

**ADSORPSI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* MENGGUNAKAN ZEOLIT DARI
ABU DASAR BATUBARA**

Skripsi

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

Program Studi Kimia



Oleh:

**LINA KAMALIA
NIM:08630010**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2013**

**ADSORPSI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* MENGGUNAKAN ZEOLIT
DARI ABU DASAR BATUBARA**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1**

Program Studi Kimia



Oleh :

LINA KAMALIA

NIM : 08630010

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2013**

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 : Lina Kamalia

NIM : 08630010

Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Methyl Orange* Menggunakan Zeolit
Dari Abu Dasar Abu Batubara

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

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

Yogyakarta, 18 Desember 2012

Pembimbing I



Khamidinal, M.Si

NIP:19691104 200003 1 002

Pembimbing II



Didik Krisdiyanto, M.Sc

NIP:19811111 201101 1 007



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/225/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Zat Warna *Methyl Orange* Menggunakan Zeolit dari Abu Dasar Batubara

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Lina Kamalia

NIM : 08630010

Telah dimunaqasyahkan pada : 15 Januari 2013

Nilai Munaqasyah : A / B

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji I

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

Penguji II

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

Yogyakarta, 21 Januari 2013

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lina Kamalia
Nim : 08630010
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

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

ADSORPSI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* MENGGUNAKAN ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA

Adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 18 Desember 2012

Yang menyatakan



Lina Kamalia

NIM. 08630010

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

**“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Al Insyirah: 5)**

“Bersungguh-sungguhlah mencari ilmu yang belum kamu ketahui.

**Ilmu itu diawali dan diakhiri dengan kebahagiaan”
(Abi A’la Al-Ghozali)**

**“ Kegigihan adalah satu unsur penting bagi kesuksesan. Jika kamu mengetuk pintu cukup lama dan cukup keras, pasti kamu bisa membangunkan orang. “
(Stephanie Barrats dan Godefroy)**

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan Rahmat, hidayah,
serta kemudahan yang diberikan-Nya, karya ini
Aku persembahkan kepada:*

*Ayahanda Isma'il Marzuki, Ibunda Siti Maesaroh dan Adikku Fena Wardatul
Fitria
Trimakasih atas do'a, cinta, kasih sayang, dan kesabarannya selama ini.....*

*Almamaterku Jercinta
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*

KATA PENGANTAR

Sege nap puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan ridho-Nya, perencanaan, pelaksanaan, dan penyelesaian skripsi sebagai salah satu syarat menyelesaikan program sarjana strata satu (S-1), dapat terselesaikan dengan lancar dan dengan hasil yang memuaskan. Proses penyusunan skripsi ini tidak sekadar pemenuhan tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh derajat kesarjana an Strata 1, namun lebih pada suatu proses yang memperluas wawasan, memperkaya batin dan menambah bekal peneliti dalam menghadapi masa depan.

Rasa bahagia dan terima kasih yang sedalam-dalamnya untuk semua pihak yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuan sehingga bisa terwujudnya karya sederhana ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Esti Wahyu Widowati, M. Si. M. Biotech., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Khamidinal, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktu serta tenaga untuk memberikan pengarahan, bimbingan, dan dorongan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Didik Krisdiyanto, M. Sc., selaku pembimbing II yang dengan sabar membimbing penulis mulai dari awal pembuatan proposal penelitian sampai

akhir penelitian. Bapak yang selalu memberikan masukan positif kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.

5. Dosen fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penyusun.
6. A. Wijayanto, S.Si., Indra Nafiyanto, S.Si., dan Isni Gustanti, S.Si., selaku Pranata Laboratorium Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Ibuku Siti Maesaroh, Ayahku Isma'il Marjuki, Kakakku (Siti&Edi) dan adikku Fena Wardatul Fitriah yang selalu memberikan kasih sayang, kepercayaan, motivasi, kasih sayang yang tiada hentinya, dan selalu berdo'a di setiap langkah dan gerakan nafasnya untuk penulis.
8. 'Abid' yang selalu menjaga semangatku dan perhatiannya selama ini. *Kasih sayang yang tulus selalu menguatkan jiwa dan hati.*
9. Teman-temanku kimia angkatan 2008 serta teman terkhusus Is thohuroh, Dimaz Fathul dan pasangan (Titik&Ewo) terima kasih atas berbagi pengalaman dan kebersamaanya dalam melakukan penelitian.
10. Sahabat-sahabat kontrakan 'pink' yang telah banyak membantu penulis, memberikan dukungan, bantuan, do'a, dan semangatnya kepada penulis. Terimakasih atas kebersamaan, bantuan, dukungan, dan do'anya. Kita ada untuk sebuah ruang bernama "keluarga".
11. Special untuk pacitan city "tatik, dian, citra". Kebersamaan kita sederhana, namun membuat perasaan jadi berwarna.

Segala kritik dan saran sangat penulis harapkan dari pembaca guna dapat memperbaiki penulisan skripsi yang akan datang. Semoga skripsi sederhana ini bermanfaat bagi perkembangan Ilmu Pengetahuan. Amiiin.

Yogyakarta, 18 November 2012
Yang menyatakan,

Lina Kamalia
08630010

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSUTUJUAN | ii |
| HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| MOTTO | v |
| PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| ABSTRAK | xv |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Batasan Masalah | 3 |
| C. Perumusan Masalah | 4 |
| D. Tujuan Penelitian | 4 |
| E. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| A. Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| B. Dasar Teori | 7 |
| 1. Zeolit | 7 |
| 2. Sintesis Zeolit..... | 10 |
| 3. Abu Dasar Batubara | 12 |
| 4. Adsorpsi | 13 |
| 5. Isoterm Adsorpsi | 14 |
| a. Isoterm Langmuir | 16 |
| b. Isoterm Freundlich | 16 |
| 6. Model Kinetika dan Termodinamika | 17 |
| 7. Zat Warna <i>Methyl Orange</i> | 19 |
| 8. Karakterisasi Abu Dasar..... | 21 |
| a. Analisis <i>Fourier Transform Infra Red</i> | 21 |
| b. <i>X-Ray Diffraction</i> | 23 |
| c. Spektrofotometer Sinar Ultraviolet dan Tampak | 25 |
| C. Hipotesis..... | 27 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 28 |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 28 |
| B. Alat dan Bahan..... | 28 |
| 1. Alat | 28 |
| 2. Bahan | 28 |

| | |
|---|----|
| C. Jalannya Penelitian..... | 28 |
| 1. Proses Pendahuluan..... | 28 |
| a. Perlakuan Awal Abu Dasar | 28 |
| b. Sintesis Zeolit..... | 29 |
| c. Karakterisasi Zeolit Sintesis Zeolit | 30 |
| a. Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i> | 30 |
| b. Difraksi Sinar-X | 30 |
| 2. Kajian Adsorpsi Zeolit Terhadap <i>Methyl Orange</i> | 30 |
| a. Variasi pH | 30 |
| b. Parameter Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal | 31 |
| c. Parameter Kinetika Adsorpsi | 31 |
| d. Parameter Termodinamika Adsorpsi | 32 |
| BAB IV. PEMBAHASAN..... | 33 |
| A. Karakterisasi Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara..... | 33 |
| 1. Karakterisasi Sintesis Zeolit dari Abu Dasar dengan <i>X-Ray</i> <i>Diffraction</i> | 33 |
| 2. Karakterisasi Sintesis Zeolit dari Abu Dasar dengan Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i> | 36 |
| B. Studi Adsorpsi Zeolit Terhadap <i>Methyl Orange</i> | 38 |
| 1. Uji Adsorpsi Zeolit Terhadap <i>Methyl orange</i> pada Variasi pH.... | 38 |
| 2. Parameter Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal | 40 |
| 3. Parameter Kinetika Adsorpsi | 44 |
| 4. Parameter Termodinamika Adsorpsi | 47 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 51 |
| A. Kesimpulan..... | 51 |
| B. Saran..... | 52 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 53 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN..... | 58 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Komposisi kimia yang terkandung dalam abu dasar | 13 |
| Tabel 2.2. Perbedaan adsorpsi kimia dan fisika..... | 14 |
| Tabel 2.3. JCPDS No.PDF 12-0228 Zeolit standar faujasit | 25 |
| Tabel 4.1. Puncak-puncak utama pada 2θ dan tipe produk zeolit..... | 34 |
| Tabel 4.2. Interpretasi spektra inframerah zeolit hasil sintesis abu dasar batubara..... | 37 |
| Tabel 4.3. Isoterm Langmuir dan Freundlich pada adsorpsi <i>methyl orange</i> oleh zeolit abu dasar btubara..... | 42 |
| Tabel 4.4. Parameter kinetika reaksi pada adsorpsi <i>methyl orange</i> oleh zeolit abu dasar batubara..... | 46 |
| Tabel 4.5. Parameter termodinamika adsorpsi <i>methyl orange</i> oleh zeolit abu batubara | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Tetrahedral (TO_4) pada struktur zeolit | 8 |
| Tabel 2.2. Kerangka struktur zeolit | 8 |
| Tabel 2.3. Struktur <i>methyl orange</i> | 20 |
| Tabel 2.4. Skema Diagram Interferometer Michelson Konfigurasi dari <i>Fourier Transform Infrared</i> | 22 |
| Tabel 2.4. Difraksi Sinar-X | 24 |
| Tabel 4.1. Difraktogram produk sintesis zeolit abu dasar batubara | 33 |
| Tabel 4.2. Spektra inframerah zeolit dari abu dasar batubara | 36 |
| Tabel 4.3. Hubungan C_{akhir} Vs pH dalam jumlah abu dasar 0.25 gram, volume 50 ml, waktu 360 menit, konsentrasi 100 ppm | 39 |
| Tabel 4.4. Hubungan C_{akhir} Vs dengan konsentrasi (ppm) dalam jumlah adsorben 0,25 gram, waktu 360 menit dan pada pH 2 | 40 |
| Tabel 4.5. Hubungan C_{akhir} (mg/L) Vs waktu dalam jumlah abu dasar 1 gram, volume 200 ml, temperatur 29 ⁰ C, dengan konsentrasi 100 ppm ... | 45 |
| Tabel 4.6. Hubungan C_{akhir} (mg/L) Vs waktu temperatur dalam jumlah abu dasar 0,25 gram, volume 50 ml, dengan konsentrasi 100 ppm..... | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Pengukuran panjang gelombang maksimum <i>methyl orange</i> | 58 |
| Lampiran 2. Pengukuran kurva standar <i>methyl orange</i> | 59 |
| Lampiran 3. Pengaruh variasi pH awal optimum | 59 |
| Lampiran 4. Pengaruh variasi konsentrasi dan parameter adsorpsi Isotermal | 61 |
| Lampiran 5. Pengaruh variasi waktu kontak dan parameter kinetika..... | 64 |
| Lampiran 6. Pengaruh variasi temperatur dan parameter termodinamika | 68 |
| Lampiran 7. Data hasil analisis sintesis zeolit abu dasar batubara dengan difraktogram sinar-X..... | 71 |
| Lampiran 8. Data hasil analisis sintesis zeolit abu dasar batubara dengan spektrofotometer inframerah | 72 |
| Lampiran 9. Data JCPDS difraktogram sinar-X zeolit standar faujasit | 73 |
| Lampiran 10. Data JCPDS difraktogram sinar-X zeolit standar faujasit-X | 74 |

ABSTRAK
ADSORPSI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* MENGGUNAKAN ZEOLIT
DARI ABU DASAR BATUBARA

Oleh :

Lina Kamalia
NIM: 08630010

Telah dilakukan penelitian adsorpsi zat warna *methyl orange* menggunakan zeolit abu dasar batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik zeolit hasil sintesis dan kesetimbangan adsorpsi, kinetika adsorpsi dan termodinamika adsorpsi zeolit terhadap pewarna *methyl orange*.

Karakterisasi gugus fungsional zeolit menggunakan Spektrofotometer FT-IR dan kristalinitas menggunakan Difraktometer Sinar-X. Kajian adsorpsi zeolit terhadap *methyl orange* dilakukan pada variasi pH *methyl orange* range 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8, variasi waktu kontak adsorpsi yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 125, dan 135 menit, variasi konsentrasi yaitu 10, 20, 50, dan 100 mg/L dan variasi temperatur yaitu 28, 35, 45, dan 55 °C.

Hasil karakterisasi sintesis zeolit dari abu dasar batubara menggunakan karakterisasi *X-Ray Diffraction* dan *Fourier Transform Infra Red* menunjukkan bahwa zeolit hasil sintesis mempunyai struktur material zeolit faujasit yang ditunjukkan dengan puncak utama yaitu 6,294⁰; 26,895⁰; dan 31,190⁰. Adsorpsi zeolit terhadap *methyl orange* terjadi pada pH 2, kesetimbangan adsorpsi cenderung mengikuti pola isotherm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu 2,392x10⁻³ mol/L dan konstanta Freundlich (K) yaitu 1,803x10⁻⁴ mol/g. Kinetika adsorpsi cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu 1,866 (g/mg min) dan kapasitas adsorpsi (q_e) yaitu 10,341. Termodinamika adsorpsi membuktikan bahwa pembentukan sistem adsorpsi adsorben dengan adsorbat bersifat spontan ditunjukkan dengan nilai ΔG⁰ (-8,825,652 Kj/mol), ΔH⁰ (-0,2485 Kj/mol), dan ΔS⁰ (+29,058 Kj/mol).

Kata Kunci : *Abu dasar batubara, zeolit, adsorpsi, methyl orange.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan banyak keuntungan bagi kehidupan manusia namun efek yang ditimbulkan memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya, misalnya masalah limbah industri. Limbah industri yang dibuang secara bebas di perairan tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu akan mencemari lingkungan diantaranya pada limbah industri tekstil (Mahatmanti, 2003).

Umumnya proses industri tekstil akan menghasilkan limbah zat warna *non-biodegradable* (Wijaya dkk., 2006). Zat warna yang terkandung dalam limbah industri tekstil tersebut diantaranya *methyl orange*. Zat warna *methyl orange* ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan alergi, iritasi kulit, serta kanker (Cahyadi, 2006). Peneliti terdahulu pernah melakukan penelitian tentang menanggulangi limbah zat warna dengan metode koagulasi, penukar ion, dan ozonasi. Akan tetapi dengan metode tersebut membutuhkan biaya yang relatif tinggi dalam pengoperasiannya (Widhianti, 2010).

Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk pengolahan limbah cair terutama menghilangkan zat warna. Bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi adalah limbah dari abu dasar batubara (Kartika dkk., 2009).

Abu batubara merupakan materi sisa yang ada setelah semua materi yang dapat bakar (*flameable*) pada batubara telah habis terbakar (Hessley dkk., 1986).

Oleh karena itu abu batubara merupakan campuran yang kompleks sebagai hasil perubahan kimia komponen batubara yang berlangsung selama pembakaran. Setelah pembakaran, batubara menghasilkan dua macam limbah yaitu limbah abu layang dan limbah abu dasar. Limbah abu dasar dan abu layang merupakan salah satu limbah abu buangan dari hasil proses pembakaran batubara (Pratiwi, 2010).

Limbah abu layang adalah abu hasil transformasi, peleburan dari material anorganik yang terkandung dalam abu batubara, sedangkan limbah abu dasar adalah bahan buangan dari proses pembakaran batubara pada tungku (*boiler*) yang apabila dibiarkan sebagai limbah akan menjadi bahan beracun dan polutan. (Molina dan Poole, 2004). Dibandingkan abu layang, abu dasar ini relatif kurang pemanfaatannya. Oleh karena itu abu dasar ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan sintesis zeolit. Abu dasar yang memiliki komponen kimia sebagian besar berfasa amorf sekitar 66-88% dan fasa kristalinnya adalah silika (SiO_2) 45,4% dan Alumina (Al_2O_3) 19,3%. (Yanti dkk., 2009).

Ditinjau dari komposisi kimia yang dikandungnya, dimungkinkan untuk memanfaatkan abu dasar sebagai bahan baku bagi pembuatan bahan-bahan aluminosilikat yang memiliki banyak kegunaan. Salah satu bahan aluminosilikat adalah zeolit yang banyak digunakan sebagai penyaring molekul (*molecular sieve*), penyerap kation serta katalis (Yanti dkk., 2009). Dalam praktek kehidupan sehari-hari zeolit digunakan sebagai bahan pembuatan adsorben. Zeolit dipandang lebih unggul dari bahan lain karena memiliki kestabilan termal yang tinggi. Struktur kristalnya berpori dan luas permukaan yang besar. (Karmila, 2006).

Berdasarkan paparan diatas, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi zeolit dari abu dasar batubara sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna *methyl orange*. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH, kesetimbangan adsorpsi, kinetika reaksi dan termodinamika adsorpsi.

B. Batasan Masalah

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

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari pabrik spiritus Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan pada sintesis zeolit abu dasar batubara adalah metode peleburan - hidrotermal.
3. Jenis zat warna yang digunakan adalah zat warna *methyl orange*.
4. Karakteristik zeolit yang diteliti secara kualitatif berupa gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* dan kristalinitas zeolit menggunakan *X-ray Diffraction*.
5. Kajian adsorpsi zat warna *methyl orange* menggunakan zeolit abu dasar batubara dipelajari dengan variasi pH *methyl orange* yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8, konsentrasi adsorbat yaitu 10, 20, 50 dan 100 mg/L, waktu kontak adsorpsi yaitu dari 1-135 menit dan temperatur adsorpsi yaitu 28, 35, 45 dan 55⁰C.

C. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik zeolit yang disintesis dari abu dasar batubara?
2. Bagaimana kondisi optimum terhadap variasi pH, kesetimbangan, kinetika dan termodinamika pada adsorpsi zeolit terhadap pewarna *methyl orange*?

D. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui karakteristik zeolit yang disintesis dari abu dasar batubara.
2. Mengetahui kondisi optimum terhadap variasi pH, kesetimbangan, kinetika dan termodinamika pada adsorpsi zeolit terhadap pewarna *methyl orange*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya :

1. Dapat menjadi dorongan bagi para peneliti mengenai pemanfaatan limbah abu dasar batubara sebagai adsorben untuk menyerap zat warna.
2. Sebagai bahan referensi data penelitian yang selanjutnya dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan, terutama polutan zat warna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan bahwa zeolit yang disintesis dari bahan abu dasar batu bara bisa digunakan sebagai adsorben yang mampu menghilangkan zat warna *methyl orange*. Dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sintesis zeolit abu dasar batubara dengan metode peleburan alkali hidrotermal menghasilkan kerangka zeolit. Hal ini dibuktikan dengan karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa hasil sintesis zeolit mempunyai puncak-puncak yang tajam diantaranya terdapat struktur material zeolit faujasit – X dan zeolit faujasit yang ditunjukkan dengan puncak utama yaitu $6,294^{\circ}$; $26,895^{\circ}$; dan $31,190^{\circ}$. Hasil dengan karakterisasi FTIR yang menunjukkan bahwa zeolit sintesis memiliki pita serapan vibrasi bengkokan (tekuk) T-O (Si-O/Al-O) pada daerah bilangan gelombang $457,31\text{ cm}^{-1}$ sesuai dengan vibrasi tekuk T-O milik zeolit tipe faujasit.
2. Adsorpsi *methyl orange* oleh zeolit dari abu dasar batubara terjadi pada pH 2, kesetimbangan adsorpsi cenderung mengikuti pola isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu $2,392 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$ dan nilai konstanta (K) yaitu $1,803 \times 10^{-4}\text{ mol/g}$. Kinetika adsorpsi cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu $0,0208\text{ (g/mg min)}$ dan kapasitas adsorpsi (q_e) yaitu $10,277\text{ (mg/g)}$. Termodinamika adsorpsi membuktikan bahwa pembentukan sistem adsorpsi adsorben dengan adsorbat bersifat spontan ditunjukkan dengan nilai $\Delta G^0 = (-8.825,652\text{ KJ/mol})$, $\Delta H^0 = (-0,2485\text{ KJ/mol})$, dan $\Delta S^0 = (+29,058\text{ KJ/mol})$.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sintesis zeolit dengan bahan yang berbeda dan metode yang lainya.
2. Perlu dilakukan studi adsorpsi dengan variasi yang berbeda dan aplikasi adsorben pada zat warna lainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhita, G.Y., 2008, Studi Adsorpsi Ion Logam Ni (II) oleh Abu Dasar (Bottom Ash) Batubara, *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*, Yogyakarta : MIPA UGM.
- Al-Anber, Z.A., dkk., 2008, Thermodynamics and Kinetic Studies of Iron (III) Adsorption by Olive Cake in a Batch System, *Article Jordan*, Faculty of Science Mu'tah University.
- Anshori, J., 2009, Siklisasi Intramolekuler Sitronelal Dikatalisis Zeolit dan Bahan Mesoporus, *Karya Tulis Ilmiah Kimia*, Bandung : FMIPA Universitas Padjadjaran
- Asmuni, 2000, Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) dengan Metode XRD, *Jurnal Sains dan Teknologi kimia*, Sumatra : FMIPA Universitas Sumatra Utara.
- Atkins, P.W. ,1999, *Kimia Fisika Jilid 2*, Edisi 4. Jakarta : Erlangga.
- Bahri, S., Muhdarina, Nurhayati, dan Fitri A., 2011, Ioterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu²⁺ Fasa Berair pada Lempung Cengar Terpilar, *Jurnal Jurusan Teknik*, Pekanbaru : FMIPA Universitas Riau.
- Barrer, R.M., 1982, *Hydrothermal Chemistry of Zeolite*, First Edition, New York : Academic Press.
- Bruice, P. Y., 2001, *Organic Chemistry*, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Cahyadi, W., 2006, *Analisis dan Aspek esehatan Bahan Tambahan Pangan*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Chang, R., 2004, *Kimia Dasar Edisi Ketiga : Konsep-Konsep Inti*, PT. Gelora Aksara : Erlangga.
- Chang, H.L., dan Shih, W.H., 1998, *A General Methods for the Conversion of Fly Ash Into Zeolites as Ion Exchangers for Cesium*, Ind. Eng. Chem Res., 37 (1), 71-78.
- Day Jr, R.A. & Underwood, A.L., 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. (Aloysius Hadyana Pudjoatmaka: Terjemahan). Edisi 5. Jakarta: Erlangga.
- Fahrizal, 2008, Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Biosorben Zat Warna Biru Metilena, *Skripsi kimia*, Bogor : Fakultas MIPA IPB.

- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S. 1982, *Kimia Organik, Edisi ketiga*, Jakarta: Erlangga.
- Hamdan, H., 1992, *Introduction to Zeolites Synthesis, Characterization and Modification*, First Edition, Kuala Lumpur: University Teknologi Malaysia.
- Handayani, N., dkk., 2009, Adsorpsi Ammonium (NH_4^+) Pada Zeolit Berkarbon Dan Zeolit A Yang Disintesis Dari Abu Dasar Batubara Pt.Ipmomi Paiton Dengan Metode Batch, *Prosiding Tugas Akhir Semester Akhir*, Jurusan Kimia, Surabaya : FMIPA ITS.
- Hermanus, Patrick A.Y, (2001), “*Perilaku Penggunaan Bottom ash pada Campuran Aspal Beton*”, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Hessley, R.K., Reasoner, J.W., and Riley, J.T.,1986, *Coal Science, An Introduction to Chemistry, Technology and Utilization*, Mc Graw Hill Publishing Company Limited, London.
- Join Committee On Powder Diffraction Standart (JCPDS), 2002, No.PDF 12-0228
- Karmila, Y., 2006, Sintesis dan Karakterisasi TiO_2 – Zeolit Serta Aplikasi Bahan Tersebut Untuk Mendegradasi Zat Warna Methyl Orange dalam Media Air, *Skripsi*, Yogyakarta : FMIPA UGM.
- Kartika, S., Atik P., dan Heri W., 2009, Modifikasi Limbah Fly Ash sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik, *Jurnal Kimia*, Surakarta : FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Khopkar, S.M., 2003, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta : UI-Press.
- Kim, S.F., 1999, *Physicochemical and function properties of crawfish chitosan as affected by defferent processing protocols*, The Departemen of Food Science, Loussana State University.
- Kula O., (2000), “Effects of Colemanite Waste, Coal Bottom Ash and Fly Ash on The properties of cement”, *Journal of cement and concrete research*, p.491-494.
- Kundari, Noor A., dan Slamet W., 2008, Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*, Yogyakarta: STTN BATAN.

- Kurnia, Y., 2010, Studi Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Abu Dasar Batubara PLTU Paiton, *Skripsi*, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Mahatmanti, F., 2003, Kajian Termodinamika Penyerapan Zat Warna Indikator Metil Oranye (Mo) Dalam Larutan Air Oleh Adsorben Kitosan, *Jurnal Kimia*, Semarang : FMIPA UNS.
- Molina, A., dan Poole, C., (2004). A Comparative Study Using Two Methods To Produce Zeolites from Fly Ash. *Mineral Engineering*. Vol. 17, hal. 167-173.
- Mulja, M., dan Suharman, 1995, *Analisis Instrumental*, Surabaya : Airlangga.
- Murniati, dkk., 2009, Pemanfaatan Limbah Abu Dasar Batubara Sebagai Bahan Dasar Sintesis Zeolit Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Logam Berat Cu (II), *Jurnal Kimia*, Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Nur'aini, A., 2012, Sintesis Silika Gel Dari Abu Dasar Batubara Dan Uji Adsorpsi Terhadap Rhodamin, *Skripsi Jurusan Kimia*, Yogyakarta : F.Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga.
- Nurdiani, D., 2005, Adsorpsi Logam Cu (II) dan Cr (VI) pada Kitosan Bentuk Serpihan dan Butiran, *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*, Bogor : Fakultas MIPA IPB.
- Nurlamba, N., dkk., Kajian Interaksi Kitosan-Bentonit dan Adsorpsi Diazinon Terhadap Kitosan-Bentonit, *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, Jurusan Kimia, Jakarta : FMIPA UPI.
- Pope JP., 2004, *Activated carbon and some application for the remediation of soil and ground water pollution*, http://www.cee.vt.edu/program_areas/environmental/teach/gwprimer/group23.webpage.html. [8 Juni 2004]
- Pratiwi, L., Ita Ulfin, dan Nurul W., 2010, Adsorpsi Metilen Biru dengan Abu Dasar PT. Ipmomi Probolinggo Jawa Timur dengan Metode Kolom, *Prosiding Skripsi Semester Genap 2009/2010*, Surabaya : Fak. MIPA Institut Teknologi Sepuluh
- Ratnasari M., dan Nurul W., 2011, Adsorpsi Logam Cu(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT. IPMOMI Paiton dengan Metode Kolom, *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNESA*, Surabaya: Jurusan Kimia Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rini, D.K., dan Fendy, A.L., 2010, Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikas, *Skripsi Jurusan Teknik Kimia*, Semarang : Fakultas Teknik UNDIP.

- Rusdi, M., 2012, Preparasi Komposit Film TIO₂-Kitosan untuk Fotodegradasi Zat Warna MO (Methyl Orange), *Skripsi Jurusan Kimia*, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga.
- Rustina, 2010, Mg/Al Hidrotalcite : Synthesis dan Aplikasinya sebagai Adsorben Methyl Orange dan Methyl Blue, *Skripsi, Jurusan Kimia*, Yogyakarta : FMIPA UGM.
- Sari, Intan, P., dkk., 2009, Adsorpsi Methylen Blue Dengan Abu Dasar PT.IP MOMI Probolinggo Jawa Timur dan Zeolit Berkarbon, *Prosiding Skripsi Semester Gasal Jurusan Kimia*, Surabaya : FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sastrohamidjojo, H., 2007, *Spektroskopi Inframerah*, Yogyakarta: Liberty.
- Schubert, U dan Husing, N., 2000, *Synthesis of Inorganic Materials*, Federal Republic of Germany. WILEY-VCH.
- Sukarjdo, 1997, *Kimia Fisika*, Jakarta : Rineka Cipta
- Sunardi dkk., 2007, Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Logam Merkuri (II), *Jurnal Sains dan Terapan Kimia, Vol. 1, No.1*, Jurusan Kimia, Banjarbaru : FMIPA UNLAM.
- Sutarno, Arryanto Y., dan Budhyantoro, A., 2004, Sintesis Faujasite dari Abu Layang Batubara : Pengaruh Refluks dan Penggerusan Abu Layang Batubara terhadap Kristalinitas Faujasite, *Jurnal Matematika dan Sains Vol. 9 No. 3*, hal.285-290.
- Sutarti, M., dan Rahmawati, M., 1994, *Zeolit, Tinjauan Literatur*, Jakarta : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Wahyuni, S. dkk., 2010, Adsorpsi Ion Logam Zn (II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT.IP MOMI PAITON dengan Metode Batch, *Jurusan Kimia*. Surabaya : FMIPA ITS.
- Weitkamp J., dan Puppel L., 1999, *Catalysis and Zeolites Fundamentals and Applications*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Widhianti, W.D., 2010, Pembuatan Arang Aktif Dari Biji Kapuk (Ceiba pentandra L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B, *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*, Surabaya : Fakultas SAINTEK Universitas Airlangga.

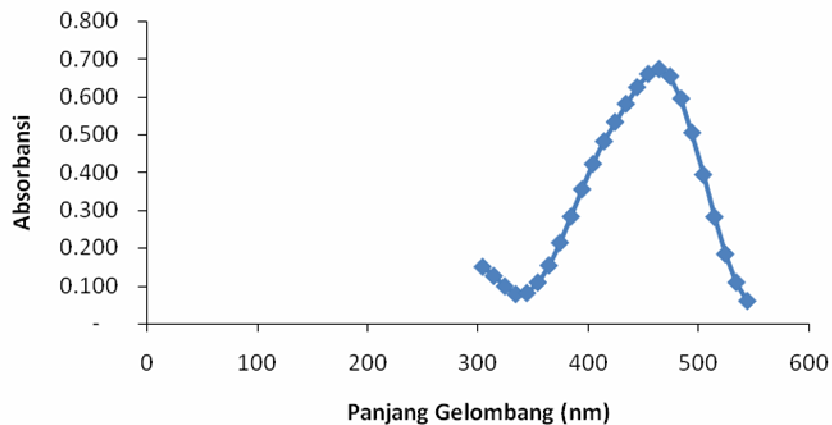
- Widihati, I., dkk., 2012, Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*), *Jurnal*, Jurusan Kimia Bukit Jimbaran : FMIPA UNIVERSITAS UDAYAN
- Whidjajanti, E., dkk., 2011, Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Jurusan Pendidikan Kimia. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- White, R., 1990, *Chromatography/Fourier Transform Infrared Spectroscopy and its Applications*, Marcel Dekker, New York.
- Wijayanti, R., 2009, Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas, *Jurnal Kimia*, Bandung : FMIPA IPB
- Yanti, Y., dkk., 2009, Sintesis Zeolit A dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI Paiton, *Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia, Surabaya : FMIPA ITS.
- Zakaria, A., 2011, Adsorpsi Cu (II) Menggunakan Zeolit Sintesis dari Abu Terbang Batubara, *Tesis S-2*, Bogor : Program Pascasarjana IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum *Methyl Orange*

Konsentrasi yang digunakan adalah 10 ppm, diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 300 – 550 nm. Hasil pengukuran absorbansinya yaitu :

| Panjang Gelombang (nm) | Absorbansi | Panjang Gelombang (nm) | Absorbansi |
|------------------------|------------|------------------------|------------|
| 304 | 0.150 | 434 | 0.581 |
| 314 | 0.126 | 444 | 0.625 |
| 324 | 0.099 | 454 | 0.660 |
| 334 | 0.078 | 464 | 0.673 |
| 344 | 0.081 | 474 | 0.654 |
| 354 | 0.109 | 484 | 0.595 |
| 364 | 0.154 | 494 | 0.505 |
| 374 | 0.214 | 504 | 0.394 |
| 384 | 0.283 | 514 | 0.282 |
| 394 | 0.355 | 524 | 0.184 |
| 404 | 0.422 | 534 | 0.109 |
| 414 | 0.482 | 544 | 0.060 |
| 424 | 0.533 | 554 | 0.031 |



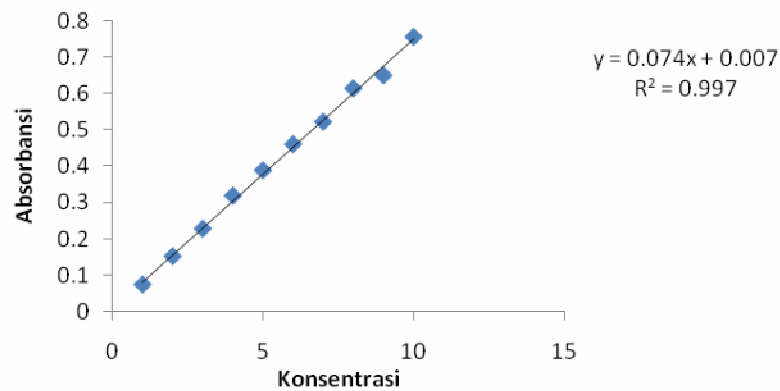
Gambar 1. Grafik Panjang Gelombang Optimum pada *Methyl Orange*

Lampiran 2. Pengukuran Kurva Standar *Methyl Orange*

Hasil pengukuran absorbansi dengan beberapa variasi konsentrasi diperoleh kurva standar *Methyl Orange* sebagai berikut:

| No | Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|----|-------------------|------------|
| 1 | 1 | 0.073 |
| 2 | 2 | 0.151 |
| 3 | 3 | 0.227 |
| 4 | 4 | 0.318 |
| 5 | 5 | 0.388 |
| 6 | 6 | 0.46 |
| 7 | 7 | 0.522 |
| 8 | 8 | 0.614 |
| 9 | 9 | 0.65 |
| 10 | 10 | 0.756 |

Kurva Standar Hubungan Absorbansi VS Konsentrasi



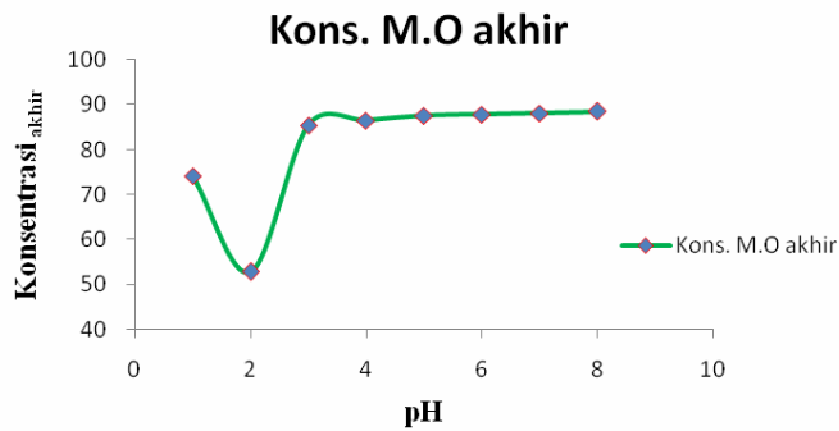
Gambar 2. Kurva Standar *Methyl Orange*

Lampiran 3. Pengaruh Variasi pH awal Optimum

Berat Zeolit : 0.25 g
 Volume *Methyl Orange* : 50 mL
 Waktu Optimum : 360 menit

Hasil perhitungan pada table berikut ini:

| pH | C awal M.O (mg/L) | FP | Absorbansi | C akhir M.O (mg/L) | C M.O teradsorp (mg/L) | % M.O Teradsorp |
|----|-------------------|----|------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 100 | 10 | 0.558 | 74.118 | 25.882 | 25.88 |
| 2 | 100 | 10 | 0.400 | 52.853 | 47.147 | 47.15 |
| 3 | 100 | 10 | 0.642 | 85.423 | 14.577 | 14.58 |
| 4 | 100 | 10 | 0.650 | 86.500 | 13.500 | 13.50 |
| 5 | 100 | 10 | 0.658 | 87.577 | 12.423 | 12.42 |
| 6 | 100 | 10 | 0.660 | 87.846 | 12.154 | 12.15 |
| 7 | 100 | 10 | 0.662 | 88.115 | 11.885 | 11.89 |
| 8 | 100 | 10 | 0.665 | 88.519 | 11.481 | 11.48 |



Gambar 3. Grafik Variasi pH Optimum

Lampiran 4. Pengaruh variasi konsentrasi dan Parameter Adsorpsi Isotermal

Berat Zeolit : 0,25 g

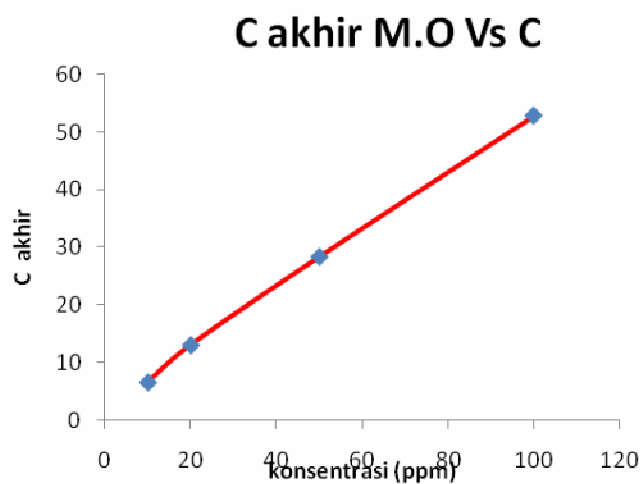
Volume *Methyl Orange* : 50 mL

Waktu kontak : 360 menit

pH Optimum : 2

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

| C awal M.O (mg/L) | FP | Absorbansi | C akhir M.O (mg/L) | C M.O Teradsorp (mg/L) | % M.O |
|-------------------|----|------------|--------------------|------------------------|-------|
| 10 | 10 | 0.056 | 6.555 | 3.445 | 34.45 |
| 20 | 10 | 0.104 | 13.015 | 6.985 | 34.94 |
| 50 | 10 | 0.218 | 28.358 | 21.642 | 43.28 |
| 100 | 10 | 0.400 | 52.853 | 47.147 | 47.15 |



Gambar 5. Grafik Variasi Konsentrasi pada Adsorpsi *Methyl Orange*

Tabel Isoterm Adsorpsi *Methyl Orange* Oleh Zeolit

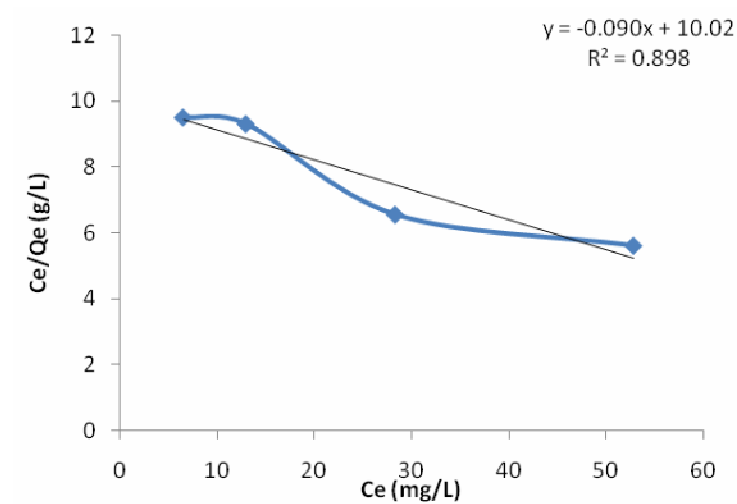
| pH | C M.O awal (ppm) | C M.O akhir (ppm) | Volume (L) | Berat zeolit (g) | Jumlah Adsorpsi (mg/g) | Ce/Qe (g / L) | log Ce | log Qe |
|----|------------------|-------------------|------------|------------------|------------------------|---------------|--------|--------|
| | C _o | C _e | | m | Q _e | | | |
| 2 | 10 | 6.555 | 0.05 | 0.25 | 0.689 | 9.514 | 0.817 | -0.162 |
| | 20 | 13.015 | 0.05 | 0.25 | 1.397 | 9.316 | 1.114 | 0.145 |
| | 50 | 28.358 | 0.05 | 0.25 | 4.328 | 6.552 | 1.453 | 0.636 |
| | 100 | 52.853 | 0.05 | 0.25 | 9.429 | 5.605 | 1.723 | 0.974 |

Q_e : Banyaknya zat yang terserap per satuan berat adsorben (mg/g)

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

Persamaan Langmuir

Grafik Isoterm Langmuir C_e/Q_e (g/L) Vs C_e (mg/L)



Gambar 7. Grafik Isoterm Langmuir *Methyl Orange*

$$\text{Satuan} = \frac{\frac{mg}{L} \times L}{g} = mg / g$$

Persamaan Langmuir

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

$$y = -0.0906x + 10.028 \quad R^2 = 0.8982$$

$$\text{Satuan slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e}{Q_e} = \frac{\frac{g}{L}}{\frac{mg}{L}} = \frac{g}{mg}$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -0,0906 \frac{g}{mg}$$

$$b = -11,038 \text{ mg} / g$$

$$b = \frac{-11,038 \frac{mg}{g}}{327.32 \frac{g}{mol}}$$

$$b = -0,0337 \text{ mol / g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu y} = \frac{\text{ppm} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)}{\frac{\text{mg}}{\text{g}}} = \text{g / L}$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{Kb} = 10,028 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{10,028 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{\frac{1}{b}}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{10,028 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{-\frac{0,0906 \text{g}}{\text{mg}}}$$

$$10,028 \text{ (g/L)} \times K = -0,0906 \text{ g/ mg}$$

$$= \frac{-0,0906 \frac{\text{g}}{\text{mg}}}{10,028 \frac{\text{g}}{\text{L}}}$$

$$= -9,035 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$$

$$= \frac{-9,035 \times 10^{-3} \text{ mg}}{\text{L}}$$

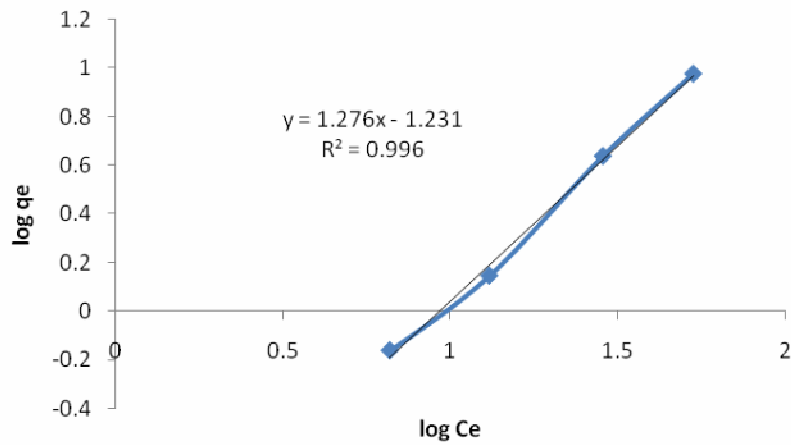
$$= \frac{327,32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\text{L}}$$

$$= -2,760 \times 10^{-5} \text{ mmol/L}$$

$$K = -2,760 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

Persamaan Freundlich

Grafik Isoterm Freundlich Log q_e Vs Log C_e



Gambar 8. Grafik Isoterm Freundlich *Methyl Orange*

Persamaan Freundlich :

$$Q_e = K_f C_e^{1/n}$$

$$\text{Log } Q_e = 1/n \log C_e + \log K_f$$

$$y = 1.277x - 1.232$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 1,277$$

$$n = 0,783$$

$$n = \frac{0,783 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{327,32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n = 2,392 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Satuan intersept = Sumbu y = mg/g

$$\log K_f = -1,232 \text{ mg/g}$$

$$K_f = 10^{-1,232} \text{ mg/g}$$

$$= 0,059 \text{ mg/g}$$

$$= \frac{0,059 \frac{\text{mg}}{\text{g}}}{327,32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$= 1,803 \times 10^{-4} \text{ mmol/g}$$

$$K_f = 1,803 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$$

Lampiran 5. Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Parameter Kinetika

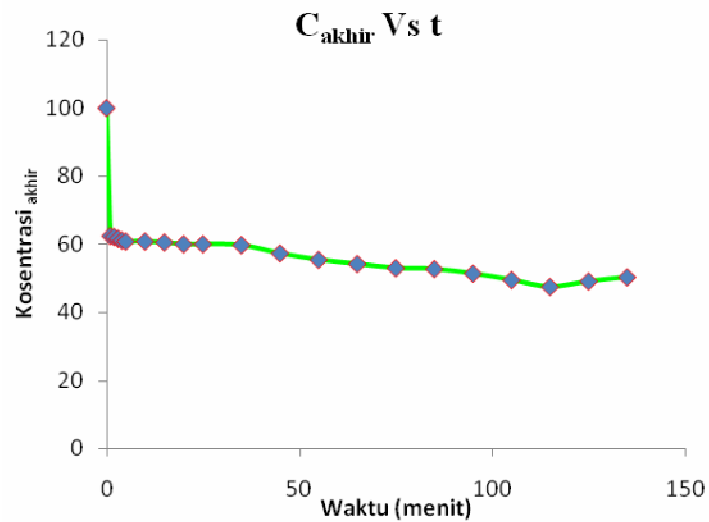
Berat Zeolit : 0,25 g

Volume *Methyl Orange* : 50 mL

pH Optimum : 2

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

| Waktu (menit) | C awal M.O (mg/L) | FP | Absorbansi | C akhir M.O (mg/L) | C M.O Teradsorp (mg/L) | % M.O Teradsorp |
|---------------|-------------------|----|------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 1 | 100 | 10 | 0.472 | 62.543 | 37.457 | 37.46 |
| 2 | 100 | 10 | 0.470 | 62.274 | 37.726 | 37.72 |
| 3 | 100 | 10 | 0.466 | 61.736 | 38.264 | 38.26 |
| 4 | 100 | 10 | 0.462 | 61.198 | 38.802 | 38.8 |
| 5 | 100 | 10 | 0.460 | 60.928 | 39.072 | 39.07 |
| 10 | 100 | 10 | 0.460 | 60.928 | 39.072 | 39.07 |
| 15 | 100 | 10 | 0.458 | 60.659 | 39.341 | 39.34 |
| 20 | 100 | 10 | 0.454 | 60.121 | 39.879 | 39.88 |
| 25 | 100 | 10 | 0.454 | 60.121 | 39.879 | 39.88 |
| 35 | 100 | 10 | 0.452 | 59.852 | 40.148 | 40.15 |
| 45 | 100 | 10 | 0.434 | 57.429 | 42.571 | 42.57 |
| 55 | 100 | 10 | 0.420 | 55.545 | 44.455 | 44.46 |
| 65 | 100 | 10 | 0.411 | 54.334 | 45.666 | 45.67 |
| 75 | 100 | 10 | 0.402 | 53.122 | 46.878 | 46.87 |
| 85 | 100 | 10 | 0.400 | 52.853 | 47.147 | 47.15 |
| 95 | 100 | 10 | 0.390 | 51.507 | 48.493 | 48.49 |
| 105 | 100 | 10 | 0.376 | 49.623 | 50.377 | 50.38 |
| 115 | 100 | 10 | 0.361 | 47.604 | 52.396 | 52.39 |
| 125 | 100 | 10 | 0.373 | 49.219 | 50.781 | 50.78 |
| 135 | 100 | 10 | 0.382 | 50.431 | 49.569 | 49.57 |



Gambar 3. Grafik Variasi Waktu pada Adsorpsi *Methyl Orange*

Tabel Penentuan Penentuan Orde Reaksi

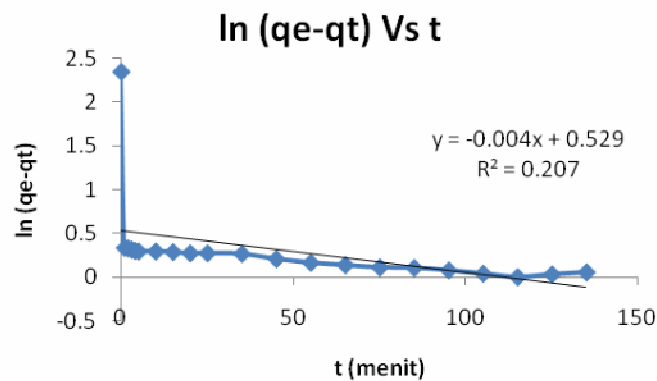
| Waktu (menit) | C_{akhir} total M.O (mg/L) | Q_e (mg/g) | Q_t (mg/g) | $\ln(q_e - q_t)$ | t/q_t |
|---------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|---------|
| 0 | 100 | 10.479 | 0 | 2.349 | 0 |
| 1 | 62.543 | 10.479 | 7.491 | 0.336 | 0.133 |
| 2 | 62.274 | 10.479 | 7.545 | 0.328 | 0.265 |
| 3 | 61.736 | 10.479 | 7.653 | 0.314 | 0.392 |
| 4 | 61.198 | 10.479 | 7.760 | 0.300 | 0.515 |
| 5 | 60.928 | 10.479 | 7.814 | 0.293 | 0.640 |
| 10 | 60.928 | 10.479 | 7.814 | 0.293 | 1.280 |
| 15 | 60.659 | 10.479 | 7.868 | 0.287 | 1.906 |
| 20 | 60.121 | 10.479 | 7.976 | 0.273 | 2.508 |
| 25 | 60.121 | 10.479 | 7.976 | 0.273 | 3.134 |
| 35 | 59.852 | 10.479 | 8.030 | 0.266 | 4.359 |
| 45 | 57.429 | 10.479 | 8.514 | 0.208 | 5.285 |
| 55 | 55.545 | 10.479 | 8.891 | 0.164 | 6.186 |
| 65 | 54.334 | 10.479 | 9.133 | 0.137 | 7.117 |
| 75 | 53.122 | 10.479 | 9.376 | 0.111 | 7.999 |
| 85 | 52.853 | 10.479 | 9.429 | 0.106 | 9.015 |
| 95 | 51.507 | 10.479 | 9.699 | 0.077 | 9.795 |
| 105 | 49.623 | 10.479 | 10.075 | 0.039 | 10.422 |
| 115 | 47.604 | 10.479 | 10.479 | 0 | 10.974 |
| 125 | 49.219 | 10.479 | 10.156 | 0.031 | 12.308 |

| | | | | | |
|-----|--------|--------|-------|-------|--------|
| 135 | 50.431 | 10.479 | 9.914 | 0.055 | 13.617 |
|-----|--------|--------|-------|-------|--------|

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

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

1. Pseudo Orde Satu



Gambar 5. Grafik Reaksi Pseudo Orde Satu

Persamaan Pseudo Orde Satu

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

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

$$y = -0.0048x + 0.5294$$

$$\text{Dimana } y = \ln(q_e - q_t)$$

$$-0.0048 = -k_1 t$$

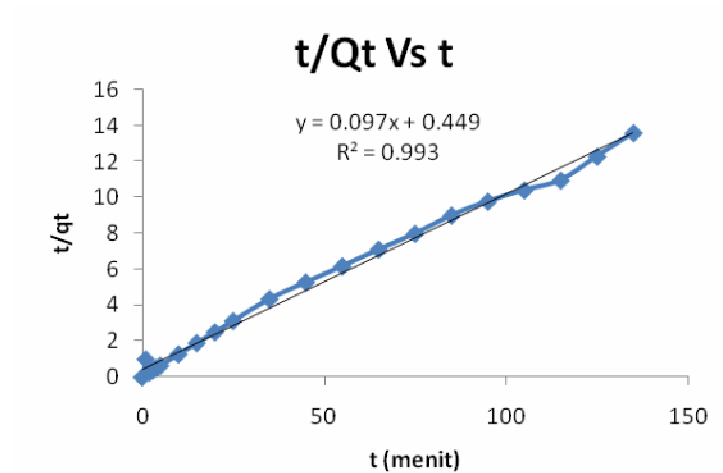
$$k_1 = 0.0048 \text{ menit}^{-1}$$

$$x = t$$

$$+ 0.5294 = \ln q_e$$

$$q_e = 1.698 \text{ mg/g}$$

2. Pseudo Orde Dua



Gambar 6. Grafik Reaksi Pseudo Orde Dua

Persamaan Pseudo Orde Dua

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

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

$$y = 0.0973x + 0.4499$$

Dimana $y = \frac{t}{qt}$

$$0,0973 = \frac{1}{qe}$$

$$qe = 10,277 \text{ (mg/g)}$$

$$t = x$$

$$0,4499 = \frac{1}{k_2 qe^2}$$

$$0,4499 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{qe^2}$$

$$0,4499 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(10,341)^2}$$

$$0,4499 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{106,936}$$

$$0,4499 = \frac{1}{106,936 k_2}$$

$$k_2 = \frac{1}{48,112}$$

$$k_2 = 0,0208 \text{ (g/mg min)}$$

Lampiran 6 . Pengaruh Variasi Temperatur dan Parameter Termodinamika

Berat Zeolit : 0,25 g

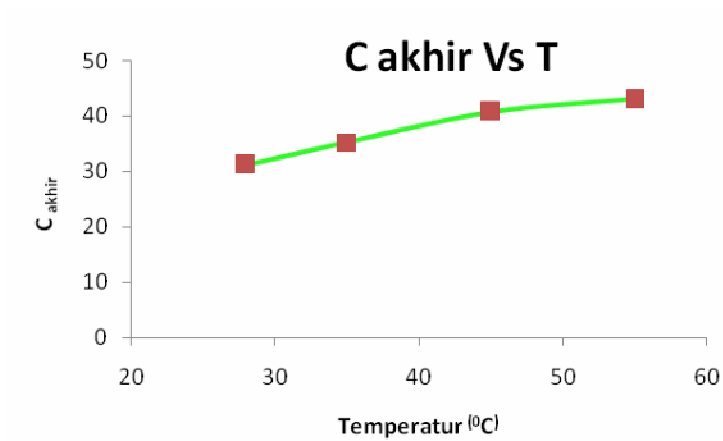
Volume *Methyl Orange* : 50 mL

Waktu kontak : 360 menit

pH Optimum : 2

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

| Temperatur | C awal M.O (mg/L) | FP | Absorbansi | C akhir M.O (mg/L) | C M.O Teradsorp (mg/L) | % M.O |
|------------|-------------------------|----|------------|--------------------------|------------------------------|----------|
| 28 | 100 | 10 | 0.239 | 31.184 | 68.816 | 68.82 |
| 35 | 100 | 10 | 0.269 | 35.222 | 64.778 | 64.78 |
| 45 | 100 | 10 | 0.310 | 40.740 | 59.260 | 59.26 |
| 55 | 100 | 10 | 0.327 | 43.028 | 56.972 | 56.97 |

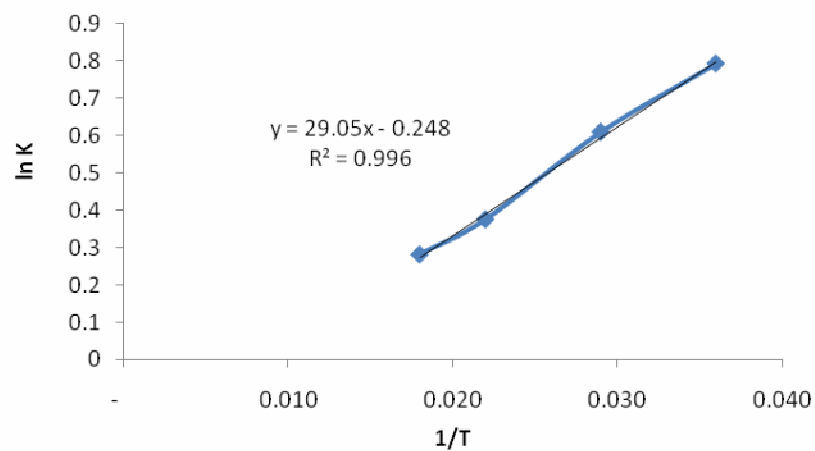


Gambar 4. Grafik Variasi Temperatur pada Adsorpsi *Methyl Orange*

Tabel Termodinamika Adsorpsi *Methyl Orange* oleh Zeolit

| Temperatur (°C) | C awal (mg/L) | C akhir (mg/L) | K | ln K | 1/T |
|-----------------|---------------|----------------|-------|-------|-------|
| 28 | 100 | 31.184 | 2.207 | 0.792 | 0.036 |
| 35 | 100 | 35.222 | 1.839 | 0.609 | 0.029 |
| 45 | 100 | 40.740 | 1.455 | 0.375 | 0.022 |
| 55 | 100 | 43.028 | 1.324 | 0.281 | 0.018 |

Grafik Termodinamika Adsorpsi (ln K Vs 1/T)



Gambar 9. Grafik termodinamika *Methyl Orange* oleh zeolit

$$K = \frac{C_{\text{teradsorp}}}{C_{\text{akhir}}}$$

$$\Delta G^0 = R \cdot T \cdot \ln K$$

$$y = 29.058x - 0.2485$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - \Delta S^0 \cdot T$$

$$\ln K = \frac{\Delta S^0}{R} - \frac{\Delta H^0}{RT}$$

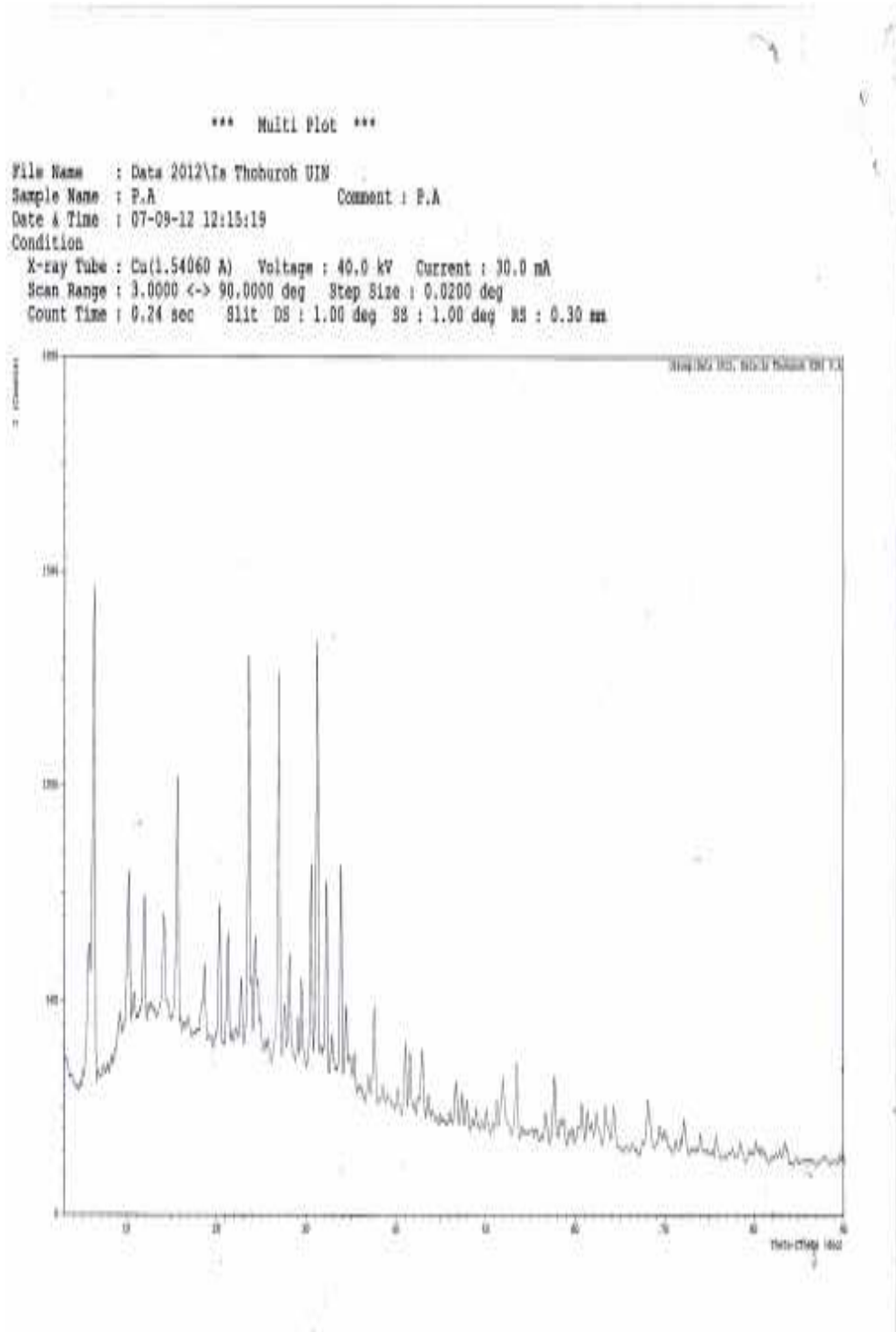
$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= \Delta H^0 - \Delta S^0 \cdot T_1 \\ &= -0,2485 - 29,058 \cdot 301,15 \\ &= -8.825,652 \text{ Kj / mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= \Delta H^0 - \Delta S^0 \cdot T_2 \\ &= -0,2485 - 29,058 \cdot 308,15 \\ &= -9.030,798 \text{ Kj / mol} \end{aligned}$$

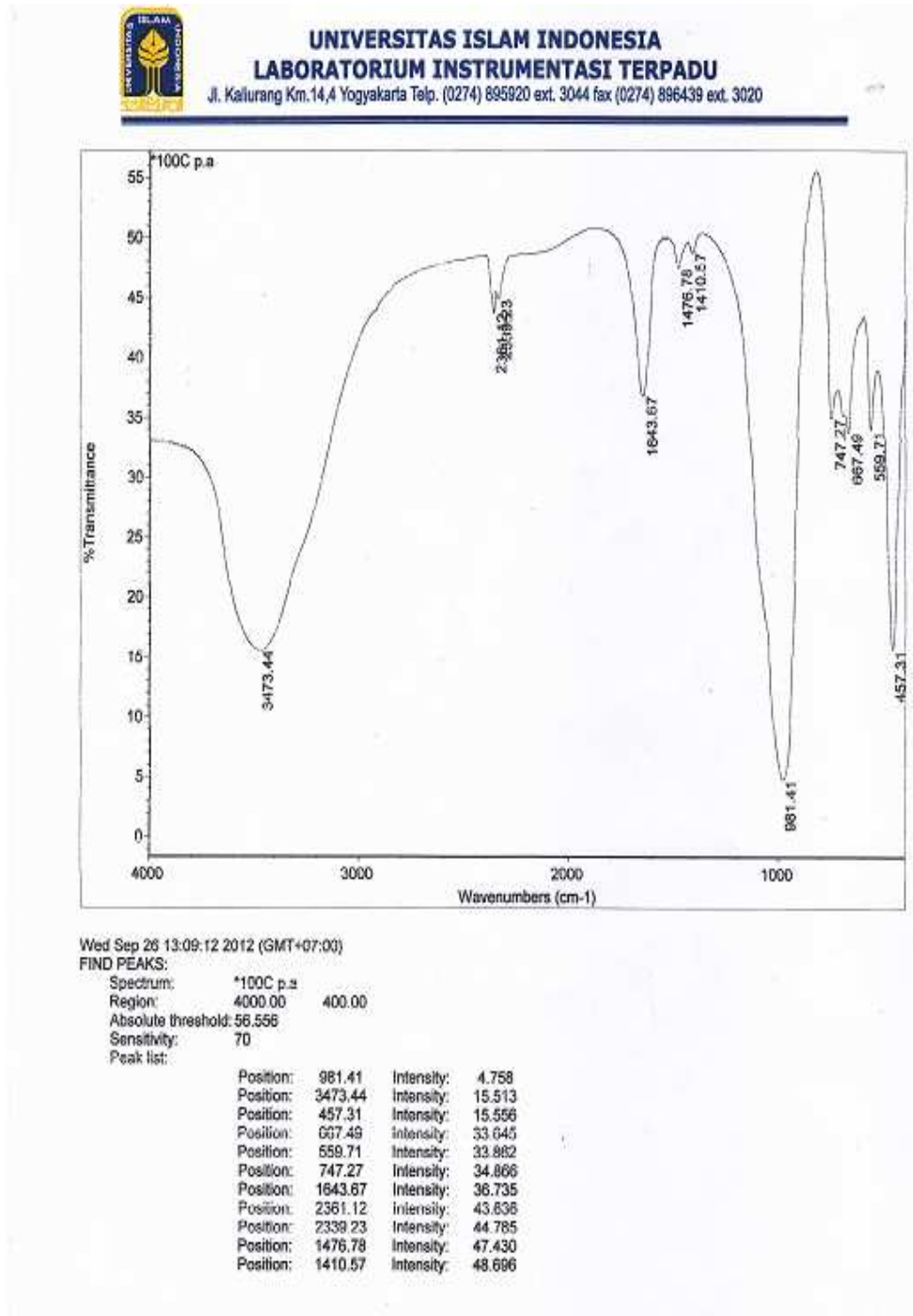
$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= \Delta H^0 - \Delta S^0 \cdot T_3 \\ &= -0,2485 - 29,058 \cdot 318,15 \\ &= -9.245,051 \text{ Kj / mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= \Delta H^0 - \Delta S^0 \cdot T_4 \\ &= -0,2485 - 29,058 \cdot 328,15 \\ &= -9.616,928 \text{ Kj / mol} \end{aligned}$$

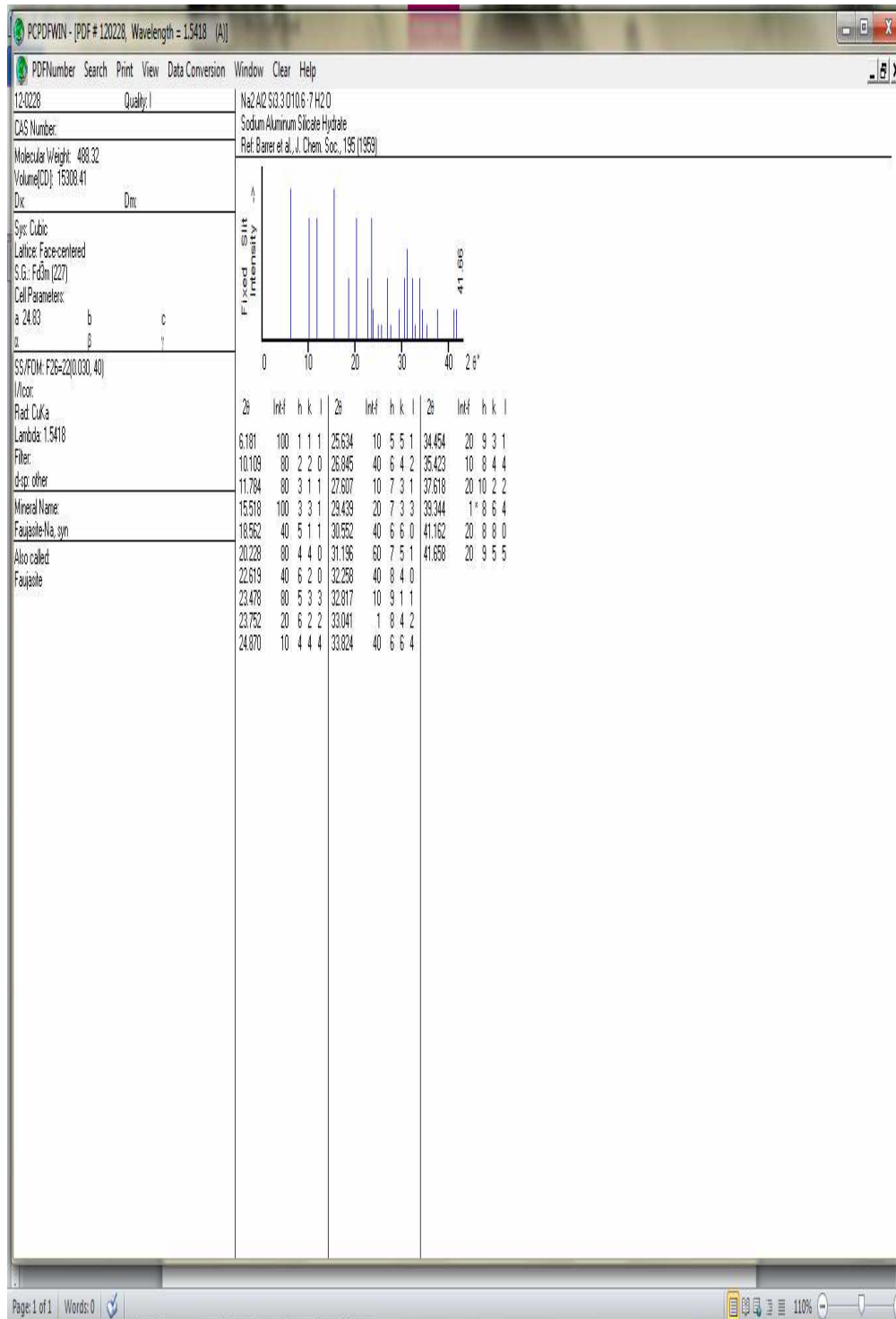
Lampiran 7. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Difraktogram Sinar-X



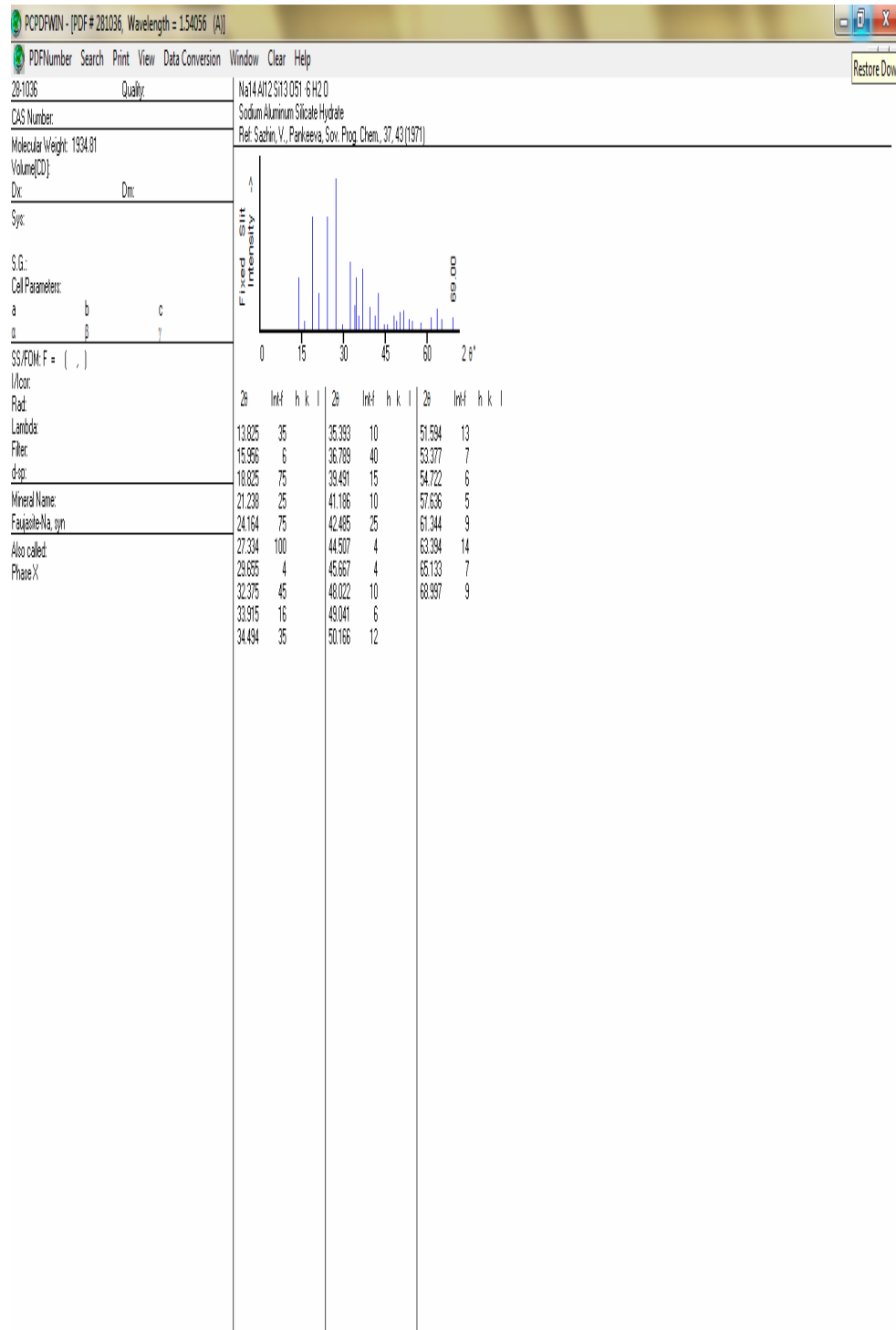
Lampiran 8. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Spektrofotometer Inframerah (FT-IR)



Lampiran 10. Data JCPDS Difraktogram Sinar-X untuk zeolit standar Faujasit



Lampiran 11. Data JCPDS Difraktogram Sinar-X untuk zeolit standar Faujasit-X



Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Ayakan 100-230 mesh



Gambar 2. Zeolit

Gambar 3. Sentrifuge alat proses pengendapan setelah adsorpsi zeolit terhadap *methyl orange*Gambar 4. Hasil adsorpsi zeolit terhadap *methyl orange* pada variasi pH