisi adsorpsi logam dalam larutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtyas, Z. 2012. *Optimalisasi Adsorpsi Ion Pb(II) Menggunakan Zeolit Ala, Gtermodifikasi Ditizon*. Skripsi. Bogor : Departemen Kimia Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor.
- Allison, A. Lewinsky. 2007. *Hazardous materials and wasterwater : treatment, removal, and anaysis*, nova science publisher, Inc. New York . pages : 291-294.
- Anggara, P.A., dkk. 2013. *Optimalisasi Zeolit Alam Wonosari dengan Proses Aktivasi Secara Fisis dan Kimia*. Indo. J. Chem. Sci. 2(1) (2013).
- Atkins, P.W. 1990. . *Kimia Fisika Jilid I*. Kartohadiprodjo II, penerjemah : Rohhadyan T, editor . Oxford : Oxford University Press. Terjemahan dari : Physical Chemistry.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika Jilid II*. Kartohadiprodjo II, penerjemah : Rohhadyan T, editor . Oxford : Oxford University Press. Terjemahan dari : Physical Chemistry.
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite MolecularSieves : Chemistry, and Use*. John Wiley & Sons. New York.
- Chereminsoft, O. N.1987. carbon adsorption hand book, *science publisher Inc, Michigan, USA*.
- C.Lau, Frank. 1995. *Toksikologi Dasar, Asas Organ Sasaran & Penilaian Resiko Edisi II*. Jakarta : UI Press
- Darmayanti, dkk. 2012. *Adsorpsi timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari larutannya menggunakan arang hayati (biocharcoal) kulit pisang kepok berdasdarkan variasi pH*. FKIP University of Tadulako : Palu.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Do, Doung. 1998. *Adsorption Analysis : Equilibrium and Kinetic*. Series Chemical Engineering Vol 2. Queensland.
- Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S.. 1982. *Kimia Organik Jilid 1 Edisi Ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Herald, E., et al. 2003. *Karakterisasi dan Aktivasi Zeolit Alam Ponorogo*. Surakarta : Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret
- Fatimah, Is. 2013. *Kinetika Kimia*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

- Fatimah, Is dan Karna Wijaya. 2005. Sintesis TiO_2 /Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi. *Teknoin*. Vol 10 No 4. Hal. 262.
- Gatri, D. 2012. *Modifikasi Zeolit Alam Dengan Polianelin (PANI) Sebagai Adsorben Ion Logam Berat*. Skripsi. FMIPA Program Studi Kimia. UI. Tangerang.
- Hanjanattri, Siwi. 2014. *Adsorpsi Ion Logam Pb^{2+} Pada Limbah Accu Zuur Pt Muhtomas Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunankalijaga. Yogyakarta.
- Imamkhasani, S. 2001. *Material safety data sheet (MSDS) .Volume III*. Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Isagai, H. 2008. *Adsorption of zinc (II) and copper (II) to shirasu (pyroclastic flow)*, *Analytical science*, 24, 395-399.
- Jenkins, Ron,. 1988. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*, New York : John Wiley and Sons.
- Jon, Hery. 2001. Karakterisasi zeolit alami termodifikasi asam. *Skripsi*. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. IPB: Bogor.
- Karge , H.G., Wietkamp J.. 2007. *Molecular Sieves Science and Technology : Charactization II*. Spinger-Verlag Berlin Heidelberg. Pages 249-364.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemah A. Saptoraharjo. Jakarta : UI Press.
- Kok, T. 2008. *Modifikasi Zeolit Alam dan Pemanfaatannya Untuk Menurunkan Kadar Pencemaran Tembaga Dari Limbah Air Buangan*. *Artocarpus*, Vol 8, No 2. Hal 368-378.
- Lestari, S. & Eko, S, M. 2003. Studi kemampuan adsorpsi biomassa *saccharomyfes cerevisiae* yang terimobilisasi pada silika gel terhadap tembaga (II). *Teknosains*, 16A (3), 357-371.
- Lowell, S and Sields, J.E.1984. *Powder Surface Area and Porosity Second Edition*. London : Chapman and Hall Ltd.
- Martyniuk, H. Dan Wiecowska, J.2003. *Adsorption of metal ions on humic acid extracted from brown coals, fuel proses*. *Technol.*,84, 23-26.
- Munandar, Andika. 2014. Adsorpsi Logam Pb dan Fe Dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. Yogyakarta : UIN Sunankalijaga
- Nuryono, E.S., Kunanti, and Narsito. 2000. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasinya*, III, 2, 41-51.

- Ojha, K., Sig, Y., dan Wha, S.A. 2004. *Zeolit From Fly Ash : Synthesis and characteritaton* , *Bull, Marter*. Indian Academy of sciences, 27, 555-564.
- Priatna, K., Suharto, S., dan Syariffudin, A. 1985. *Prospek pemakaian zeolit bayah sebagai penyerap NH₄⁺ dalam air limbah. Laporan Teknik Pengembangan.69.PPTM*. Bandung.
- Refilda, dkk. 2001. Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan alternatif pengganti penyerap sintetik logam-logam berat pada air limbah. *Skripsi* .Padang: Universitas Andalas.
- Richardson, J.T.. 1989. *Principle of Catalyst Development*. New York : Plenum Press.
- Rina, Utami. 2012. Modifikasi Zeolit Alam Dengan Nanokitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Berat dan Studi Kinetika Terhadap Ion Pb(II). *Skripsi*. FMIPA UI, Jakarta.
- Rini, D.K dan Fendy A. L. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit alam Untuk Dehumidifikasi*. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Kimia. UNDIP. Semarang.
- Rinting, La. 2011. Immobilisasi dithizon secara fisika pada zeolit alam dan aplikasinya terhadap adsorpsi ion logam ag(I) dan Zn(II).*Tesis*. UGM: Yogyakarta
- Rosdiana, T. 2006. *Pencirian dan Uji Aktivitas Katalik Zeolit Alam Teraktivasi*. *Skripsi*. Bogor : Departemen Kimia FMIPA IPB.
- Saurdana, I Nyoman. 2008. *Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium (III)*. JPPSH Lembaga Penelitian Undiksha. Vol 1, Hal 17-33.
- Setiadi dan Astri Pertiwi. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa Abe Menjadi Hidrokarbon. *Prosiding konggres dan simposium nasional kedua MKICS ISSN : 0216-4183*. Universitas Indonesia.
- Solikah, Siti, & Budi Utami. 2014. *Perbedaan penggunaan adsorben dari zeolit alam teraktivasi dan zeolit terimobilisasi dithizon untuk penyerapan ion logam Cu²⁺* . FKIP UNS: Surakarta.
- Suryatono dan Husaini. 1991. Tinjauan Terhadap kegiatan penelitian karakterisasi dan pemanfaatan zeolit Indonesia yang di lakukan PPTM Bandung Periode 1890-1891. *Buletin PPTM*. Bandung.
- Sutarti, M., dan Rachmawati, M. 1994. *Zeolit : Tinjauan Literatur*. Pusat dokumentasi dan informasi Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.

- Suwardi. 2000. *Mineral Zeolit : Sifat-sifat dan Pemanfaatan di Bidang Pertanian*. Bogor : Departemen Manajemen Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.
- Taty, C., dkk. 2003. *Removal of Cd(II) and Pb(II) ions from aqueous solution by adsorption onto swadust of pinus syives tris*. J. Hazard Mater pp : 121-142.
- Underwood, A.L. dan Day, R.A.JR. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Kelima*. Diterjemahkan oleh A.H. Pudjaatmaka. Jakarta : Erlangga.
- Utubira, Y., dkk. 2006. *Preparasi dan Karakterisasi TiO₂-Zeolit serta Pengujiannya pada Degradasi Limbah Industri Tekstil Secara Fotokatalitik*. Indo. J. Chem, 2006,6(3), 231-237.
- Wahidatun, Wahyu K. 2014. Adsorpsi Logam Cr dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. UIN Sunankalijaga : Yogyakarta.
- Wahyuni, S dan Nurul W. 2010. *Adsorpsi Ion Logam Zn(II) pada Zeolit A yang Disintesis Dari Abu Dasar Batubara PT. Ipmomi Paiton Dengan Metode Batch*. Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010. Surabaya.
- W. Desi, et al. 1995. *Kimia & Ekotoksikologi pencemaran*. Jakarta : UI Press
- Wietkamp, J. And Purple, L. 1999. *Catalysis and Zeolites : Fundamental and Applications*. New York: Springer
- Wong-Ng, W., et al. 2001. JCPDS-ICDD Research Associateship (Cooperative Program With NBS/NIST). *J. Rest. Natl. Inst. Stand. Technol, Vol 106. No.6*.
- Wusroni, Shofarul, dkk. 2011. *Sintesis Zeolit Modernit dengan Batuan Benih Mineral Alam Indonesia*, vol. 16, No. 3, Hal. 159.
- Wyantuti, Shanty, M.Si. 2008. Karakterisasi Zeolit Alam Asal Cikalong Tasikmalaya. *Skripsi*. Padjadjaran : FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Yateman, Arryanto. 2009. *Material Canggih : Rekayasa Material Berbasis Sumber Daya Alam Silika-Alumina*. Jurusan Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta
- Yusri, Sylvia. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit ZSM-5 Mesopori dengan Secondary Template dan Studi Awal Katalisis Oksidasi Metana. *Skripsi*. Depok: FMIPA UI.
- Zakaria, A. 2012. Adsorpsi Cu(II) Menggunakan Zeolit Sintesis Dari Abu Terbang Batu Bara. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. IPB. Hal. 35.
- Zulfikar dan Budiantara, I.N. *Managemen Riset Dengan Pendekatan Komputasi Statistika*. Yogyakarta : Deepublish.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kondisi Optimum

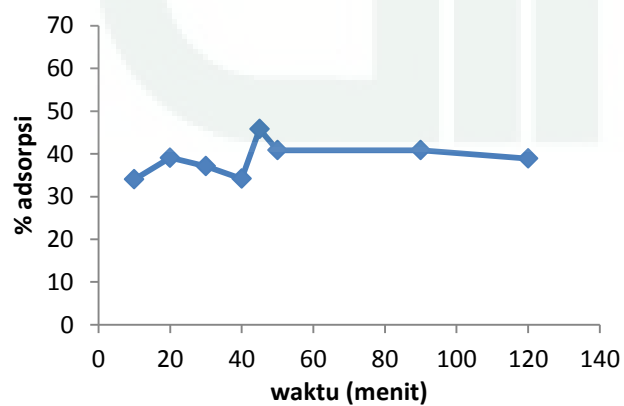
A. Penentuan Waktu Optimum

1. Kondisi Optimum Cu

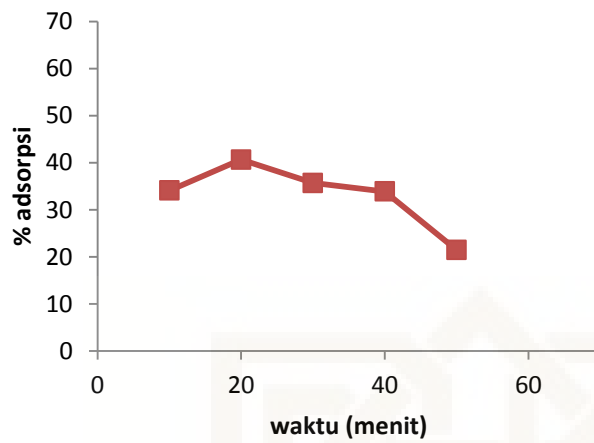
| No | Massa adsorben (g) | Variasi Waktu (menit) | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 10 | 20 | 6,808 | 34,04 |
| 2 | 0,5 | 20 | 20 | 7,82 | 39,1 |
| 3 | 0,5 | 30 | 20 | 7,421 | 37,105 |
| 4 | 0,5 | 40 | 20 | 6,838 | 34,19 |
| 5 | 0,5 | 45 | 20 | 9,158 | 45,79 |
| 6 | 0,5 | 50 | 20 | 8,173 | 40,865 |
| 7 | 0,5 | 90 | 20 | 8,172667 | 40,86333 |
| 8 | 0,5 | 120 | 20 | 7,784 | 38,9233 |

2. Kondisi Optimum Zn

| No | Massa adsorben (g) | Waktu (menit) | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 10 | 20 | 6,821 | 34,105 |
| 2 | 0,5 | 20 | 20 | 8,134 | 40,67 |
| 3 | 0,5 | 30 | 20 | 7,139 | 35,696 |
| 4 | 0,5 | 40 | 20 | 6,781 | 33,905 |
| 5 | 0,5 | 50 | 20 | 4,301 | 21,505 |



Gambar 4.4 Grafik Kondisi Optimum Variasi Waktu kontak ion logam Cu(II)



Gambar 4.5 Grafik pengaruh waktu kontak terhadap ion logam Zn(II)

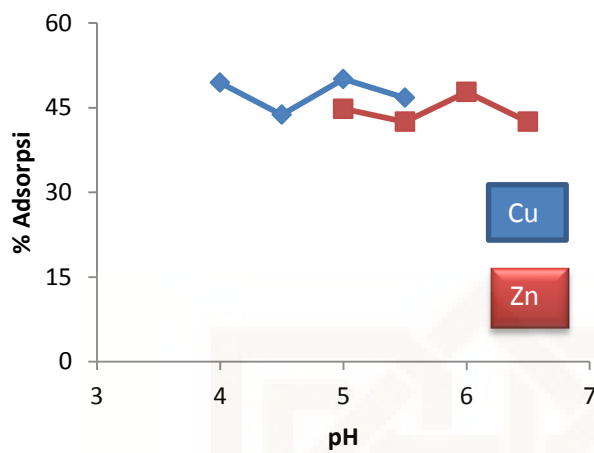
B. Penentuan pH Optimum

1. Kondisi optimum Cu

| No | Massa adsorben (g) | Variasi pH | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 4 | 20 | 9,885 | 49,425 |
| 2 | 0,5 | 4,5 | 20 | 8,751 | 43,755 |
| 3 | 0,5 | 5 | 20 | 10,019 | 50,095 |
| 4 | 0,5 | 5,5 | 20 | 9,352 | 46,76 |

2. Kondisi optimum Zn

| No | Massa adsorben (g) | pH | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 5 | 20 | 8,961 | 44,805 |
| 2 | 0,5 | 5,5 | 20 | 8,5 | 42,5 |
| 3 | 0,5 | 6 | 20 | 9,558 | 47,79 |
| 4 | 0,5 | 6,5 | 20 | 8,5 | 42,5 |



Gambar 4.6 Grafik Kondisi Optimum Variasi pH

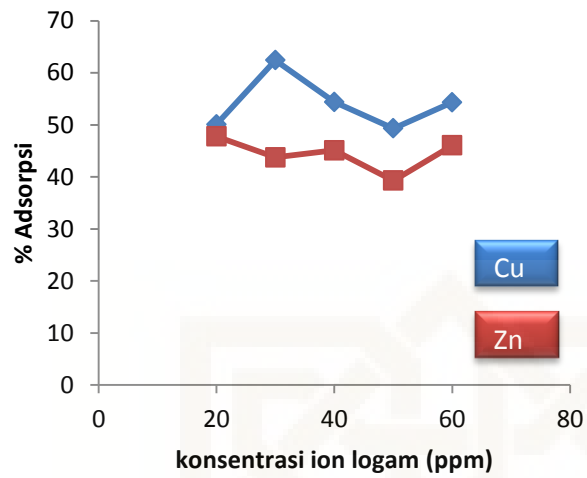
C. Penentuan Konsentrasi Optimum

1. Konsentrasi Optimum Cu

| No | Massa adsorben (g) | Konsentrasi (mg/L) | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 20 | 20 | 10,019 | 50,095 |
| 2 | 0,5 | 30 | 30 | 18,734 | 62,44667 |
| 3 | 0,5 | 40 | 40 | 21,766 | 54,415 |
| 4 | 0,5 | 50 | 50 | 24,667 | 49,334 |
| 5 | 0,5 | 60 | 60 | 32,6 | 54,33333 |

2. Konsentrasi Optimum Zn

| No | Massa adsorben (g) | Konsentrasi (mg/L) | Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efisiensi Penyerapan (%) |
|----|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,5 | 20 | 20 | 9,558 | 47,79 |
| 2 | 0,5 | 30 | 30 | 13,13 | 43,76667 |
| 3 | 0,5 | 40 | 40 | 18,04 | 45,1 |
| 4 | 0,5 | 50 | 50 | 19,652 | 39,304 |
| 5 | 0,5 | 60 | 60 | 27,635 | 46,05833 |

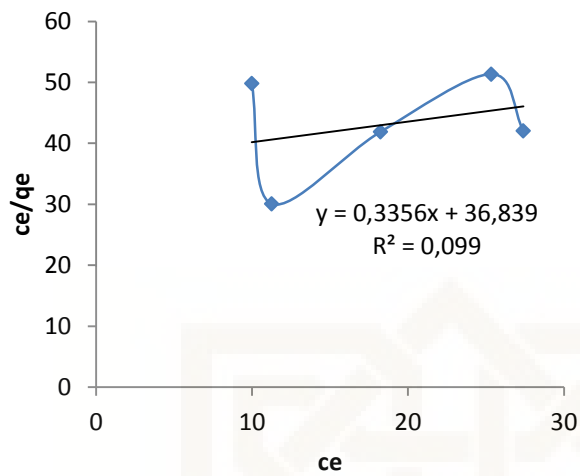


Gambar 4.7 Grafik Kondisi Optimum Variasi Konsentrasi

Lampiran 2. Perhitungan Isotermal Adsorpsi

A. Isoterm Langmuir untuk Adsorpsi Ion Logam Cu oleh zeolit alam teraktivasi asam

| C0(ppm) | Ce(ppm) | v(L) | m(gr) | C0-Ce | Qe(mg/g) | Ce/Qe(g/L) | log Ce | log Qe |
|---------|----------|------|-------|----------|----------|------------|----------|----------|
| 20 | 9,981333 | 0,01 | 0,5 | 10,01867 | 0,200373 | 49,81368 | 0,999189 | -0,69816 |
| 30 | 11,26633 | 0,01 | 0,5 | 18,73367 | 0,374673 | 30,06974 | 1,051782 | -0,42635 |
| 40 | 18,234 | 0,01 | 0,5 | 21,766 | 0,43532 | 41,88643 | 1,260882 | -0,36119 |
| 50 | 25,33367 | 0,01 | 0,5 | 24,66633 | 0,493327 | 51,35273 | 1,403698 | -0,30687 |
| 60 | 27,40033 | 0,01 | 0,5 | 32,59967 | 0,651993 | 42,02547 | 1,437756 | -0,18576 |



Gambar 4.8 Grafik isoterm langmuir pada adsorpsi logam Cu

Persamaan garis isoterm Langmuir yang diperoleh $y = 0,335x + 36,83$ dengan nilai $R^2 = 0.099$ maka :

Persamaan Langmuir:

$$\frac{c_e}{Q} = \frac{1}{q_{max}}C + \frac{1}{K_L q_{max}}$$

Persamaan garis lurus: $y = 0,335x + 36,83$

$$Slope = \frac{1}{q_{max}} = 0,335$$

$$q_{max} = 2.985$$

$$Intercept = \frac{1}{K_L q_{max}} = 36,83$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{36,83}{1/q_{max}}$$

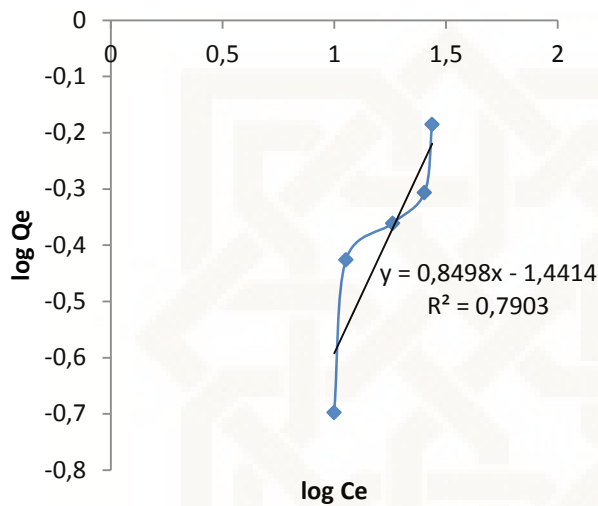
$$\frac{1}{K_L} = \frac{36,83}{0,335}$$

$$36,83 \times K_L = 0,335$$

$$K_L = \frac{0,335}{36,83}$$

$$K_L = 0,00909$$

B. Isoterm Freundlich untuk Adsorpsi Ion Logam Cu oleh zeolit alam teraktivasi asam



Gambar 4.9 Grafik isoterm Freundlich pada adsorpsi logam Cu

Persamaan garis isoterm freundlich yang diperoleh $y = 0,849x - 1,441$ dengan nilai $R^2 = 0,790$ maka :

Persamaan Freundlich:

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

Persamaan garis lurus : $y = 0,849x - 1,441$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,849$$

$$n = 1,178$$

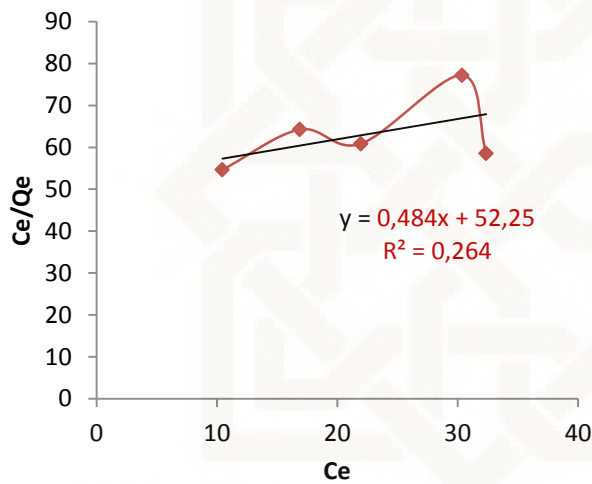
$$\text{Intercept} = \text{Log } K_F = -1,441$$

$$K_F = 10^{-1,441}$$

$$K_F = 0,0362$$

B. Isoterm Langmuir untuk Adsorpsi Ion Logam Zn oleh zeolit alam teraktivasi asam

| C0(ppm) | Ce(ppm) | v(L) | m(gr) | C0-Ce | Qe(mg/g) | Ce/Qe(g/L) | log Ce | log Qe |
|---------|----------|------|-------|----------|----------|------------|----------|----------|
| 20 | 10,44233 | 0,01 | 0,5 | 9,55767 | 0,191153 | 54,62801 | 1,018797 | -0,71862 |
| 30 | 16,87033 | 0,01 | 0,5 | 13,12967 | 0,262593 | 64,24506 | 1,227124 | -0,58072 |
| 40 | 21,95967 | 0,01 | 0,5 | 18,04033 | 0,360807 | 60,86272 | 1,341626 | -0,44273 |
| 50 | 30,34767 | 0,01 | 0,5 | 19,65233 | 0,393047 | 77,21138 | 1,482125 | -0,40556 |
| 60 | 32,365 | 0,01 | 0,5 | 27,635 | 0,5527 | 58,55799 | 1,510076 | -0,25751 |



Gambar 4.10 Grafik isoterm Langmuir pada adsorpsi logam Zn

Persamaan garis isoterm Langmuir yang diperoleh $y = 0,484x + 52,25$ dengan nilai $R^2 = 0,264$ maka :

Persamaan Langmuir:

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

Persamaan garis lurus: $y = 0,484x + 52,25$

$$Slope = \frac{1}{q_{max}} = 0,484$$

$$q_{max} = 2,066$$

$$Intercept = \frac{1}{K_L q_{max}} = 52,25$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{52,25}{1/q_{\max}}$$

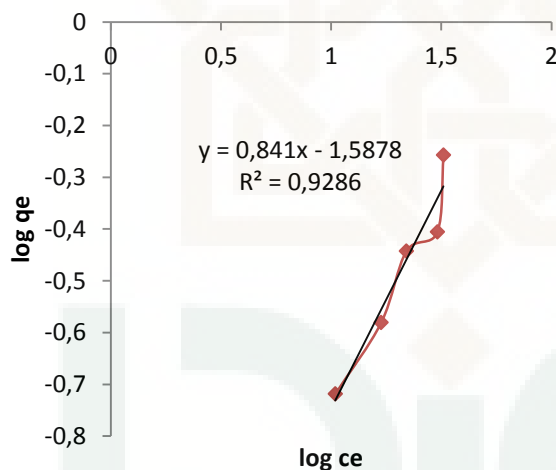
$$\frac{1}{K_L} = \frac{52,25}{0,484}$$

$$52,25 \times K_L = 0,484$$

$$K_L = \frac{0,484}{52,25}$$

$$K_L = 0,009263$$

C. Isoterm Freundlich untuk Adsorpsi Ion Logam Zn oleh zeolit alam teraktivasi asam



Gambar 4.11 Grafik isoterm Freundlich pada adsorpsi logam Zn

Persamaan garis isoterm freundlich yang diperoleh $y = 0,841x - 1,587$ dengan nilai $R^2 = 0,928$ maka :

Persamaan Freundlich:

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

Persamaan garis lurus : $y = 0,841x - 1,587$

$$Slope = \frac{1}{n} = 0,841$$

$$n = 1,189$$

$$\text{Intercept} = \text{Log } K_F = -1,587$$

$$K_F = 10^{-1,587}$$

$$K_F = 0,0259$$

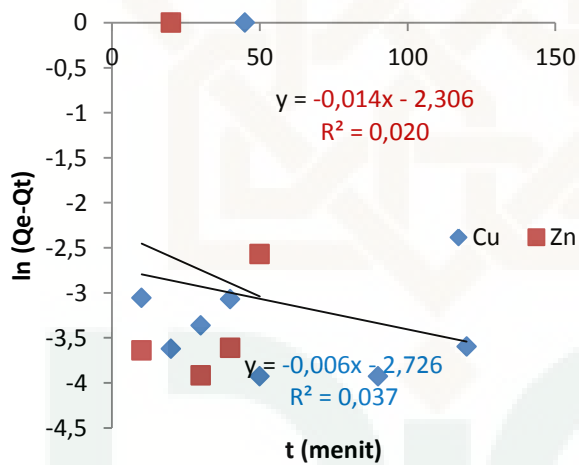
Lampiran 3. Penentuan Kinetika Adsorpsi

A. Perhitungan pseudo orde satu dan pseudo orde dua ion logam Cu(II)

| t (menit) | C ₀ (mg/L) | C _e (mg/L) | C ₀ -C _e (mg/L) | V (L) | Massa (gram) | Q _t (mg/g) | Q _e (mg/g) | Q _e -Q _t (mg/g) | ln(Q _e - Q _t) | t/q _t |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--|-------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--|---|------------------|
| 10 | 20 | 13,19 | 6,807 | 0,01 | 0,5 | 0,136 | 0,18315 | 0,047 | -3,0576 | 73,44 |
| 20 | 20 | 12,18 | 7,819 | 0,01 | 0,5 | 0,156 | 0,18315 | 0,0267 | -3,6208 | 127,8 |
| 30 | 20 | 12,57 | 7,421 | 0,01 | 0,5 | 0,148 | 0,18315 | 0,0347 | -3,3600 | 202,1 |
| 40 | 20 | 13,16 | 6,838 | 0,01 | 0,5 | 0,136 | 0,18315 | 0,0463 | -3,0707 | 292,4 |
| 45 | 20 | 10,84 | 9,157 | 0,01 | 0,5 | 0,183 | 0,18315 | 0 | 0 | 245,6 |
| 50 | 20 | 11,82 | 8,172 | 0,01 | 0,5 | 0,163 | 0,18315 | 0,0197 | -3,9271 | 305,8 |
| 90 | 20 | 11,82 | 8,172 | 0,01 | 0,5 | 0,163 | 0,18315 | 0,0197 | -3,9271 | 550,6 |
| 120 | 20 | 12,21 | 7,784 | 0,01 | 0,5 | 0,155 | 0,18315 | 0,0274 | -3,5950 | 770,7 |

B. Persamaan pseudo orde satu dan pseudo orde dua ion logam Zn(II)

| t (menit) | C0 (mg/L) | Ce (ppm) | C0-Ce (mg/L) | V (L) | Massa (gram) | Qt (mg/g) | Qe (mg/g) | Qe-Qt (mg/g) | ln(Qe-Qt) | t/qt |
|-----------|-----------|----------|--------------|-------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|
| 10 | 20 | 13,17 | 6,821 | 0,01 | 0,5 | 0,136 | 0,1626 | 0,026 | -3,6394 | 73,303 |
| 20 | 20 | 11,86 | 8,1343 | 0,01 | 0,5 | 0,162 | 0,1626 | 0 | 0 | 122,93 |
| 30 | 20 | 12,86 | 7,1393 | 0,01 | 0,5 | 0,142 | 0,1626 | 0,019 | -3,9170 | 210,10 |
| 40 | 20 | 13,21 | 6,7813 | 0,01 | 0,5 | 0,135 | 0,1626 | 0,027 | -3,6096 | 294,29 |
| 50 | 20 | 15,69 | 4,3006 | 0,01 | 0,5 | 0,086 | 0,1626 | 0,076 | -2,5682 | 581,30 |



Gambar 4.12 Model kinetika pseudo orde satu

Persamaan pseudo orde satu

1. Persamaan pseudo orde satu ion logam Cu(II)

$$Y = -0,006x - 2,726$$

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - kt$$

$$K = 0,006$$

$$\ln Q_e = -2,726$$

$$Q_e = 0,065$$

2. Persamaan pseudo orde satu ion logam Zn(II)

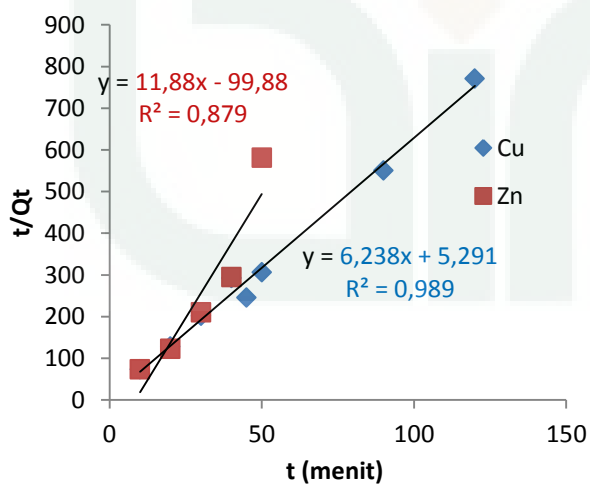
$$Y = -0,014x - 2,306$$

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - kt$$

$$K = 0,014$$

$$\ln Q_e = -2,306$$

$$Q_e = 0,099$$



Gambar 4.13 Model kinetika pseudo orde dua

Persamaan pseudo orde dua

1. Persamaan pseudo orde dua ion logam Cu(II)

$$Y = 6,238x + 5,291$$

$$t/Q_t = 1/Q_e^2 + 1/Q_e^2 K$$

$$1/Q_e = 6,238$$

$$Q_e = 1/6,238 = 0,160308$$

$$k = 1/Q_e^2 K$$

$$k = 1/Q_e^2 \times 1/5,291$$

$$k = 1/6,238^2 \times 1/5,291$$

$$k = 0,04857$$

2. Persamaan pseudo orde dua ion logam Zn(II)

$$Y = 11,88x - 99,88$$

$$t/Q_t = 1/Q_e^2 + 1/Q_e^2 K$$

$$1/Q_e = 11,88$$

$$Q_e = 1/11,88 = 0,084175$$

$$k = 1/Q_e^2 K$$

$$k = 1/Q_e^2 \times 1/99,88$$

$$k = 1/11,88^2 \times 1/99,88$$

$$k = 7,0959 \times 10^{-5}$$

Lampiran 4. Menentukan Mol Massa Logam

Pengenceran larutan

$$20 \text{ ppm} = 20 \text{ mg}/1000 \text{ ml}$$

Diencerkan menjadi 20 ml

$$\frac{20 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{x}{50 \text{ ml}}$$

$$x = \frac{1000}{1000}$$

$$= 1 \text{ mg}$$

$$= 0,001 \text{ gram}$$

A . Cu

Dalam bentuk CuSO_4

$$\text{Massa} = 0,001 \text{ gram}$$

$$\text{Mr} = 159,60$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{0,001}{159,60} = 0,0000063 \text{ mol}$$

B. Cr

Dalam bentuk $\text{Zn}(\text{SO}_4) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

$$\text{Mr} = 287,54$$

$$\begin{aligned} \text{Mol} &= \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} \longrightarrow \text{massa} = \text{mol} \times \text{Mr} \\ &= 0,0000063 \times 287,54 \\ &= 0,0017 \text{ gram} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Pengenceran Larutan HCl

A. Pengenceran HCl pekat

$$\text{Diketahui massa jenis HCl} = 1.19 \text{ kg/liter}$$

$$\text{Persen HCL pekat} = 37 \%$$

$$\text{Massa 1 liter larutan HCl pekat} = \frac{1190 \text{ gram}}{\text{liter}} \times 1 \text{ liter}$$

$$= 1190 \text{ gram}$$

$$\text{Massa HCl dalam 1 liter lrt pekat} = 37\% \times 1190 \text{ gram}$$

$$= 440,3 \text{ gram}$$

$$\text{Mr HCl} = 39,5 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Konsentrasi HCl pekat} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{440,3}{36,5}$$

$$= 12,06 \text{ mol}$$

$$= M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$= \frac{12,06}{1 \text{ liter}}$$

$$= 12,06 \text{ M}$$

Membuat 1000 ml HCl 1 M

Dengan, $M_1 = 12,06 \text{ M}$

$$V_2 = 1000 \text{ ml}$$

$$M_2 = 1 \text{ M}$$

Rumus pengenceran

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 12,06 = 1000 \cdot 1$$

$$V_1 = \frac{1000 \cdot 1}{12,06}$$

$$V_1 = 82.91 \text{ ml}$$

82,91 ml larutan HCl 12,06 M diencerkan hingga volume 1000 ml menggunakan aquades.

Lampiran 6. Pengenceran Larutan Logam

Membuat larutan logam konsentrasi 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm dari larutan 1000 ppm

a. 20 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 25 \cdot 20$$

$$V_1 = \frac{25 \cdot 20}{1000}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

b. 30 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 25 \cdot 30$$

$$V_1 = \frac{25 \cdot 30}{1000}$$

$$V_1 = 1,3 \text{ ml}$$

c. 40 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 25 \cdot 40$$

$$V_1 = \frac{25 \cdot 40}{1000}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml}$$

d. 50 ppm

$$V1 \cdot M1 = V2 \cdot M2$$

$$V1 \cdot 1000 = 25 \cdot 50$$

$$V1 = \frac{25 \cdot 50}{1000}$$

$$V1 = 0,8 \text{ ml}$$

e. 60 ppm

$$V1 \cdot M1 = V2 \cdot M2$$

$$V1 \cdot 1000 = 25 \cdot 60$$

$$V1 = \frac{25 \cdot 60}{1000}$$

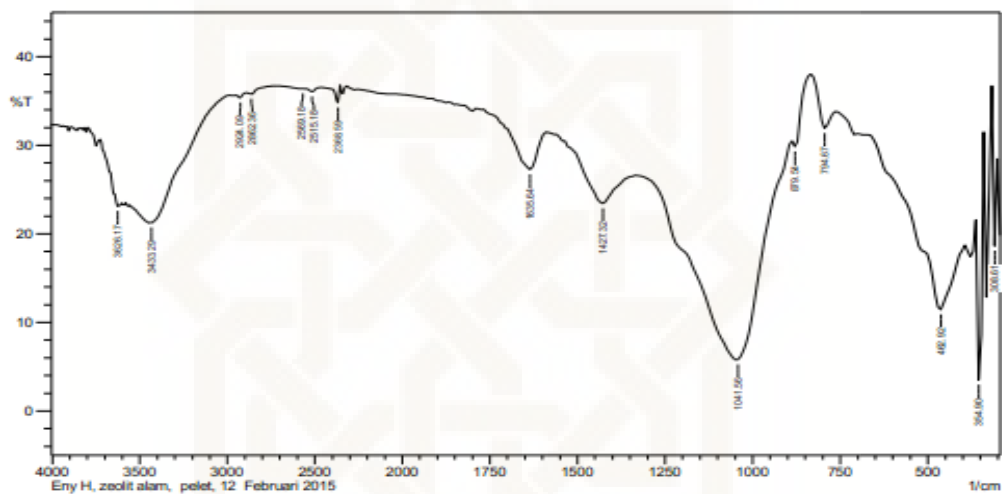
$$V1 = 0,67 \text{ ml}$$

Lampiran 7. Hasil Uji Karakterisasi FTIR ZA dan ZAA

a. ZA

SHIMADZU

Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM



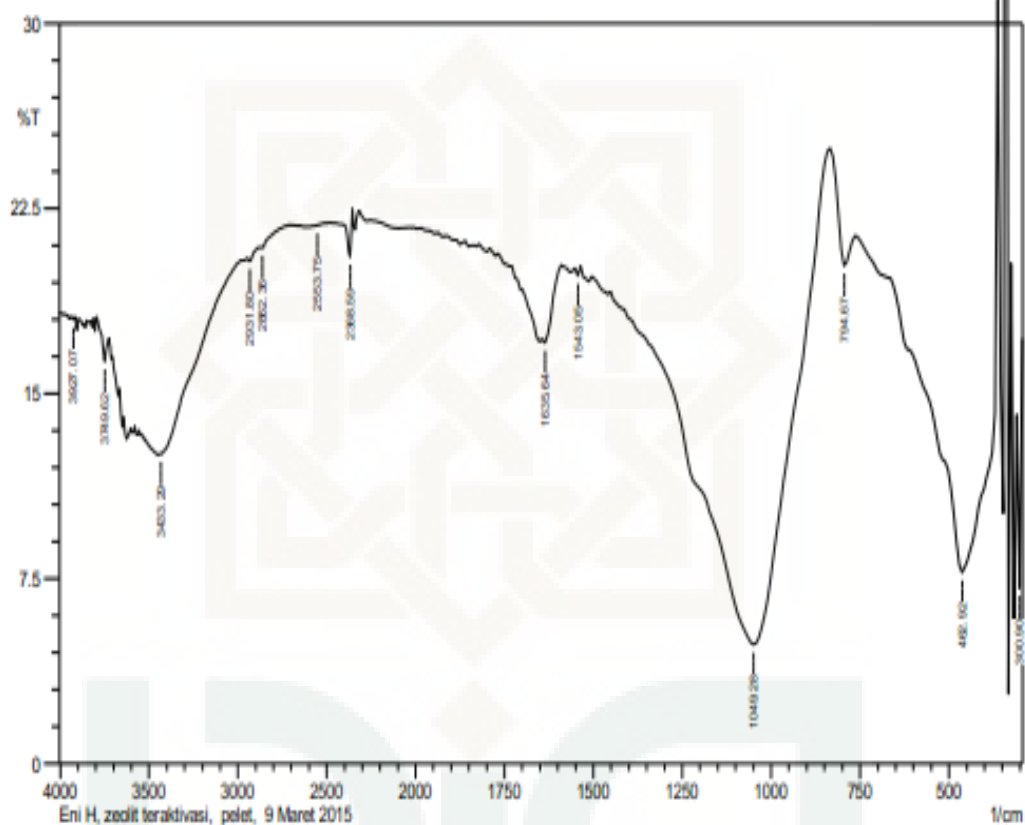
| | Peak | Intensity | Corr. Intensity | Base (H) | Base (L) | Area | Corr. Area |
|----|---------|-----------|-----------------|----------|----------|---------|------------|
| 1 | 308.61 | 18.621 | 13.947 | 316.33 | 300.9 | 9.843 | 1.846 |
| 2 | 354.9 | 3.502 | 21.367 | 362.62 | 339.47 | 23.338 | 10.449 |
| 3 | 462.92 | 11.419 | 9.753 | 663.51 | 401.19 | 185.372 | 20.662 |
| 4 | 794.67 | 31.886 | 3.789 | 833.25 | 763.81 | 32.56 | 1.44 |
| 5 | 879.54 | 29.845 | 1.844 | 887.26 | 840.96 | 21.786 | 0.51 |
| 6 | 1041.56 | 5.786 | 23.063 | 1327.03 | 894.97 | 351.597 | 114.499 |
| 7 | 1427.32 | 23.401 | 4.999 | 1581.63 | 1334.74 | 140.723 | 7.431 |
| 8 | 1635.64 | 27.23 | 4.901 | 1766.8 | 1589.34 | 91.234 | 5.016 |
| 9 | 2368.59 | 34.805 | 1.92 | 2453.45 | 2353.16 | 44.374 | 0.648 |
| 10 | 2515.18 | 36.025 | 0.425 | 2561.47 | 2468.88 | 40.756 | 0.183 |
| 11 | 2569.18 | 36.366 | 0.037 | 2708.06 | 2561.47 | 64.142 | 0.036 |
| 12 | 2862.36 | 35.789 | 0.239 | 2885.51 | 2715.77 | 74.536 | 0.086 |
| 13 | 2924.09 | 35.343 | 0.41 | 2947.23 | 2893.22 | 24.219 | 0.122 |
| 14 | 3433.29 | 21.233 | 4.715 | 3556.74 | 2993.52 | 317.072 | 14.756 |
| 15 | 3626.17 | 23.092 | 1.697 | 3726.47 | 3603.03 | 72.115 | 1.133 |

b. ZAA

SHIMADZU



Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM



| | Peak | Intensity | Corr. Intensity | Base (H) | Base (L) | Area | Corr. Area |
|----|---------|-----------|-----------------|----------|----------|---------|------------|
| 1 | 300.9 | 7.105 | 22.105 | 339.47 | 293.18 | 48.814 | 27.214 |
| 2 | 462.92 | 7.739 | 20.811 | 756.1 | 362.62 | 331.613 | 100.261 |
| 3 | 794.67 | 20.174 | 2.786 | 833.25 | 763.81 | 46.162 | 1.714 |
| 4 | 1049.28 | 4.82 | 18.041 | 1450.47 | 840.96 | 581.051 | 157.983 |
| 5 | 1543.05 | 19.749 | 0.396 | 1581.63 | 1535.34 | 32.375 | 0.156 |
| 6 | 1635.64 | 17.051 | 3.265 | 1766.8 | 1589.34 | 128.515 | 6.084 |
| 7 | 2368.59 | 20.526 | 1.742 | 2399.45 | 2353.16 | 30.999 | 0.751 |
| 8 | 2553.75 | 21.771 | 0.027 | 2569.18 | 2492.03 | 50.958 | 0.002 |
| 9 | 2862.36 | 20.903 | 0.055 | 2870.08 | 2692.63 | 118.402 | 0.019 |
| 10 | 2931.8 | 20.355 | 0.212 | 2947.23 | 2877.79 | 47.574 | 0.105 |
| 11 | 3433.29 | 12.543 | 2.438 | 3556.74 | 2985.81 | 458.966 | 14.82 |
| 12 | 3749.62 | 16.3 | 0.983 | 3788.19 | 3734.19 | 41.523 | 0.524 |
| 13 | 3927.07 | 17.979 | 0.128 | 4004.22 | 3919.35 | 62.936 | 0.06 |

Lampiran 8. Hasil Uji Analisis XRF

a. ZA



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MIPA TERPADU
Jl. Ir. Sutami 36A, Ketingan, Surakarta, Jawa Tengah 57126

Nama konsumen : Eni Haryani
Jenis analisis : XRF
Aplikasi/preparasi : EQUA_Powder/Mylar
Jenis sampel : Serbuk
Kode sampel : EniHaryani_Zeolit Alam
Nama operator : Khusnan Fadli N I
Hari/Tanggal analisis : Jumat, 25 September 2015
Kontak : Dr. Sayekti W., M.Si (081568455281)

1. Kuantitatif

| Formula | Z | Concentration | Status | Line 1 |
|--------------------------------|----|---------------|--------------|-------------|
| SiO ₂ | 14 | 65.56% | Fit spectrum | Si KA1/EQ20 |
| CaO | 20 | 16.12% | Fit spectrum | Ca KA1/EQ20 |
| Al ₂ O ₃ | 13 | 11.04% | Fit spectrum | Al KA1/EQ20 |
| Fe ₂ O ₃ | 26 | 3.97% | Fit spectrum | Fe KA1/EQ20 |
| K ₂ O | 19 | 1.44% | Fit spectrum | K KA1/EQ20 |
| TiO ₂ | 22 | 0.59% | Fit spectrum | Ti KA1/EQ20 |
| P ₂ O ₅ | 15 | 0.40% | Fit spectrum | P KA1/EQ20 |
| Cl | 17 | 0.38% | Fit spectrum | Cl KA1/EQ20 |
| SO ₃ | 16 | 0.26% | Fit spectrum | S KA1/EQ20 |
| MnO | 25 | 0.07% | Fit spectrum | Mn KA1/EQ20 |
| SrO | 38 | 0.07% | Fit spectrum | Sr KA1/EQ20 |
| ZrO ₂ | 40 | 0.03% | Fit spectrum | Zr KA1/EQ20 |
| ZnO | 30 | 0.01% | Fit spectrum | Zn KA1/EQ20 |
| Cr ₂ O ₃ | 24 | 0.01% | Fit spectrum | Cr KA1/EQ20 |

Surakarta, 25 September 2015

Mengetahui,

Kepala Lab.Terpadu MIPA UNS

Operator/Analisis

Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si
NIP.19711211 199702 2001

Khusnan Fadli N I

b. ZAA



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MIPA TERPADU
 Jl. Ir. Sutami 36A, Kientingan, Surakarta, Jawa Tengah 57126

Nama konsumen : Eni Haryani
 Jenis analisis : XRF
 Aplikasi/preparasi : EQUA_Powder/Mylar
 Jenis sampel : Serbuk
 Kode sampel : EniHaryani_Teraktivasi
 Nama operator : Khusnan Fadli N I
 Hari/Tanggal analisis : Jumat, 25 September 2015
 Kontak : Dr. Sayekti W., M.Si (081568455281)

1. Kuantitatif

| Formula | Z | Concentration | Status | Line 1 |
|--------------------------------|----|---------------|--------------|-------------|
| SiO ₂ | 14 | 76.75% | Fit spectrum | Si KA1/EQ20 |
| Al ₂ O ₃ | 13 | 11.57% | Fit spectrum | Al KA1/EQ20 |
| CaO | 20 | 5.15% | Fit spectrum | Ca KA1/EQ20 |
| Fe ₂ O ₃ | 26 | 3.00% | Fit spectrum | Fe KA1/EQ20 |
| K ₂ O | 19 | 1.42% | Fit spectrum | K KA1/EQ20 |
| TiO ₂ | 22 | 0.60% | Fit spectrum | Ti KA1/EQ20 |
| Cl | 17 | 0.51% | Fit spectrum | Cl KA1/EQ20 |
| P ₂ O ₅ | 15 | 0.39% | Fit spectrum | P KA1/EQ20 |
| SO ₃ | 16 | 0.34% | Fit spectrum | S KA1/EQ20 |
| SrO | 38 | 0.07% | Fit spectrum | Sr KA1/EQ20 |
| MnO | 25 | 0.04% | Fit spectrum | Mn KA1/EQ20 |
| ZrO ₂ | 40 | 0.03% | Fit spectrum | Zr KA1/EQ20 |
| CeO ₂ | 58 | 0.03% | Fit spectrum | Ce KA1/EQ50 |
| Nd ₂ O ₃ | 60 | 0.02% | Fit spectrum | Nd LA1/EQ20 |
| ZnO | 30 | 0.01% | Fit spectrum | Zn KA1/EQ20 |

Mengetahui,
 Kepala Lab.Terpadu MIPA UNS

Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si
 NIP.19711211 199702 2001

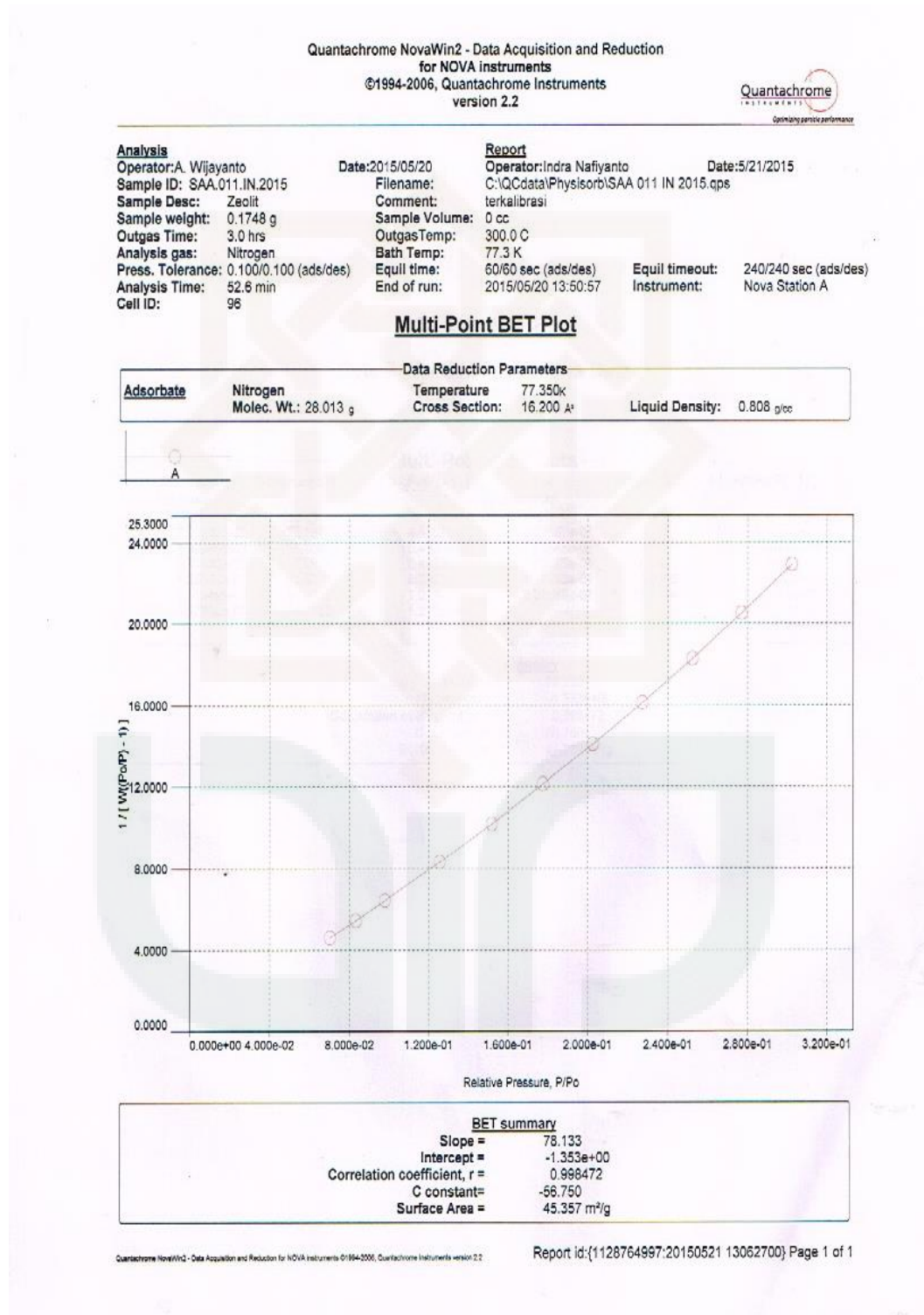
Surakarta, 25 September 2015

Operator/Analisis

Khusnan Fadli N I

Lampiran 9. Hasil Uji SAA

a. ZA



b. ZAA

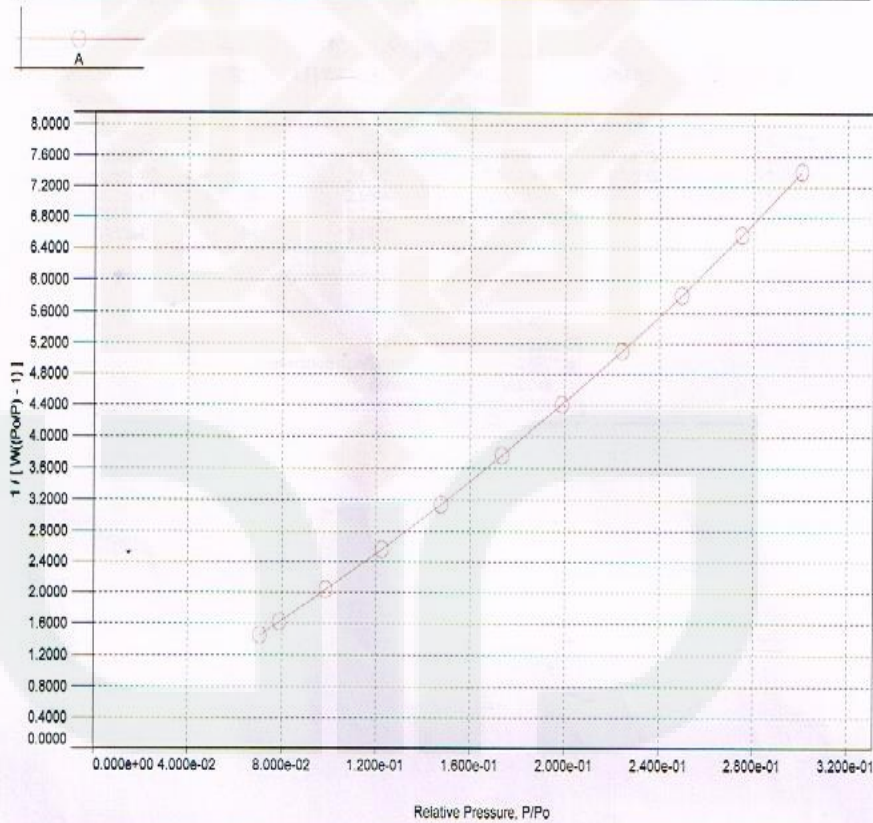
Quantachrome NovaWin2 - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
©1994-2006, Quantachrome Instruments
version 2.2



| | | | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------|
| Analysis | | Report | |
| Operator: A. Wijayanto | Date: 2015/05/22 | Operator: Indra Nafiyanto | Date: 5/21/2015 |
| Sample ID: SAA.012.IN.2015 | Filename: C:\QCdata\Physisorb\SAA.012.IN.2015.qps | | |
| Sample Desc: Zeolit Teraktivasi | Comment: terkalibrasi | | |
| Sample weight: 0.2039 g | Sample Volume: 0 cc | | |
| Outgas Time: 3.0 hrs | Outgas Temp: 300.0 C | | |
| Analysis gas: Nitrogen | Bath Temp: 77.3 K | | |
| Press. Tolerance: 0.100/0.100 (ads/des) | Equil time: 60/60 sec (ads/des) | Equil timeout: 240/240 sec (ads/des) | |
| Analysis Time: 76.5 min | End of run: 2015/05/22 15:11:24 | Instrument: Nova Station A | |
| Cell ID: 95 | | | |

Multi-Point BET Plot

| Data Reduction Parameters | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|
| Adsorbate | Nitrogen | Temperature | 77.350K |
| | Molec. Wt.: 28.013 g | Cross Section: | 16.200 Å ² |
| | | Liquid Density: | 0.808 g/cc |



| BET summary | |
|------------------------------|---------------------------|
| Slope = | 25.499 |
| Intercept = | -5.095e-01 |
| Correlation coefficient, r = | 0.997834 |
| C constant = | -49.048 |
| Surface Area = | 139.361 m ² /g |

Lampiran 10. Dokumentasi**A****B****Keterangan : A. Zeolit Alam****B. Zeolit Alam teraktivasi**