

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR KALSINASI ZEOLIT ALAM
TERHADAP KEMAMPUAN ADSORPSI LIMBAH FENOL**



SKRIPSI

**Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Strata I**

**Oleh :
Lailiy Tazkiyatul Afidah
NIM. 10630046**

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

2018



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :

Kepada

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 : Lailiy Tazkiyatul Afidah

NIM : 10630046

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Zeolit Alam Terhadap
Kemampuan Adsorpsi Limbah Fenol

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

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

Yogyakarta, 20 Desember 2017
Pembimbing

Khamidinal, M. Si
NIP. 19691104 200003 1 002



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

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 : Lailiy Tazkiyatul Afidah

NIM : 10630046

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Zeolit Alam Terhadap Kemampuan Adsorpsi Limbah Fenol

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

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

Yogyakarta, 15 Januari 2018

Konsultan

Didik Krisdiyanto, M.Sc

NIP. 19811111 201101 1 007



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-229/Un.02/DST/PP.00.9/01/2018

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Zeolit Alam terhadap Kemampuan Adsorpsi Limbah Fenol

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LAILIY TAZKIYATUL AFIDAH
Nomor Induk Mahasiswa : 10630046
Telah diujikan pada : Senin, 08 Januari 2018
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

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

Penguji I

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820504 200912 1 005

Penguji II

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

Yogyakarta, 08 Januari 2018

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

DEK A N



Dr. Murtono, M.Si.

NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama : Lailiy Tazkiyatul Afidah
NIM : 10630046
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

“Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Zeolit Alam terhadap Kemampuan Adsorpsi Limbah Fenol”

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 Desember 2017

Penulis




Tazkiyatul Afidah
NIM.10630046

MOTTO

إِذَا جَاءَ نَصْرُ اللَّهِ وَالْفَتْحُ وَرَأَيْتَ النَّاسَ يَدْخُلُونَ فِي دِينِ اللَّهِ أَفْوَاجًا

فَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ وَاسْتَغْفِرْهُ إِنَّهُ كَانَ تَوَّابًا

°

"Apabila telah datang pertolongan Allah dan kemenangan, dan kamu lihat manusia masuk agama Allah dengan berbondong-bondong, maka bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu dan mohonlah ampun kepada-Nya. Sesungguhnya Dia adalah Maha Penerima taubat."¹

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

¹ LPMA Departemen Agama RI, *al-Qur'an Terjemah Bahasa Indonesia* (Kudus: Menara Kudus, 2006), hlm. 517.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang saya hormati dan cintai Bapak H. Drs Damanhuri dan Ibu Almh Hj Nurul Hidayah Sebagai bentuk cinta kasih penulis kepada beliau atas segala dukungan do’a, motivasi, perjuangan dan pengorbanan yang selalu beliau berikan kepada penulis tiada henti.”



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa dihaturkan untuk Nabi Muhammad SAW. Penulis skripsi ini tentunya melibatkan jasa-jasa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

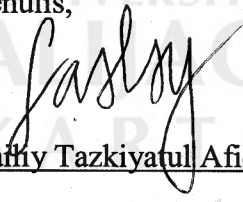
1. Bapak Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Islam Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dalam menjalani proses studi.
5. Bapak Khamidinal, M. Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi ditengah-tengah kesibukannya yang cukup padat, masih selalu menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran serta ilmunya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia yang telah mengajarkan berbagai ilmu pengetahuan dan wawasan, semoga ilmu yang didapat bermanfaat.
7. Seluruh Staf dan Karyawan TU di Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu memperlancar segala urusan di kampus.
8. Laboran laboratorium penelitian yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan serta membantu terlaksananya penelitian ini.
9. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2010 dan adik-adik angkatan yang telah sama-sama berjuang dan memberi motivasi kepada penulis.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Yogyakarta, 21 Desember 2017

Penulis,


Lathy Tazkiyatul Afidah

NIM. 10630046

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori	11
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
B. Alat-alat Penelitian.....	28
C. Bahan Penelitian	28
D. Cara Kerja Penelitian	29
E. Teknis Analisis Data.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Zeolit Alam.....	34
B. Proses Kalsinasi Zeolit Alam	37
C. Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Sifat Fisk dan Kimia Zeolit Alam	38
D. Kajian Adsorpsi Fenol Zeolit Alam	45
E. Isoterm Adsorpsi Zeolit Alam	47
F. Kinetika Adsorpsi Zeolit Alam	49
G. Karakteristik Zeolit Alam Setelah Melakukan Proses Adsorpsi terhadap Fenol.....	50

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	54
B. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Fenol.....	11
Gambar 4.1 Difraktogram Zeolit Alam Sebelum Kalsinasi.....	35
Gambar 4.2 Spektra FTIR Zeolit Alam Sebelum Kalsinasi	36
Gambar 4.3 Difraktogram Zeolit Alam (a) tanpa kalsinasi (b) kalsinasi 400°C, (c) kalsinasi 450°C dan (d) Kalsinasi 500°	38
Gambar 4.4 Spektra FTIR Zeolit Alam (a) tanpa kalsinasi (b) kalsinasi 400°C, (c) kalsinasi 450°C dan (d) Kalsinasi 500°	40
Gambar 4.5 Kemampuan adsorpsi zeolit alam terhadap fenol berdasarkan variasi temperatur adsorpsi	46
Gambar 4.6 Kemampuan adsorpsi zeolit alam terhadap fenol berdasarkan variasi konsentrasi awal fenol.....	47
Gambar 4.7 Difraktogram zeolit alam (a) sebelum adsorpsi (b) setelah adsorpsi.....	53
Gambar 4.8 Spektra FITR zeolit alam (a) sebelum adsorpsi (b) setelah adsorpsi	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Perbandingan Puncak Vibrasi berbagai Zeolit Alam.....	41
Tabel 4.2	Perbandingan nilai adsorpsi zeolit alam variasi temperatur kalsinasi terhadap fenol.....	43
Tabel 4.3	Parameter isoterm model Langmuir dan Freundlic.....	49
Tabel 4.4	Kinetika reaksi zeolit alam terhadap fenol.....	52

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR KALSINASI ZEOLIT ALAM TERHADAP KEMAMPUAN ADSORPSI LIMBAH FENOL

Oleh:

Lailiy Tazkiyatul Afidah

10630046

ABSTRAK

Aktivasi zeolite alam dengan kalsinasi berbagai temperature telah dilakukan. Zeolite alam dimanfaatkan sebagai absorben penurunan limbah fenol. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik zeolit alam variasi temperatur kalsinasi, temperatur kalsinasi zeolit alam terhadap kemampuan optimum adsorpsi limbah fenol, model isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi limbah fenol pada zeolit alam terkalsinasi, dan karakteristik zeolit alam setelah proses adsorpsi limbah fenol

Zeolit alam dipreparsi, diaktivasi dengan kalsinasi variasi temperatur, dan diaplikasi sebagai adsorben limbah fenol. Variasi temperatur kalsinasi digunakan adalah 400°C, 450°C, dan 500°C. Karakterisasi menggunakan FTIR dan XRD pada zeolit alam sebelum kalsinasi, zeolit alam kalsinasi, dan zeolit alam setelah adsorpsi. Model isoterm adsorpsi ditentukan dengan menggunakan metode regresi linear terhadap persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich dan kinetika adsorpsi didasarkan pada kinetika orde nol, orde satu, orde dua, dan orde tiga.

Berdasarkan hasil karakterisasi XRD zeolite alam sebelum kalsinasi, 20 merefleksikan intensitas tajam pada daerah $2\theta = 9,82^\circ; 13,46^\circ; 19,69^\circ; 22,35^\circ; 23,15^\circ; 25,68^\circ; 36,34^\circ; \text{ dan } 27,74^\circ$ menunjukkan karakteristik zeolit alam modernit. Spektra FTIR zeolit alam sebelum kalsinasi diamati pada bilangan gelombang 300 sampai 4000 cm^{-1} menunjukkan rentangan simetri O-Al-O atau O-Si-O pada internal tetrahedral yang ditandai munculnya puncak pada bilangan gelombang 650-720 cm^{-1} . Hasil karakterisasi XRD zeolit alam terkalsinasi tidak mengalami perubahan dengan puncak refleksi sebelum kalsinasi. Spectra IR zeolite alam terkalsinasi menunjukkan pergeseran ke bilangan gelombang karena proses dealuminasi. Peningkatan temperatur kalsinasi zeolit alam meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit alam dengan kemampuan adsorpsi tertinggi zeolit alam terjadi pada temperatur kalsinasi 450 °C dan konsentrasi awal fenol 6 ppm. Adsorpsi zeolit alam terhadap fenol mengikuti model isoterm Langmuir dan mengikuti kinetika reaksi orde satu, serta tidak merubah struktur zeolit alam. Proses adsorpsi yang terjadi secara fisik antara zeolit alam dan limbah fenol.

Kata kunci: temperatur, kalsinasi, zeolit, adsorpsi, fenol

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah merupakan hasil samping atau buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri besar maupun rumah tangga yang tidak dikehendaki dan membahayakan makhluk hidup dan lingkungan di sekitarnya. Jenis, karakteristik dan toksisitas limbah merupakan faktor yang berpengaruh terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah atau zat pencemar. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi sebelum dilepaskan ke lingkungan harus diproses dengan baik untuk menghilangkan toksisitasnya.

Menurut Alti (2009) salah satu limbah organik yang dihasilkan dari proses industri dan rumah tangga adalah fenol. Fenol merupakan salah satu komponen buangan industri yang dapat berasal dari industri gas batu bara, *fibre glass*, penyulingan minyak bumi, cat, tekstil, keramik, plastik, formaldehida, industri minyak tanah atau industri rumah tangga. Industri bahan pembersih lantai, memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap peningkatan fenol di lingkungan.

Fenol merupakan limbah berbau khas dan beracun serta korosif terhadap kulit (menimbulkan iritasi). Apabila terminum akan menimbulkan rasa sakit dan merusak pembuluh darah sehingga menyebabkan gangguan pada otak, paru-paru, ginjal dan limpa. Apabila mencemari perairan dapat menimbulkan rasa dan bau tidak sedap dan pada konsentrasi nilai tertentu

akan menyebabkan kematian organisme di perairan. Berdasarkan kategori tersebut, fenol digolongkan sebagai Bahan Beracun dan Berbahaya (B3). Penanganan terhadap limbah buangan yang mengandung fenol selama ini dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif, silika gel dan zeolit.

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa. Zeolit alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus dan bersifat rhyiolitik dengan air pori atau air meteorik. Muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolit, baik yang terdapat dipermukaan maupun di dalam pori menyebabkan zeolit dapat berperan sebagai penukar kation, adsorben, dan katalis. Pori-pori yang terbentuk pada zeolit akibat pemanasan juga memungkinkan zeolit dapat mengadsorpsi molekul-molekul yang bergaris tengah lebih kecil dari pori-pori zeolit tersebut (Udyani dan Wulandari, 2014).

Zeolit alam banyak terdapat di dalam batuan sedimen, terutama kristal dari kelompok aluminium dan silikat. Mineral tersebut merupakan bahan alam yang kelimpahannya cukup besar di alam terutama di Indonesia, sehingga merupakan sumber daya alam yang potensial untuk dijadikan sebagai adsorben untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan terutama pencemaran di perairan (Said dkk., 2008).

Perbandingan rasio Si dan Al pada zeolit bervariasi sehingga di alam di alam terdapat banyak jenis zeolit. Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari

50 jenis zeolit, namun mineral pembentuk zeolit terbesar hanya ada sembilan jenis, yaitu analsim, khabazit, klinoptilolit, erionit, mordenit, ferrierit, heulandit, laumontit, dan fillipsit. Jenis zeolit yang paling banyak terdapat di Indonesia adalah klinoptilolit dan mordenit (Udyani dan Wulandari, 2014).

Selain karena kelimpahan yang melimpah di alam, zeolit alam juga mempunyai harga yang lebih murah dibandingkan dengan zeolit sintetis. Meskipun demikian, Zeolit alam bercampur dengan mineral lain seperti felspar, sodalit, nephelit dan leusit (Said dkk., 2008) dan mengandung banyak pengotor lainnya sehingga memiliki kualitas yang rendah, sehingga kemampuan adsorpsi zeolit menjadi rendah (Udyani dan Wulandari, 2014). Berbagai peneliti berupaya untuk meningkatkan kualitas zeolit alam dengan melakukan aktivasi.

Aktivasi fisika yaitu kalsinasi zeolit alam diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik dan kimia zeolit alam sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit. Kajian temperatur kalsinasi diharapkan dapat memberikan informasi mengenai temperatur yang optimum untuk mendapatkan luas spesifik zeolit yang paling besar sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit alam. Penelitian ini akan mengkaji mengenai pengaruh variasi temperature terhadap adsorpsi limbah fenol.

B. Batasan Masalah

1. Variasi temperature kalsinasi zeolit alam yang digunakan adalah 400°C, 450°C, dan 500°C.

2. Jenis karakterisasi yang digunakan adalah karakterisasi gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer FT-IR dan uji kristalinitasnya menggunakan Difraktometer Sinar-X.
3. Proses adsorpsi limbah fenol menggunakan limbah simulasi larutan fenol.
4. Uji adsorpsi molekul fenol menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur kalsinasi zeolit alam terhadap karakteristik zeolit alam?
2. Berapa temperatur kalsinasi zeolite alam yang optimum mengadsorp limbah fenol?
3. Bagaimana model isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi limbah fenol pada zeolit alam terkalsinasi?
4. Bagaimana karakteristik zeolit alam setelah proses adsorpsi limbah fenol?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik zeolit alam variasi temperature kalsinasi.
2. Untuk mengetahui temperatur kalsinasi zeolit alam terhadap kemampuan optimum adsorpsi limbah fenol.
3. Untuk mengetahui model isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi limbah fenol pada zeolit alam terkalsinasi
4. Untuk mengetahui karakteristik zeolit alam setelah proses adsorpsi limbah fenol.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi tentang pemanfaatan zeolit alam.
2. Memberikan alternatif solusi pencemaran lingkungan dalam mengurangi kadar fenol dalam limbah perairan.
3. Menambah referensi di bidang penelitian kimia khususnya tentang pemanfaatan zeolit alam sebagai adsorben fenol.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu

1. Peningkatan temperatur kalsinasi zeolit alam tidak mengubah struktur modenit zeolit alam dan menyebabkan terjadinya proses dealuminasi yang semakin besar seiring dengan meningkatnya temperatur kalsinasi sampai pada temperatur 450 °C.
2. Kalsinasi zeolit alam meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit alam dimana kemampuan adsorpsi tertinggi zeolit alam temperatur kalsinasi 400 °C dan 450 °C pada konsentrasi awal fenol 6 ppm, dan kemampuan adsorpsi tertinggi zeolit alam temperatur kalsinasi 500 °C pada konsentrasi awal fenol 8 ppm
3. Adsorpsi zeolit alam terhadap fenol mengikuti model isoterm Langmuir dan mengikuti kinetika reaksi orde satu.
4. Adsorpsi zeolit alam terhadap fenol tidak merubah struktur modernit zeolit alam dan terjadi proses adsorpsi secara fisik antara zeolit alam dengan fenol.

B. Saran

Saran yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu

1. Perlu dilakukan kajian kalsinasi zeolit alam pada temperatur di bawah 300°C dan diatas 500°C .
2. Perlu dikaji ulang adsorpsi zeolit pada fenol berdasarkan variasi temperatur adsorpsi dan konsentrasi awal fenol untuk karena data yang dihasilkan menunjukkan kemampuan adsorpsi dengan pola yang belum optimal.
3. Perlu dilakukan kajian ulang terkait isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi karena nilai korelasi masih jauh dari nilai 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W., dan Gast, A.p., 1997, *Phsysical chemistry of surface, sixth edition*, John Wiley and sons, New York.
- Aji, S.B *et al.* 2009. *X-Ray Diffractometer*. Surakarta: Jurusan Teknik Kimia
- Angraini R., Wahyuni, N., dan Gusrizal. 2015. Adsorpsi fenol oleh kombinasi adsorben zeolit alam dan karbon aktif dengan metode kolom. *JKK*. Vol. 4, No. 1, Hal. 21-25.
- Atkins, P.W., 1997, *Kimia Fisika. Cetakan Keempat*, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Bahl, B.K., Gasche, R., Breuer, L., and Papen, H., 1997. Fluxes of NO and N₂O from temperate forest soils: Impact of forest type, N deposition and of liming on the NO and N₂O emissions, *Nutr. Cycling Agroecosyst*, Vol. 48, Hal. 79-90.
- Beiser, Arthur. 1995. *Concepts of Modern Physics*. 3rd Edition. Jakarta: Erlangga
- Bell, R.G. 2001. *What are Zeolite?*. [URL:http://www.bza.org/zeolites.html](http://www.bza.org/zeolites.html)
- Berkgaut, V dan Singer, A., 1996. *High capacity cation exchanger by hydrothermal zeolitization of coal fly ash*. *Applied Clay Science* 13. Hal: 117 – 135.
- Budi Setya. 2008. *Perbedaan adsorpsi fenol arang tempurung kelapa dengan arang Sono*. Laporan hasil penelitian. Kediri : STIKES Surya Mitra Husada.
- Cheetam, D., A.. 1992. *Solid State Compound*. Oxford:Oxford university press.
- Estiaty, L.M. 2013. Keseimbangan Dan Kinetika Adsorpsi Ion Cu²⁺ Pada Zeolit-H. *Ris.Geo.Tam*. Vol. 22, No.2.
- Fatmawati. 2006. *Kajian Adsorpsi Cd(II) Oleh Biomassa Potamogeton (Rumput Naga) Yang Terimobilkan Pada Silica Gel*. FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Febriana, V. 2009. Pengaruh suhu kalsinasi pada aktivasi zeolit alam terhadap kemampuan mengadsorpsi ion besi (III). *Skripsi*. Jurusan Kimia. SMIPA. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Gaol, L.D.L. 2001. *Studi Awal pemanfaatan Beberapa Jenis Karbon aktif sebagai Adsorben*. Seminar FTUI. Depok.

- Harmita. 2006. *Analisis Fisika Kimia*. Jakarta: Departemen Farmasi FMIPA-UI
- Hollman, G. G., Sreenbruggen, G., Janssen-Jurcovicova, M..1999. *A Two Step Process for Synthesis of Zeolit from Coal Fly Ash*. Fuel 78, 1225-1230.
- Juliandini, F dan Trihadiningrum, Y. 2008. *Uji Kemampuan Karbon Aktif dari Limbah Kayu dalam Sampah Kota untuk Penyisihan Fenol*. Jurusan Teknik Lingkungan, Program Pasca Sarjana : Institut Teknologi Surabaya
- Khopkar. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Kundari Anis Noor. 2008. *Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit*. Laporan hasil penelitian. Yogyakarta : STTN-BATAN.
- LPMA Departemen Agama RI, 2006 *al-Qur'an Terjemah Bahasa Indonesia* Kudus: Menara Kudus.
- Majid A.B., Trisunaryanti, W. Pratomo Y., Febriyanti, E., Hasyanti, S. dan Nugroho A. 2012. Karakterisasi dan uji aktivitas katalitik zeolit alam Indonesia pada hidorengkah ban bekas dengan preparasi sederhana. *Prosiding Seminar Kimia Unesa 25 Februari 2012*. Surabaya.
- Menad K., Feddag, A., dan Rubeins, K. 2016. Synthesis and Study of calcination temperature influence on the change of structural properties of the LTA zeolite. *RASAYAN. J.Chem*. Vol. 9, No. 4, Hal. 788-798.
- Mondragon, F., Rincon, F., Sierra, L., Escobar, J., Ramirez dan John, F., .1990., "New Perspectives for Coal Ash Utilization: Synthesis of Zeolitic Materials", Fuel, vol 69
- Murdika, Alti. 2009. *Aplikasi Teknik Kombinasi Adsorpsi dan Elektrolisis untuk menurunkan kandungan fenol dalam limbah industri bahan kimia sanitasi*. Skripsi. Jakarta : FMIPA Universitas Indonesia
- Murniati, Hidayat, N dan Mudasir. 2009 *pemanfaatan Limbah Abu Dasar Batubara Sebagai Bahan Dasar Sintesis Zeolit dan aplikasinya Sebagai Adsorben Logam Berat Cu (II)*. Jurusan Kimia : UGM Yogyakarta
- Ngapa Y.D. 2017. Kajian pengaruh asam-basa pada aktivitas zeolit dan karakterisasinya sebagai adsorben pewarna biru metilen. *JKPK*. Vol. 2, No. 2, Hal. 90-96.
- Niknam V. dan Ebrahimzadeh H. 2002. Phenolics content in Astragalus species. *Pak. J. Bot.*, Vol. 34, No. 3, Hal. 283-289.

- Ondar, M.A., Grinberg, O.Y., Dubinsky, A.A., Shestakov A.F., Lebedev, Y.S. 1973, ESR spectroscopy and magnetic resonance parameters, *Khim Fizika*, Vol. 2, No. 54.
- Osipow L.I., 1962, *Surface chemistry: Theory and industrial application*, Reinhold Publishing, United Kingdom.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. John Wiley and Sons. New York .
- Panneerselvam, P., Bala, V.S.S., Thiruvengadaravi, K.V., Nandagopal, J., Palanichamy, M. & Sivanesan, S. 2009. The removal of copper ions from aqueous solution using phosphoric acid modified β -zeolites. *Indian Journal of Science and Technology*. Vol. 2, No. 2: 63-66.
- Said, M., Prawati, A.W. dan Murenda, E. 2008. Aktivasi zeolit alam sebagai adsorbent pada adsorpsi larutan Iodium. *Jurnal Teknik Kimia*. No. 4, Vol. 15, Hal. 50-57.
- Sawyer, C.N. McCarty, P.L., Parkin G.F. 1990. *Chemistry for Environmental Engineering*. New York : McGraw-Hill Inc
- Saravanakumar K. dan Kumar A. 2013. Removal of phenol from aqueous solution by adsorption using zeolite. *Academic Journals*. Vol. 8, No. 23, Hal. 2965-2970.
- Sembodo, B.S.T., 2006, Model kinetika lagmuir untuk adsorpsi timbal pada abu sekam padi, Vol. 5, No.1, Hal. 28-33.
- Skogg, Douglas A, etc. 2004. *Fundamental of Analytical Chemistry Eighth Edition*. Belmont USA : Brooks Cole
- Slamet, Ellyana, M dan Bisma, S. 2010. *Modifikasi Zeolit Alam Lampung dengan Fotokatalis TiO_2 Melalui Metode Sol Gel dan Aplikasinya Untuk Penyisihan Fenol*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik : Universitas Indonesia
- Suarnita, I Wayan. 2012. *Penggunaan Abu Dasar (Bottom Ash) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton*. Jakarta : Universitas Tadulako
- Suryawan, B., 2004, Karakteristik zeolit indonesia sebagai adsorben uap air, *Disertasi*, FTUI, Depok.
- Sutarti, Mursi dan Rachmawati. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Jakarta : LIPI
- Swantomomo D dkk. 2009. *Adsorpsi Fenol dalam Limbah dengan Zeolit Alam Terkalsinasi*. Yogyakarta : STTN-BATAN

- Tedder, D. William , Pohland, Frederick, G., 1989. *Emerging Technologies In Hazardous Waste Management*. Washington DC : American Chemical Society.
- Udyani K. dan Wulandari, Y. 2014. Aktivasi zeolit alam untuk peningkatan kemampuan sebagai adsorben pada pemurnian biodiesel. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan II 2014. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Wahyuni, S dan Widiastuti, N. 2010. *Adsorpsi Ion Logam Zn(II) Pada Zeolit A Batch*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam :Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Wang, A., dan Peng, Y. 2010. Natural Zeolite as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chem. Eng. J.* Vol. 156, Hal. 11-24.
- Widjajanti, E., Pratomo, P., 1994, Pemanfaatan Bentonit pada Adsorpsi Besi dalam Air Sumur, laporan penelitian , FPMIPA IKIP Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pengaruh temperatur kalsinasi zeolit alam terhadap kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol

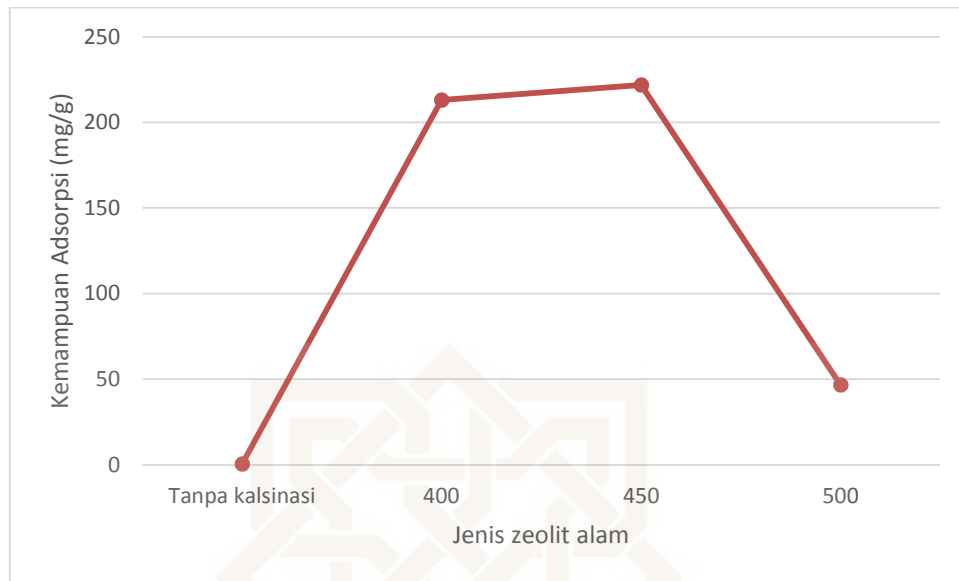
Massa zeolit = 3 gram

V = 100 mL

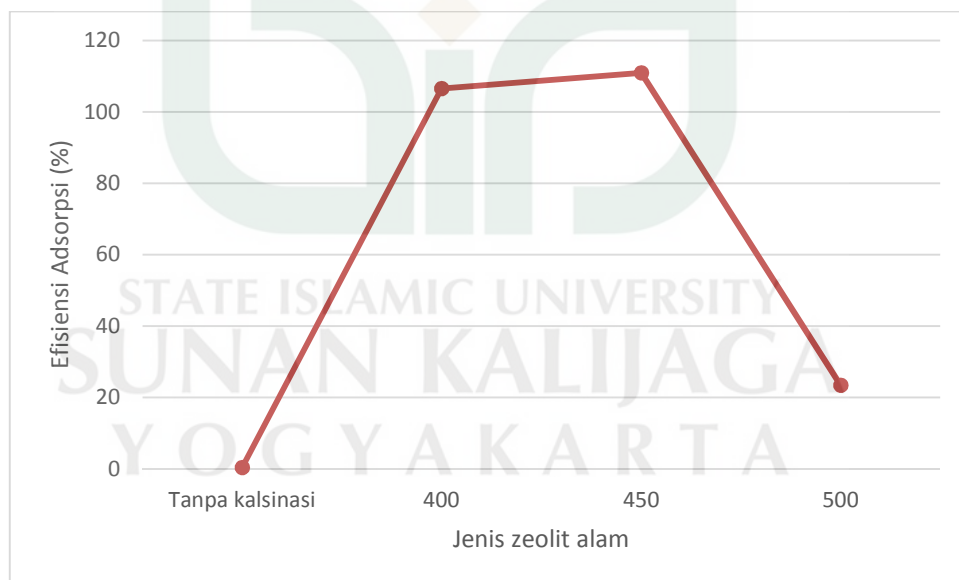
a. Pada konsentrasi awal fenol 6 mg/L

Tabel 1. kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 6 mg/L

Zeolit alam	Absorbansi	C awal (mg/L)	C sisa (mg/L)	C teradsorp (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi
Tanpa kalsinasi	0.610	6	5.984	0.016	0.548	0.274
400	0.098	6	-0.393	6.393	213.105	106.553
450	0.077	6	-0.659	6.659	221.967	110.984
500	0.499	6	4.600	1.400	46.660	23.330



Gambar 1. Grafik kemampuan adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 6 mg/L

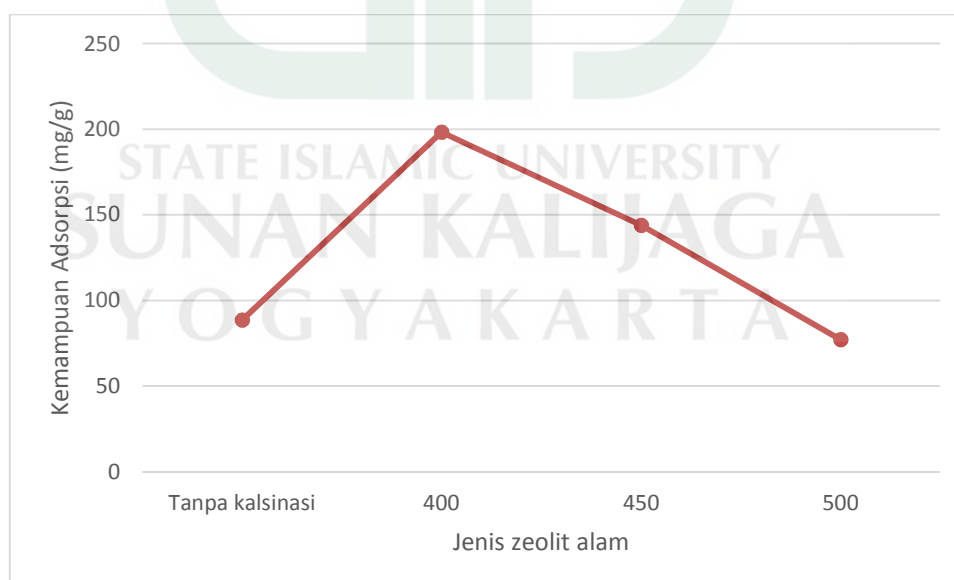


Gambar 2. Grafik efisiensi adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 6 mg/L

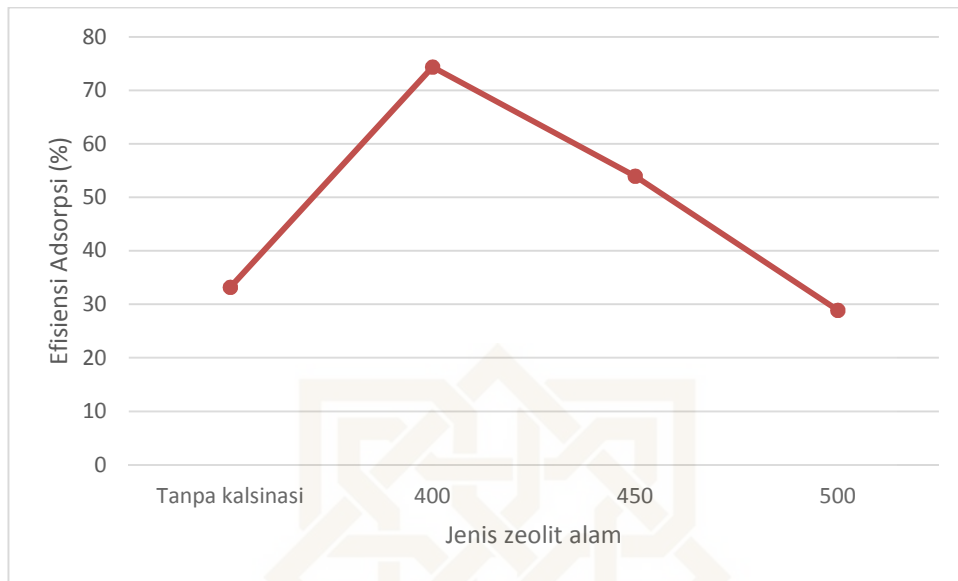
b. Pada konsentrasi awal fenol 8 mg/L

Tabel 2. kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 8 mg/L

Zeolit alam	Absorbansi	C awal (mg/L)	C sisa (mg/L)	C teradsorpsi (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi
Tanpa kalsinasi	0.559	8	5.344	2.656	88.540	33.202
400	0.295	8	2.054	5.946	198.211	74.329
450	0.425	8	3.682	4.318	143.929	53.973
500	0.586	8	5.689	2.311	77.047	28.892



Gambar 3. Grafik kemampuan adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 8 mg/L

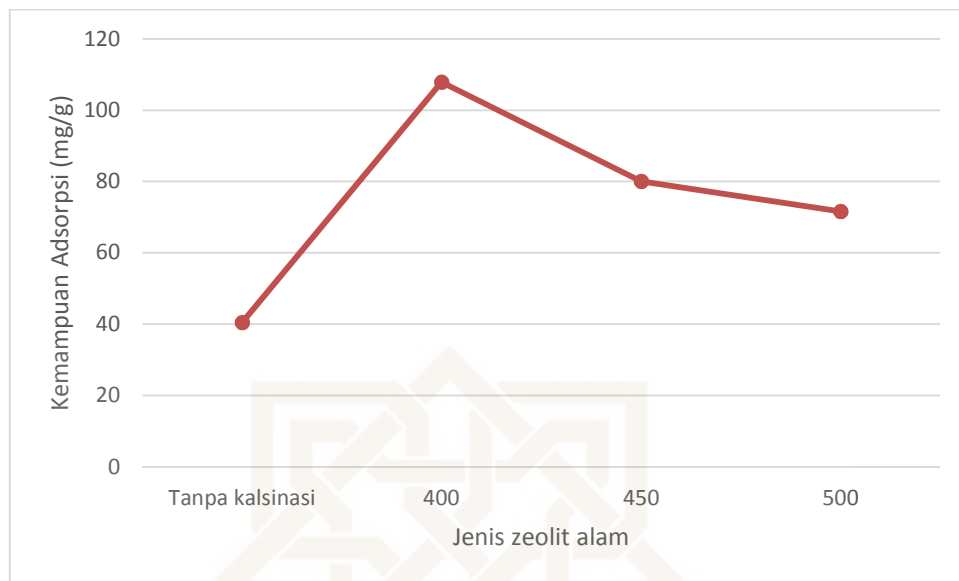


Gambar 4. Grafik efektivitas adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 8 mg/L

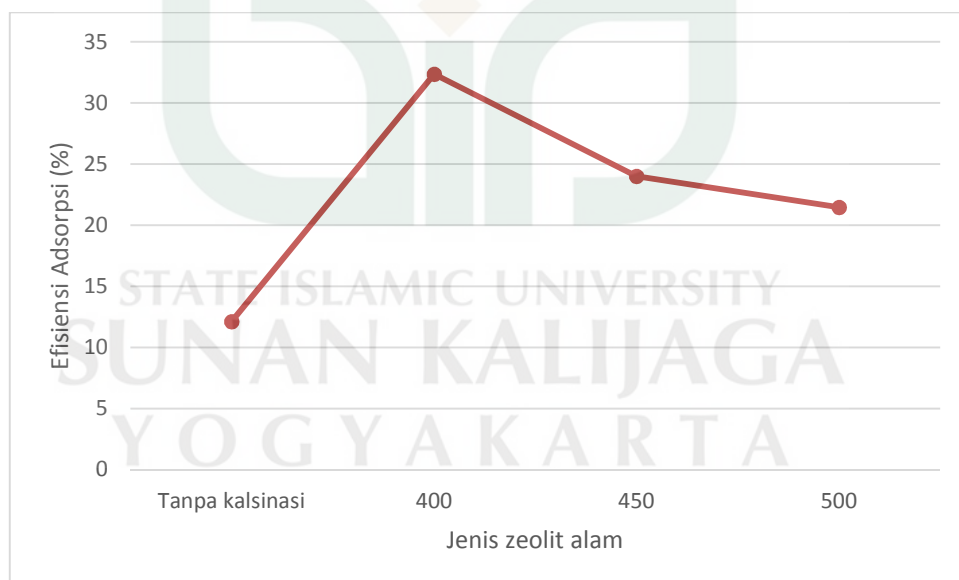
c. Pada konsentrasi awal fenol 10 mg/L

Tabel 3. kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 10 mg/L

Zeolit alam	Absorpsi	C awal (mg/L)	C sisa (mg/L)	C teradsorpsi (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi
Tanpa kalsinasi	0.835	10	8.788	1.212	40.412	12.124
400	0.673	10	6.765	3.235	107.849	32.355
450	0.740	10	7.600	2.400	80.016	24.005
500	0.760	10	7.853	2.147	71.569	21.471



Gambar 5. Grafik kemampuan adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 10 mg/L



Gambar 6. Grafik efektivitas adsorpsi fenol konsentrasi awal fenol 10 mg/L

Lampiran 2. Perhitungan pengaruh konsentrasi awal fenol terhadap kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol

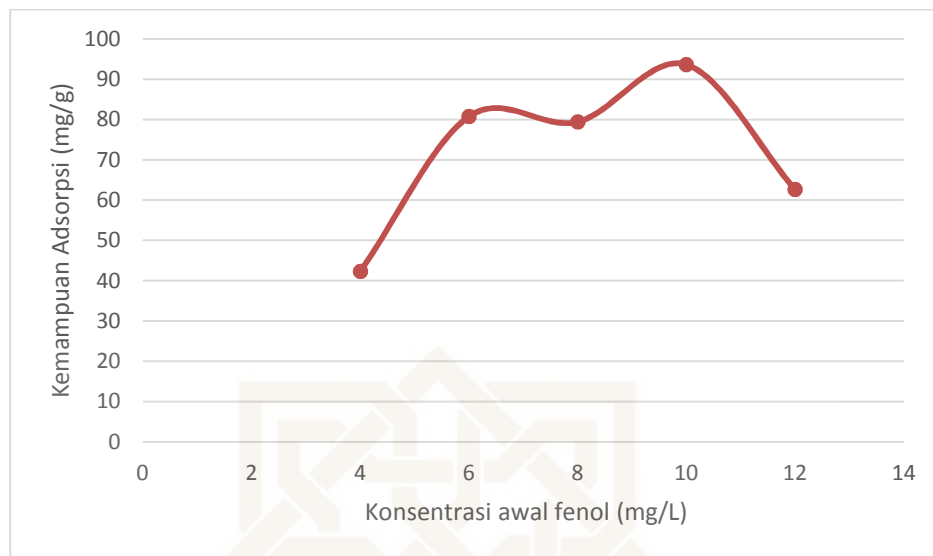
Massa zeolit = 3 gram

V = 100 mL

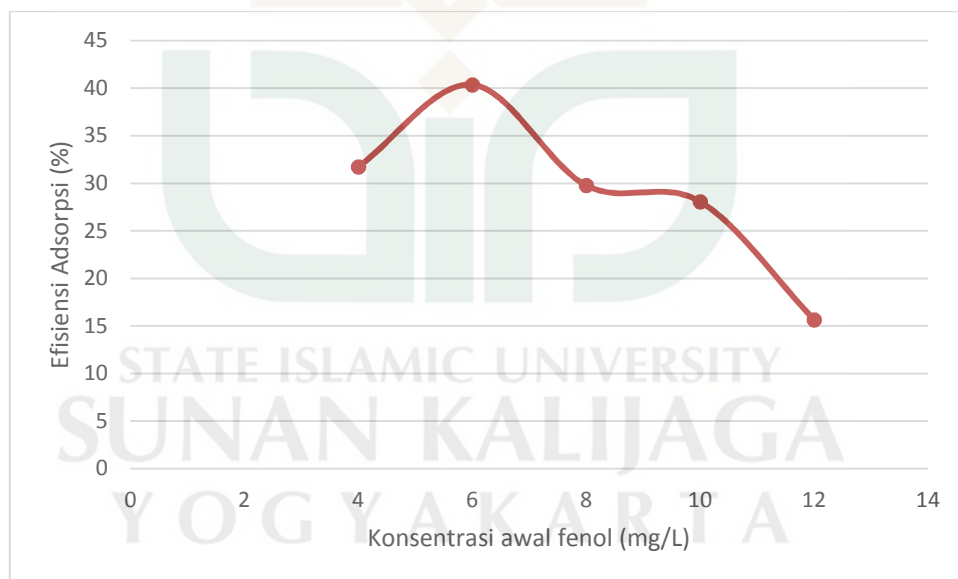
Tabel 4 . pengaruh konsentrasi awal fenol terhadap kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol

Konsentrasi awal	Absorbansi	C awal (mg/L)	C sisa (mg/L)	C teradsorpsi (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% efisiensi adsorpsi
4	0.349	4	2.731	1.269	42.306	31.730
6	0.417	6	3.578	2.422	80.724	40.362
8	0.581	8	5.618	2.382	79.401	29.775
10	0.707	10	7.192	2.808	93.586	28.076
12	0.942	12	10.121	1.879	62.629	15.657

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 7. Grafik pengaruh konsentrasi awal fenol terhadap kemampuan adsorpsi fenol



Gambar 8. Grafik pengaruh konsentrasi awal fenol terhadap efisiensi adsorpsi fenol

Lampiran 3. Perhitungan pengaruh waktu adsorpsi terhadap kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol

Massa zeolit = 3 gram

V = 100 mL

Tabel 5. pengaruh waktu adsorpsi terhadap kemampuan adsorpsi dan efisiensi adsorpsi fenol

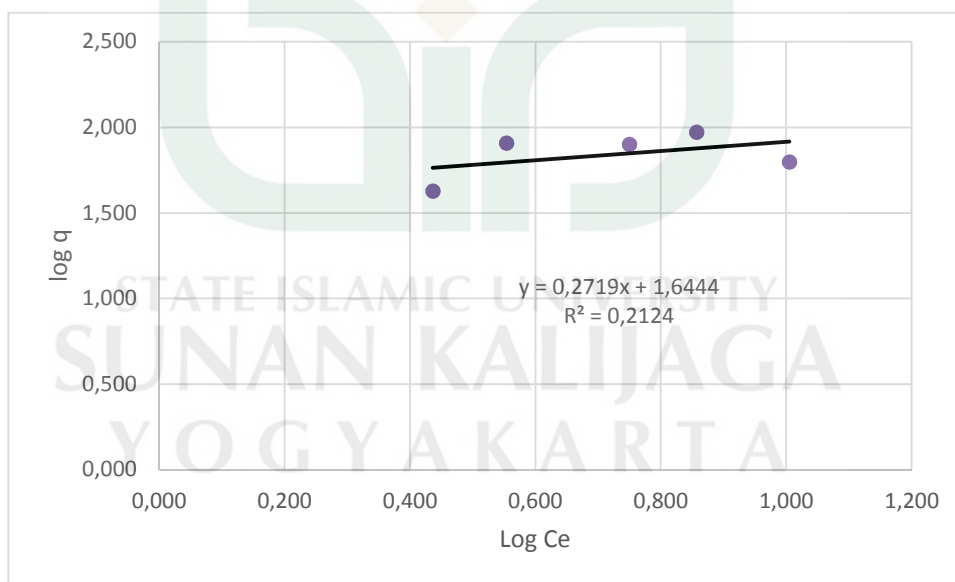
t (menit)	Absorbansi	C awal (mg/L)	C sisa (mg/L)	C teradsorpsi (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% efisiensi adsorpsi
0	0.626	6	6.177	-0.177	-5.891	-2.945
30	0.530	6	4.991	1.009	33.644	16.822
60	0.484	6	4.409	1.591	53.030	26.515
90	0.461	6	4.131	1.869	62.308	31.154
120	0.605	6	5.921	0.079	2.625	1.313
150	0.496	6	4.559	1.441	48.045	24.022

Lampiran 4. Perhitungan model isoterm adsorpsi

a. Isoterm Freundlich

Tabel 6 . Model Adsorpsi Isoterm Freundlich

Konsentrasi awal (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi	Csisa (mg/L)	log q	log Ce	Kf	n
4	42.306	31.730	2.731	1.626	0.436		
6	80.724	40.362	3.578	1.907	0.554		
8	79.401	29.775	5.618	1.900	0.750	44.096	3.678
10	93.586	28.076	7.192	1.971	0.857		
12	62.629	15.657	10.121	1.797	1.005		

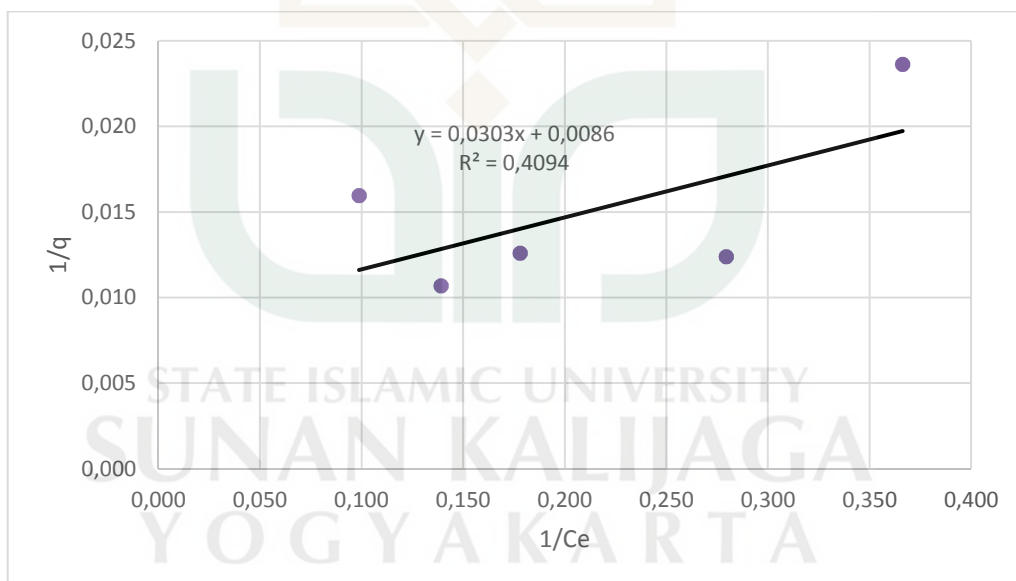


Gambar 9. Grafik Model Adsorpsi Isoterm Freundlich

b. Isoterm Langmuir

Tabel 7. Model Adsorpsi Isoterm Langmuir

Konsentrasi awal (mg/L)	Kemampuan adsorpsi, q_{adsorpsi} (mg/g)	% q_{adsorpsi}	C_{sisal} (mg/L)	$1/q$	$1/C_e$	Q_0	b
4	42.306	31.730	2.731	0.024	0.366		
6	80.724	40.362	3.578	0.012	0.279		
8	79.401	29.775	5.618	0.013	0.178	116.279	0.284
10	93.586	28.076	7.192	0.011	0.139		
12	62.629	15.657	10.121	0.016	0.099		



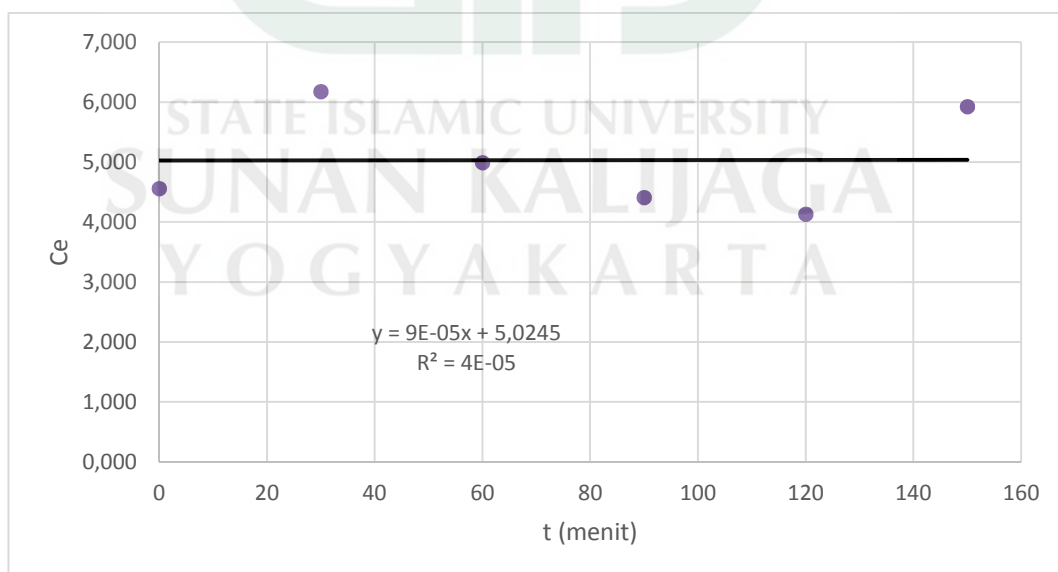
Gambar 10. Grafik Model Adsorpsi Isoterm Langmuir

Lampiran 5. Perhitungan kinetika adsorpsi

a. Orde nol

Tabel 7. Orde nol

t (menit)	Kemampuan adsorpsi, q _{adsorpsi} (mg/g)	% q _{adsorpsi}	C _e (mg/L)	C _o (mg/L)	R ²	K _o	C _o
0	-1.113	-0.557	6.177	6.000			
30	33.644	16.822	4.991	6.000			
60	53.030	26.515	4.409	6.000			
90	62.308	31.154	4.131	6.000	4×10^{-5}	9×10^{-5}	5.025
120	2.625	1.313	5.921	6.000			
150	48.045	24.022	4.559	6.000			

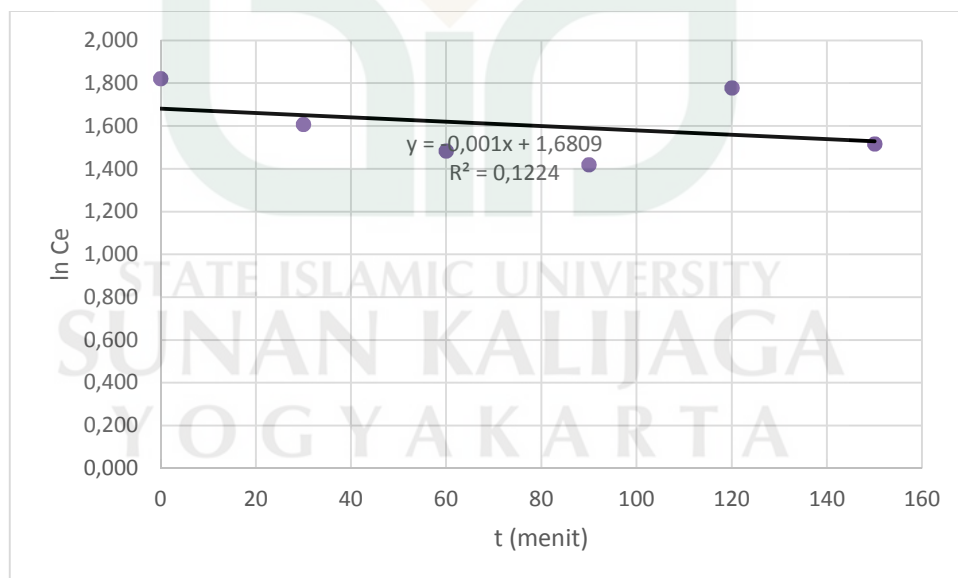


Gambar 11. Grafik Orde nol

b. Orde satu

Tabel 8. Orde satu

t (menit)	Kemampu an adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi	Ce (mg/L)	Co (mg/L)	ln Ce	ln Co	R ²	Co k1
0	-1.113	-0.557	6.177	6.000	1.821	1.792		
30	33.644	16.822	4.991	6.000	1.608	1.792		
60	53.030	26.515	4.409	6.000	1.484	1.792		
90	62.308	31.154	4.131	6.000	1.418	1.792	0.12	5.3
120	2.625	1.313	5.921	6.000	1.779	1.792	2	69
150	48.045	24.022	4.559	6.000	1.517	1.792		0.0

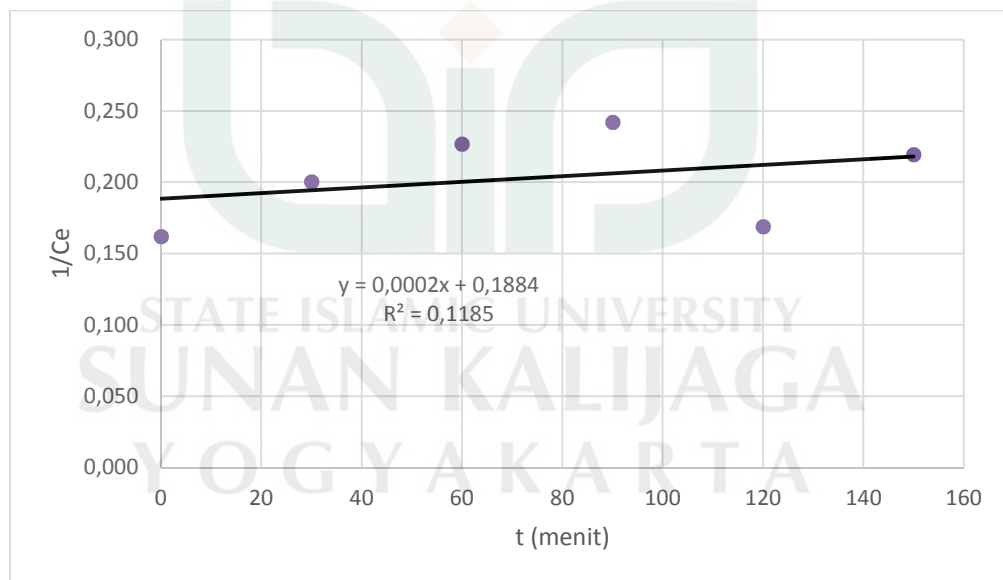


Gambar 12. Grafik Orde satu

c. Orde dua

Tabel 9. Orde dua

t (menit)	Kemampua n adsorpsi q (mg/g)	% adsorpsi	Ce (mg/L)	Co (mg/L)	1/Ce	1/Co	R ²	Co k ₂
0	-1.113	-0.557	6.177	6	0.162	0.167		
30	33.644	16.822	4.991	6	0.200	0.167		
60	53.030	26.515	4.409	6	0.227	0.167		
90	62.308	31.154	4.131	6	0.242	0.167	0.15	5.32x10 ⁻⁴
120	2.625	1.313	5.921	6	0.169	0.167		
150	48.045	24.022	4.559	6	0.219	0.167		

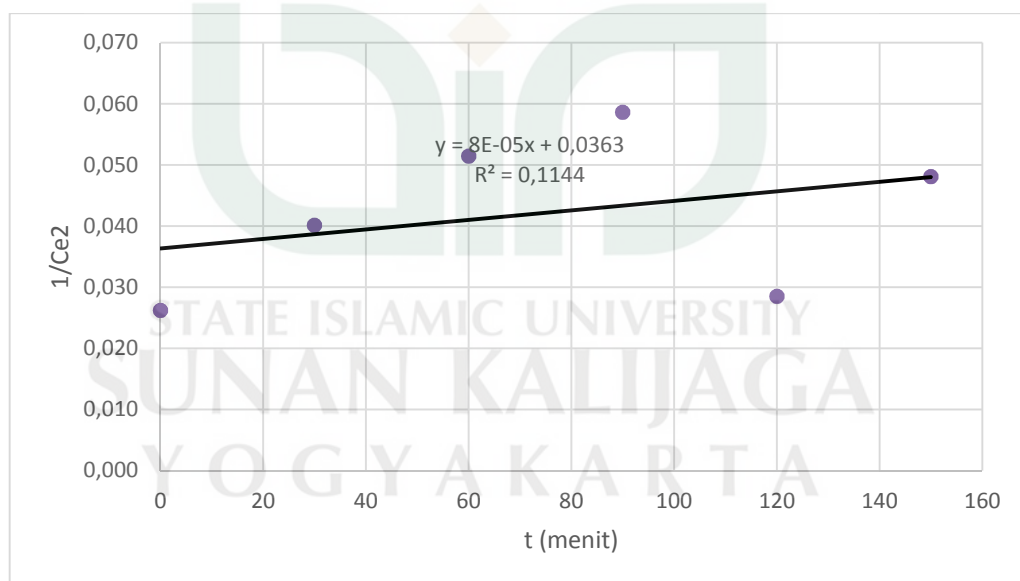


Gambar 13. Grafik Orde dua

d. Orde tiga

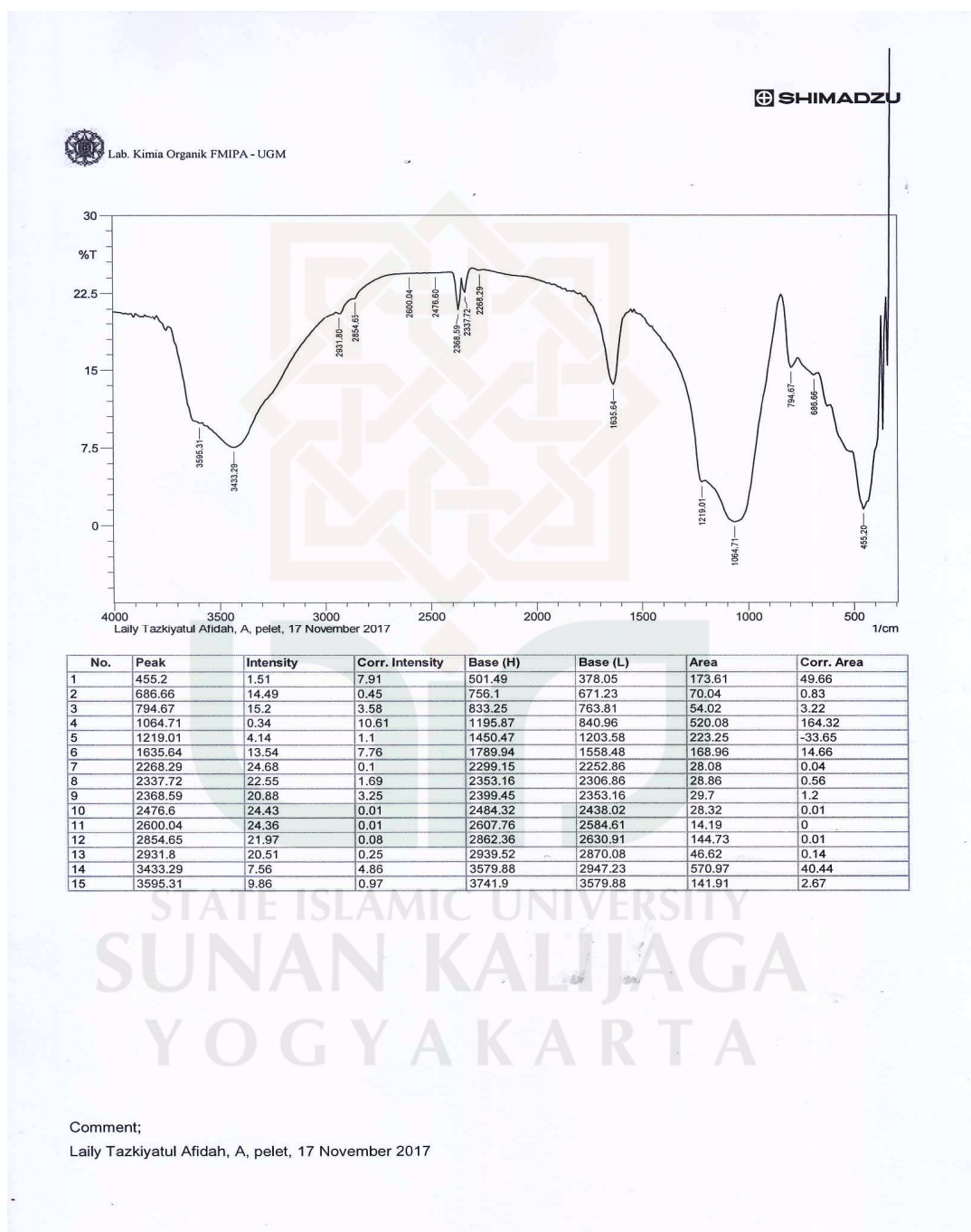
Tabel 10. Orde tiga

t (menit)	Kemampuan adsorpsi, q (mg/g)	% adsorpsi	Ce (mg/L)	Co (mg/L)	1/Ce ²	1/Co ²	R ²	Co k3
0	-1.113	-0.557	6.177	6	0.026	0.028		
30	33.644	16.822	4.991	6	0.040	0.028		
60	53.030	26.515	4.409	6	0.051	0.028		
90	62.308	31.154	4.131	6	0.059	0.028		
120	2.625	1.313	5.921	6	0.029	0.028		
150	48.045	24.022	4.559	6	0.048	0.028		

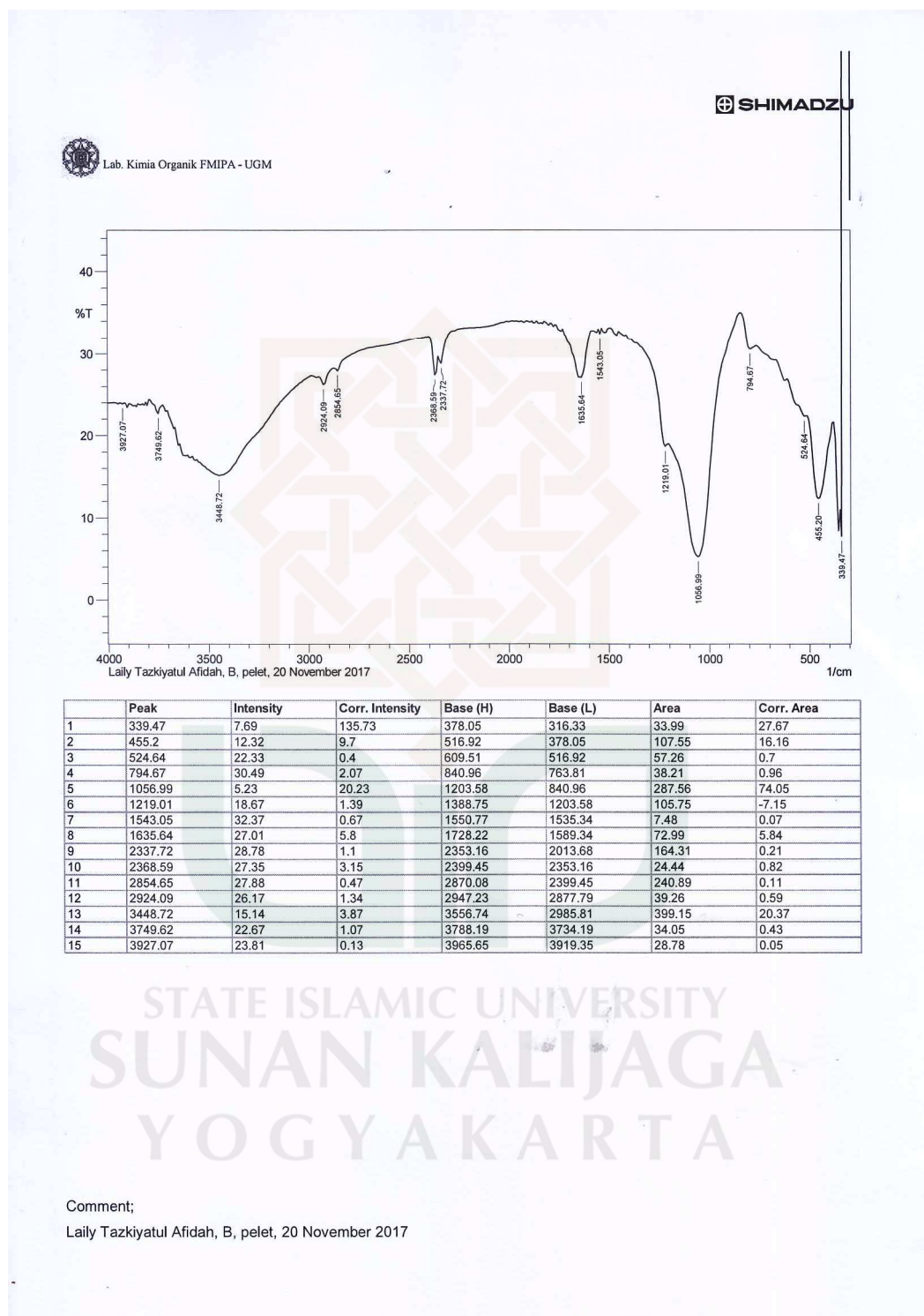


Gambar 14. Grafik Orde tiga

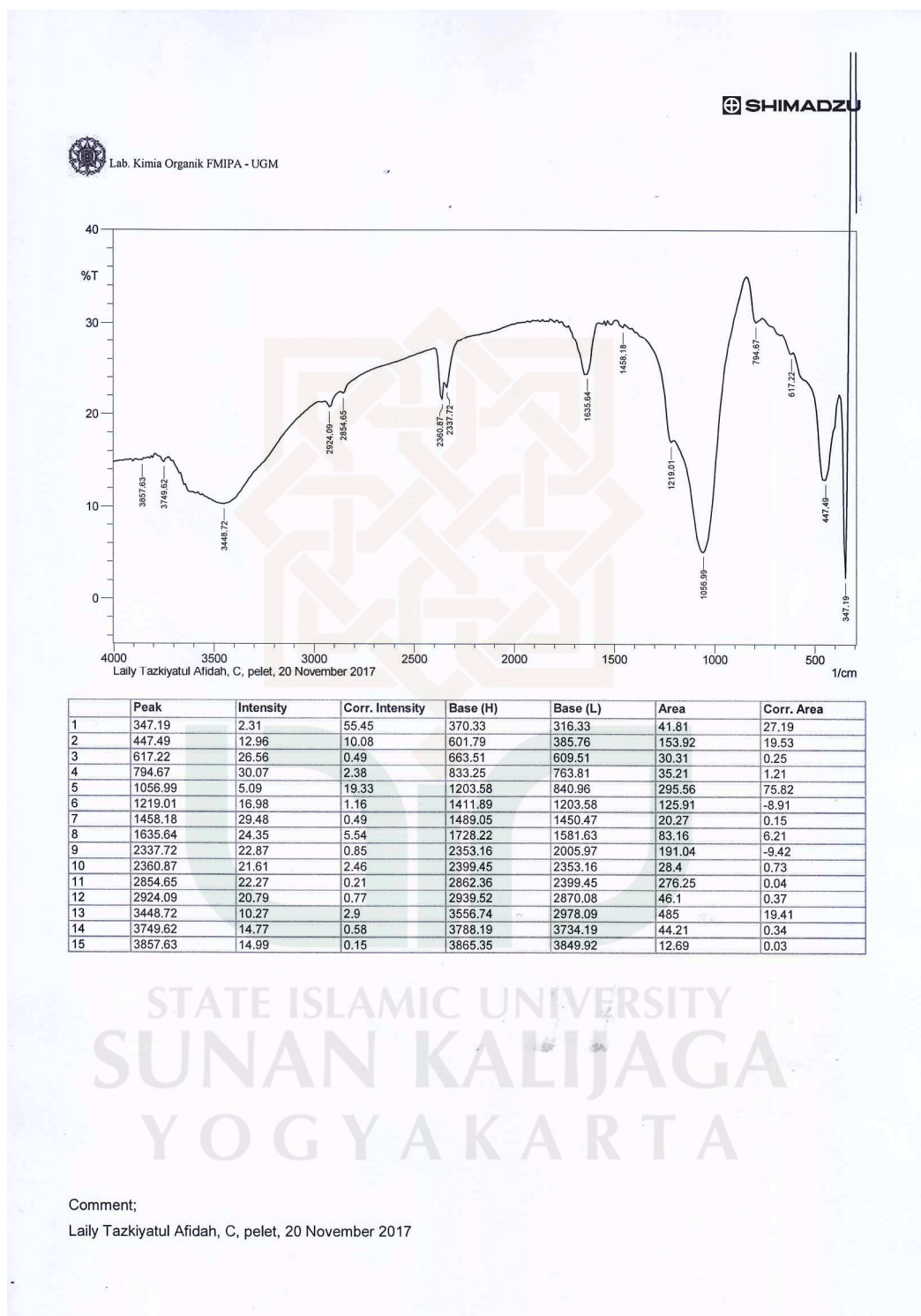
Lampiran 6. Spektra FT-IR



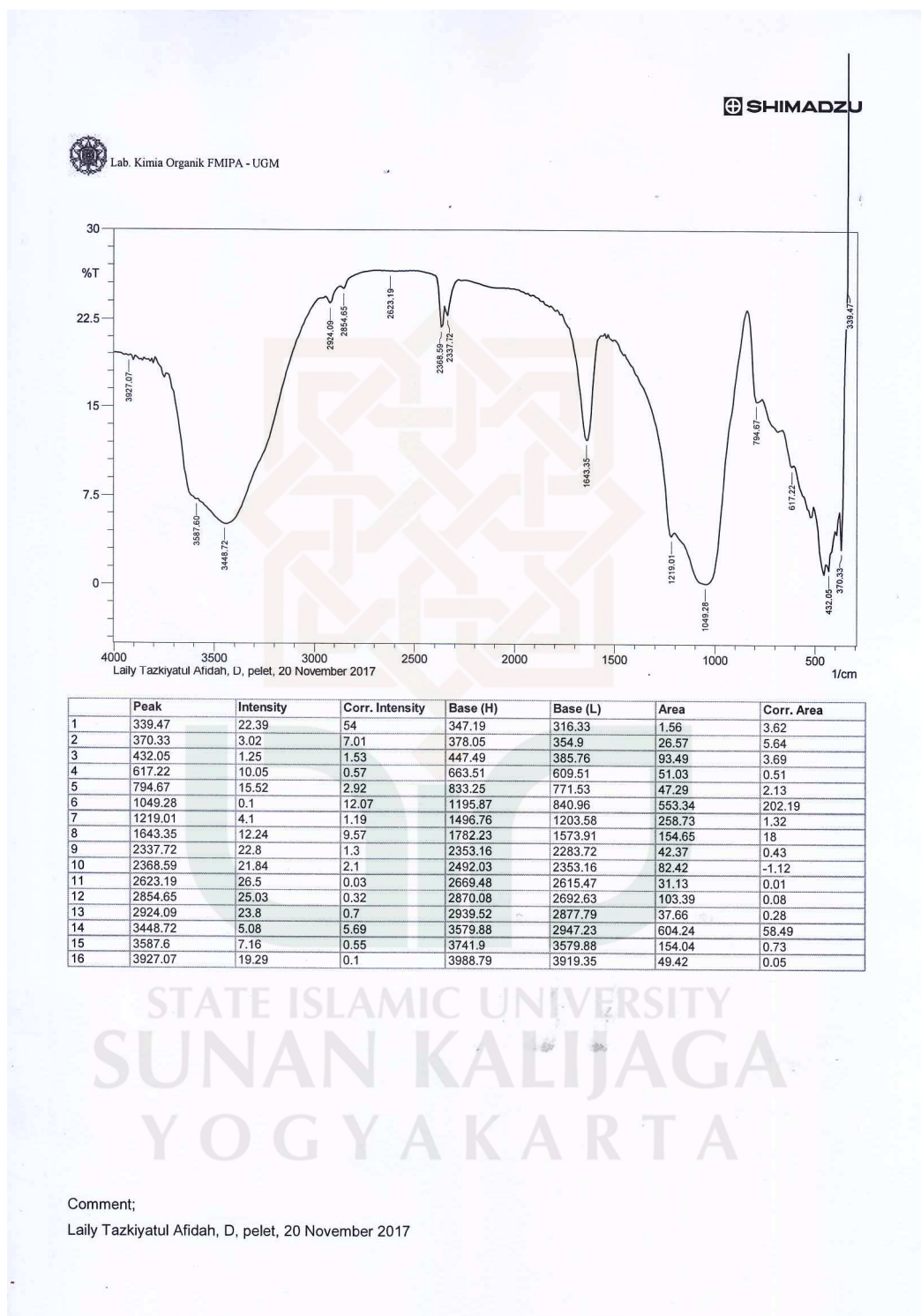
Gambar 15. Gambar Spektra Zeolit Alam Kalsinasi 400°C



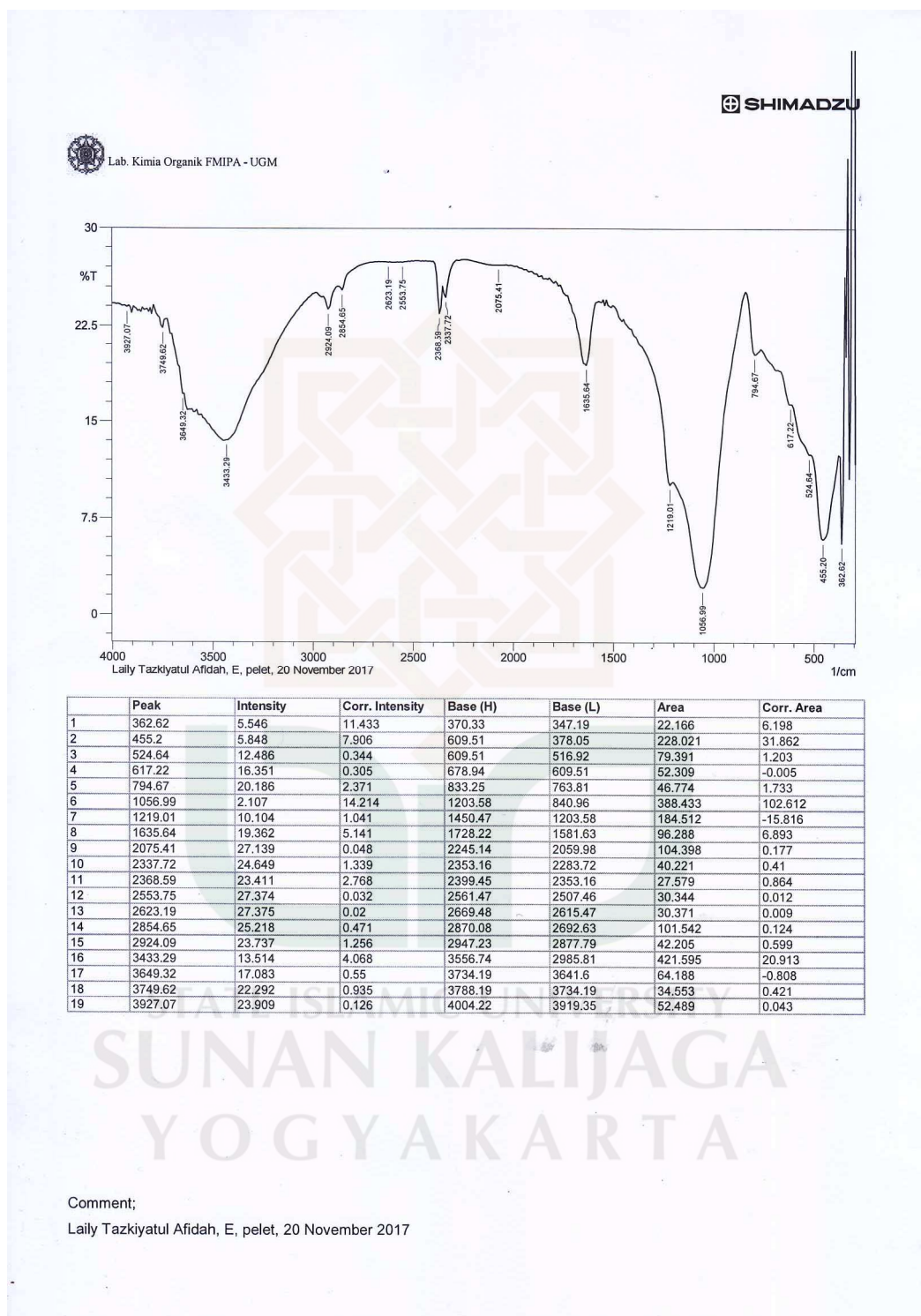
Gambar 16. Spektra Zeolit Alam Kalsinasi 450°C



Gambar 17. Spektra Zeolit Alam Kalsinasi 500°C



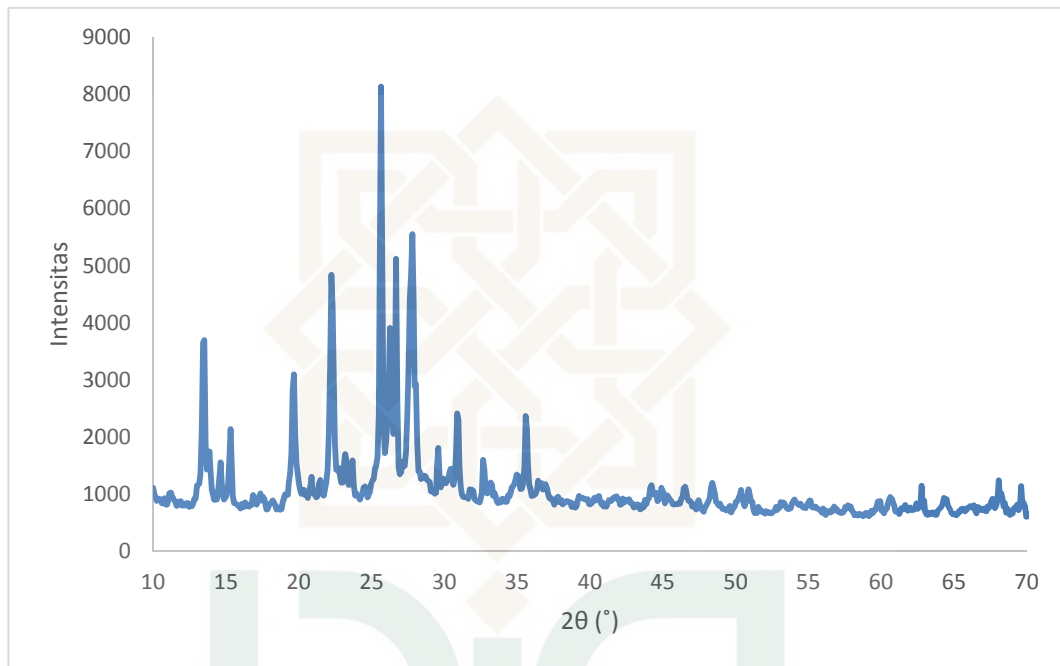
Gambar 18. Spektra Zeolit Alam Sebelum Kalsinasi



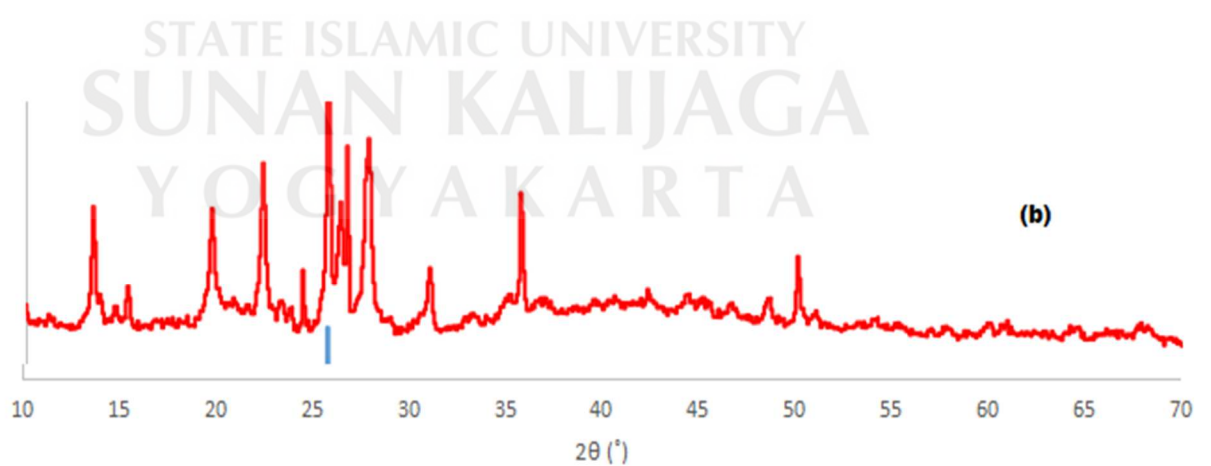
Gambar 19. Spektra Zeolit Alam Setelah Adsorpsi

Lampiran 7. Difraktogram XRD

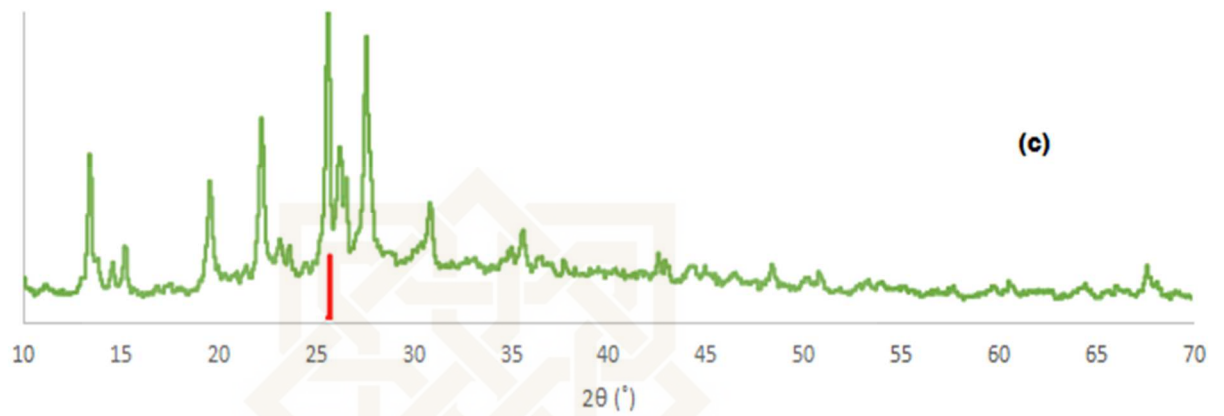
a. Difraktogram Zeolit



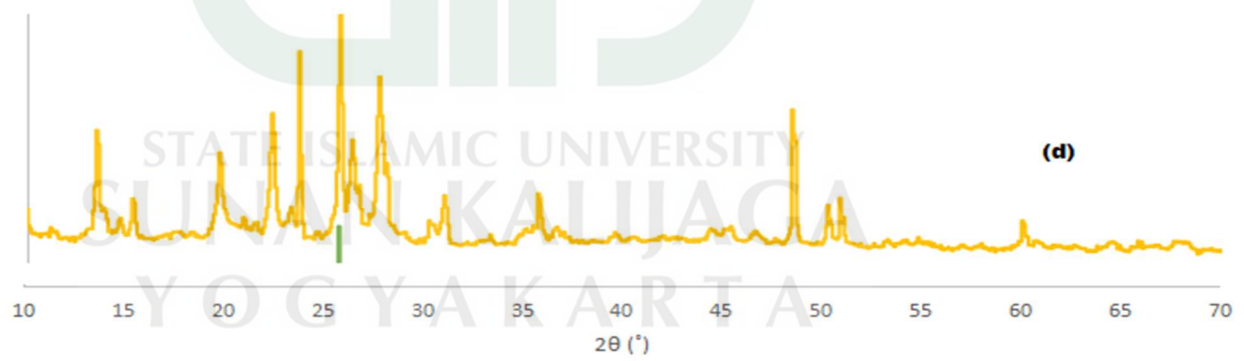
Gambar 20. Difraktogram zeolit alam sebelum kalsinasi



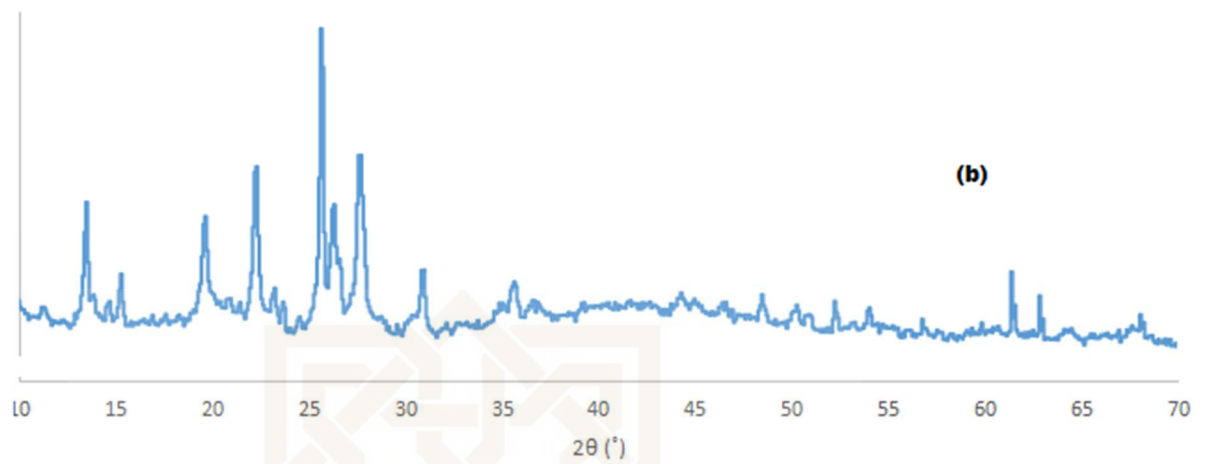
Gambar 21. Difraktogram zeolit alam Kalsinasi 400°C



Gambar 22. Difraktogram zeolit alam Kalsinasi 450°C



Gambar 23. Difraktogram zeolit alam Kalsinasi 500°C



Gambar 24. Difraktogram Zeolit Alam Setelah Adsorpsi

CURRICULUM VITAE

A. DATA PRIBADI



Nama : Lailiy Tazkiyatul Afidah
 Tempat Tanggal Lahir : Bantul, 10 November 1989
 Agama : Islam
 Alamat : Kauman Jatisarono Nanggulan Kulon
 Progo Yogyakarta
 Nomor HP : 083840160547
 Email : elletazkia@gmail.com

B. LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

1. Pendidikan Formal

2017 : Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga
 2008 : SMA N 1 Kasihan Bantul
 2005 : SMP N 3 Gamping Sleman
 2002 : SD Muhammadiyah II Kadisoro

2. Pendidikan Nonformal

2002 - 2011 : PP Assalafiyyah Mlangi
 2011 : D1 STBA LIA Yogyakarta