

**ADSORPSI MERKURI (II) DENGAN ZEOLIT
DARI ABU DASAR BATUBARA**

Skripsi

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

Program Studi Kimia



Oleh :

MA'RIFAT

NIM : 08630015

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2014**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Ma'rifat

NIM : 08630015

Judul Skripsi : **Adsorpsi Merkuri (II) Dengan Zeolit Dari Abu Dasar 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 berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 16 April 2014
Pembimbing

Khamidinal, M. Si
NIP. 19691104 200003 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu`alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ma`rifat

NIM : 08630015

Judul Skripsi : **Adsorpsi Merkuri (II) Dengan Zeolit Dari Abu Dasar 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.

Wassalamu`alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 Mei 2014
Konsultan

Didik Krisdiyanto, M.Sc
NIP.1981111 20101 1 007



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu`alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ma`rifat


NIM : 08630015

Judul Skripsi : **Adsorpsi Merkuri (II) Dengan Zeolit Dari Abu Dasar 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.

Wassalamu`alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 28 Mei 2014
Konsultan


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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ma'rifat
NIM : 08630015
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul :

ADSORPSI MERKURI (II) DENGAN ZEOLIT DARI ABU DASAR BATUBARA

Merupakan hasil penelitian sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, 16 April 2014

Penulis,



Ma'rifat
08630015



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1523/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Merkuri (II) dengan Zeolit dari Abu Dasar Batubara

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Ma'rifat
NIM : 08630015
Telah dimunaqasyahkan pada : 8 Mei 2014
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji I

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

Penguji II

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

Yogyakarta, 02 Juni 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



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

MOTTO

انّما الأعمال با النّيّات

"Sesungguhnya segala sesuatu perbuatan tergantung pada
niatnya"

*"Orang Bodoh Kalah Dengan Orang Yang Pintar"
"Orang Pintar Kalah Dengan Orang Yang Beruntung"
"Orang Beruntung Kalah Dengan Orang Yang Sabar"*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan Rahmat, hidayah, inayah, serta sholawat salam dari Baginda Muhammad SAW Skripsi Aku persembahkan kepada:

Kelurgaku tercinta

Trimakasih atas do'a, cinta, kasih sayang, dan kesabarannya selama ini.....

Teman-tamanku seperjuangan

Kang-kang, Mas-mas Pondok Pesantren al- Munawwir Komplek Nurussalam
Putra

Almamaterku Tercinta

Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Segenap 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 kesarjanaan 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.
5. Dosen fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penyusun.
6. Laboran UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Keluargaku tercinta yang selalu memberikan do'a, kasih sayang, kepercayaan, motivasi yang tiada hentinya sehingga dapat memberikan motivasi bagi penulis
8. Sahabat-sahabat fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah banyak membantu penulis, memberikan dukungan, bantuan, do'a.
9. Sahabat-sahabat pondok Al Munawwir Komplek Nurussalam terutama Komplek Sunan Gunung Jati yang telah memberikan do'anya
10. Temanku sadad ali, elfa, GP, dll yang telah memberi bantuan dan masukan kepada penulis.

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, 05 April 2014
Yang menyatakan,

Ma'rifat
08630015

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Perumusan Masalah	3
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. Abu Dasar Batubara	12
3. Merkuri.....	13
4. Adsorpsi.....	14
a. Isoterm Langmuir	17
b. Isoterm Freundlich.....	18
c. Kinetika adsorpsi	19
5. Spektroskopi Inframerah	20
6. Difraktometer Sinar-X.....	22
7. Merkuri Analizer	23
BAB III. METODE PENELITIAN	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
B. Alat dan Bahan.....	25
1. Alat	25
2. Bahan	25
C. Cara Kerja.....	25
1. Perlakuan Abu Dasar Batubara	25
2. Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara.....	26

3. Karakterisasi Zeolit Sintesis.....	26
a. Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i>	26
b. Difraksi Sinar-X	27
4. Studi Adsorpsi Zeolit Terhadap Larutan Merkuri.....	27
a. Variasi pH.....	27
b. Variasi Konsentrasi Awal Adsorpsi.....	27
c. Variasi Waktu Kontak Adsorpsi	29
BAB IV. PEMBAHASAN.....	29
A. Karakterisasi Zeolit dari Abu Dasar Batubara.....	29
1. Karakterisasi Zeolit dari Abu Dasar dengan <i>X-Ray Diffraction</i> ...	29
2. Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i>	31
B. Kajian Adsorpsi Zeolit Terhadap Larutan Merkuri (II)	34
1. Variasi pH.....	34
2. Variasi Konsentrasi Awal Adsorpsi	37
3. Variasi Waktu Kontak Adsorpsi	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi kimia yang terkandung dalam abu dasar.....	13
Tabel 2.2. Pengelompokan asam-basa menurut prinsip HSBA	16
Tabel 2.3. JCPDS No.PDF 12-0228 Zeolit standar faujasit.....	23
Tabel 4.1. Puncak-puncak utama pada 2θ dan tipe produk zeolit	30
Tabel 4.2. Interpretasi spektra inframerah zeolit hasil sintesis abu dasar batubara.....	33
Tabel 4.3. Isoterm Langmuir dan Freundlich pada adsorpsi logam merkuri (II) oleh zeolit abu dasar btubara	39
Tabel 4.4. Parameter kinetika reaksi pada adsorpsi logam merkuri (II) oleh zeolit dari abu dasar batubara	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tetrahedral (TO_4) pada struktur zeolit	8
Gambar 2.2. Kerangka struktur zeolit	9
Gambar 2.3. Struktur asam bronsted dan asam lewis pada zeolit	12
Gambar 4.1. Difraktogram produk zeolit abu dasar batubara	29
Gambar 4.2. Spektra inframerah zeolit dari abu dasar batubara	32
Gambar 4.3. Hubungan C_{akhir} Vs pH dalam jumlah abu dasar 0.1 gram, volume 20 ml, waktu 240 menit, konsentrasi 15 ppm	35
Gambar 4.4. Hubungan C_{akhir} Vs konsentrasi (ppm) dalam jumlah abu dasar 0.1 gram, volume 20 ml, waktu 240 menit, konsentrasi 15 ppm	37
Gambar 4.5. Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi logam merkuri (II)	38
Gambar 4.6. Grafik isoterm freundlich pada adsorpsi logam merkuri (II)	39
Gambar 4.7. Hubungan C_{akhir} Vs waktu kontak dalam jumlah abu dasar 0.1 gram, volume 20 ml, waktu 240 menit, konsentrasi 15 ppm	41
Gambar 4.8. Grafik Pseudo Orde Satu	42
Gambar 4.9. Grafik Pseudo Orde dua.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pengukuran Kurva Standar logam Hg (II)	58
Lampiran 2. Pengaruh Variasi pH awal Optimum	58
Lampiran 3. Pengaruh variasi konsentrasi dan Adsorpsi Isotermal	59
Lampiran 4. Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Parameter Kinetika	57
Lampiran 5. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Spektrofotometer Inframerah (FT-IR).....	61
Lampiran 6. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Difaktrometer XRD	62

ABSTRAK
ADSORPSI LOGAM MERKURI(II) DENGAN ZEOLIT DARI ABU
DASAR BATUBARA

Oleh :

Ma'rifat

NIM: 08630015

Telah dilakukan penelitian sintesis zeolit dari abu dasar batubara dan uji adsorpsi terhadap logam merkuri (II). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik zeolit hasil sintesis dan kesetimbangan adsorpsi, kinetika adsorpsi zeolit terhadap logam merkuri (II).

Karakterisasi gugus fungsional zeolit menggunakan Spektrofotometer FT-IR dan kristalinitas zeolit menggunakan Difraktometer Sinar-X (XRD). Kajian adsorpsi zeolit terhadap logam merkuri (II) dilakukan pada variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8, variasi waktu kontak adsorpsi yaitu 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 125, 135, 145 dan 155 menit, variasi konsentrasi yaitu 4, 8, 12 dan 16 mg/L.

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 $6,294^{\circ}$; $26,895^{\circ}$; dan $31,190^{\circ}$. Adsorpsi zeolit terhadap logam Merkuri (II) terjadi pada pH 6, kesetimbangan adsorpsi cenderung mengikuti pola isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu $6,669 \times 10^{-3}$ mol/L dan konstanta (K) yaitu $3,003 \times 10^{-2}$ mol/g. Kinetika adsorpsi cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu $8,687 \times 10^{-3}$ (g/mg min) dan kapasitas adsorpsi (q_e) yaitu 2,551 (mg/g).

Kata kunci : Abu dasar batubara, zeolit, adsorpsi, merkuri (II)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin banyak pada saat ini, menyebabkan bertambahnya limbah yang dihasilkan. Pengolahan limbah industri yang belum maksimal dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu sumber pencemaran berasal dari limbah industri yang mengandung logam berat. Logam-logam berat biasanya berasal dari proses-proses industri seperti industri metalurgi, industri penyamakan kulit, industri pembuatan fungisida, industri cat dan zat warna tekstil (Redhana, 1994).

Ion-ion logam berat merupakan racun bagi organisme serta sangat sulit diuraikan secara biologi maupun kimia. Salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan adalah logam merkuri. Merkuri dengan jumlah konsentrasi tinggi mempunyai potensi sebagai polutan yang bersifat toksik. Oleh karena itu, *U.S. Food and Administration* (FDA) menentukan pembakuan atau ambang batas kadar merkuri di dalam tubuh badan air sebesar 0,005 ppm. Apabila melebihi ambang batas maka racun yang dimiliki merkuri dapat menyebabkan dampak negatif diantaranya penyempitan pada medan penglihatan, gangguan akomodasi dan keseimbangan otot mata (Sudarmadji, 1997).

Salah satu upaya untuk menanggulangi dampak negatif logam merkuri yaitu menggunakan metode yang dapat menyerap (mengadsorp) logam berat tersebut. Bahan untuk mengadsorp yang murah dan mudah diperoleh adalah

limbah sisa pembakaran batubara. Limbah abu batubara dapat dikonversi menjadi bahan pengadsorp, salah satunya adalah zeolit (Munawaroh, 2012).

Abu layang memiliki kandungan Si sebesar 56,13% dan Al sebesar 18,49%, sedangkan abu dasar mengandung Si dan Al sebesar 50,58% dan 14,99% (Kula, 2008). Kandungan abu dasar yang relatif sedikit dan adanya senyawa pengotor lain, menyebabkan para peneliti tidak banyak melakukan sintesis zeolit dari abu dasar batubara. Dengan alasan tersebut, maka penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk memanfaatkan abu dasar. 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, pembuatan zeolit dari abu dasar batubara umumnya dilakukan dengan cara ekstraksi. Prosedur ekstraksi dilakukan karena hanya komponen silikat dan aluminat saja yang diambil untuk diubah menjadi zeolit (Chandrasekhar dkk, 2008). Sintesis zeolit dari abu dasar batubara juga pernah dilakukan oleh Suci Wahyuni (2009) pada penelitian tersebut abu dasar direaksikan dengan NaOH dengan massa 1:1,2. Metode yang digunakan adalah peleburan alkali diikuti proses reaksi hidrotermal. Metode peleburan abu dasar diikuti proses hidrotermal yang dilakukan oleh Yanti (2009) menunjukkan bahwa terbentuk zeolit A yang memiliki kristalinitas dan kemurnian lebih tinggi dibandingkan dengan metode hidrotermal langsung abu dasar bebas karbon (Nikmah, 2009) ataupun hidrotermal langsung abu dasar dengan masih adanya karbon (Atminingsih, 2009).

B. Batasan Masalah

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari Pabrik Spritus Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan pada sintesis zeolit abu dasar batubara adalah metode peleburan - hidrotermal.
3. Jenis logam yang digunakan adalah logam Merkuri (II).
4. Karakterisasi gugus fungsional zeolit menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* dan kristalinitas zeolit menggunakan *X-ray Diffraction*.
5. Kajian adsorpsi terhadap logam merkuri (II) dilakukan pada pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8, waktu kontak adsorpsi yaitu dari 5-145 menit dan variasi konsentras awal 4, 8, 12 dan 16.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakterisasi zeolit hasil sintesis dari abu dasar batubara?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi logam merkuri (II) dengan zeolit sintesis dari abu dasar batubara?
3. Bagaimana kesetimbangan adsorpsi logam merkuri (II) terhadap zeolit sintesis dari abu dasar batubara?
4. Bagaimana kinetika reaksi logam merkuri (II) terhadap zeolit sintesis dari abu dasar batubara?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakterisasi zeolit sintesis dari abu dasar batubara
2. Mengetahui pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi logam merkuri (II) dengan zeolit sintesis dari abu dasar batubara?
3. Mengetahui kesetimbangan adsorpsi logam merkuri (II) terhadap zeolit sintesis dari abu dasar batubara?
4. Mengetahui kinetika adsorpsi logam merkuri (II) terhadap zeolit sintesis dari abu dasar batubara?

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya :

1. Dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah abu dasar batubara yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan zeolit
2. Dapat menjadi dorongan bagi para peneliti mengenai pemanfaatan limbah abu dasar batubara sebagai adsorben untuk menyerap logam berat.
3. Sebagai bahan referensi data penelitian yang selanjutnya dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan, terutama polutan logam berat.

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 logam merkuri (II). Dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sintesis zeolit abu dasar batubara dengan metode peleburan alkali hidrotermal menghasilkan kerangka zeolit. Hal ini dibuktikan dengan karakterisasi XRD menunjukkan bahwa hasil sintesis zeolit mempunyai puncak-puncak yang terdapat pada 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 karakterisasi FT-IR 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 logam merkuri (II) oleh zeolit dari abu dasar batubara terjadi pada pH 6, variasi pH ini digunakan untuk mengetahui interaksi zeolit dengan logam merkuri (II) dalam suasana asam maupun suasana basa.
3. Kesetimbangan adsorpsi cenderung mengikuti pola isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu $6,669 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$ dan nilai konstanta (K) yaitu $3,003 \times 10^{-2}\text{ mol/g}$. Kesetimbangan adsorpsi berkaitan dengan kapasitas adsorpsi yang dimiliki zeolit dalam menyerap logam merkuri (II).

4. Kinetika adsorpsi cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu $8,687 \times 10^{-3}$ (g/mg min) dan kapasitas adsorpsi (q_e) yaitu 2,551 (mg/g). Kinetika adsorpsi berkaitan dengan kesetimbangan adsorpsi yang dilihat dari kejenuhan zeolit dalam menyerap logam merkuri (II) dalam satuan waktu.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sintesis zeolit dengan bahan yang berbeda dan metode yang berbeda pula.
2. Perlu dilakukan studi adsorpsi dengan variasi yang berbeda dan aplikasi adsorben pada logam merkuri (II).

DAFTAR PUSTAKA

- Adhita, G.Y., 2008. Studi Adsorpsi Ion Logam Ni (II) oleh Abu Dasar (Bottom Ash) Batubara. *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*. Yogyakarta : Fakultas 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.
- Alfian, Z., 2006, *Merkuri : Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan*, USU Press : Medan
- 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.
- Atmaningsih, H., 2009, "Sintesis Zeolit dari Bahan Abu Dasar dengan Metode Hidrotermal Langsung", *Tesis S2 kimia FMIPA ITS*, Surabaya
- 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.
- Budiono, A., 2003, *Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air*, Institut Pertanian Bogor : Bogor
- Cay. Y., 2001, *Mercury Contaminated Material Determination methods : investigation and assessment*, U. S. Departement of energy : Miami. Pp.9
- Chalid Al-Ayubi, M., Himmatul, B., dan Diana, C. D., 2010, Studi Keseimbangan Adsorpsi merkuri (II) pada Biomassa Enceng Gondok, *Alchemy. Vol.1 no.2*. Jurusan Kimia SDains dan Teknologi UIN Malang

- Chandrasekar, G., Kwang-Seok You Ji-Whan Ahn, Wha-Seung Ahn, 2008, synthesis of Hexagonal and Cubic Mesoporous Silica Using Power Plant Bottom Ash, *microporous and mesoporous Materials Vol 111 (1-3)* 455-465
- Chang, R., 2004, *Kimia Dasar Edisi Ketiga : Konsep-Konsep Inti*, PT. Gelora Aksara : Erlangga.
- Day Jr, R. A. and Underwood, A. L., 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. (Aloysius Hadyana Pudjoatmaka: Terjemahan). Edisi 5. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, R., 2012, Studi Adsorpsi Cr oleh Tongkol Jagung Teraktivasi Asam Sulfat, *Skripsi*, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga
- Dimaz, F., M., 2012, *Sintesis Zeolit Dari Abu Dasar Batubara Sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas*, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Eka, N., Heri, D. H., Astuti and Rohman, A., 2012, Validation of mercury analyzer for determination of mercury in snake fruit, *International Food Research Journal 19 (3): 933-936* Yogyakarta : Faculty of Pharmacy, Gadjah Mada University
- Fahrizal, 2008, Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Biosorben Zat Warna Biru Metilena, *Skripsi kimia*, Bogor : Fakultas MIPA IPB.
- Hamdan, H, 1992, *Introduction to Zeolites Synthesis, Characterization and Modification*, First Edition, University Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur
- 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.
- Hundal, L. S., Thompson, M. L., Laird, D. A., dan Carno, A. M., 2001, *Sorption of Phenanthrene by Reference. Smectites*, J .Environ. Sci. Tech., 35. 3456-3461
- Ishizaki, K., 1998. *Porous Material Proses Teknologi and Application*. Klower Academic Publishers. Dordrecht.
- Jumaeri, W. Astuti dan W. T. P. Lestari. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batu Bara Secara Alkali Hidrotermal. *Reaktor, Vol.11 No.1 Jurusan Kimia*. Semarang : Fakultas MIPA UNNES.
- Karmila, Y., 2006, Sintesis dan Karakterisasi TiO₂ – Zeolit Serta Aplikasi Bahan Tersebut Untuk Mendegradasi Zat Warna Methyl Orange dalam Media Air, *Skripsi*, Yogyakarta : FMIPA UGM.

- Kartika, S., 2009, Modifikasi Limbah Fly Ash Sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik, Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Khasanah, E. N., 2009, *Adsorpsi Logam Berat*, Oseana 34 (4) : 3-6
- 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.
- Kurnia, Y., 2011. Studi Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Abu Dasar Batubara PLTU Palton. *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Lina, K., 2012, *Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Zeolit Dari Abu Dasar Batubara*, UIN sunan Kalijaga Yogyakarta
- Londar, 2009, "Sintesis zeolit karbon dari abu dasar PT. IPMOMI Paiton dengan menggunakan metode hidrotermal langsung", *Tesis*, Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya
- Minmin Liu, Li-an Hou, Beidou Xi, Ying Zhao, and Xunfeng Xia, 2013, *Synthesis, characterization, and mercury adsorption properties of hybrid mesoporous aluminosilicate sieve prepared with fly ash*, US National Library of Medicine National Institutes of Health
- 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.
- Mohan, S, et al, 2009, "Removal of heavy metal ions from municipal solid waste leachate using coal fly ash as an adsorbent", *Journal of Hazardous Materials*
- Munawaroh, I. 2012. Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Rhodamin B dan Metanil Yellow, *Skripsi*, Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

- Nikmah, S. R. A., 2009, "Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Bebas Sisa Karbon secara Hidrotermal Langsung", *Senaki IX FMIPA ITS*
- 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.
- Ojha, K., Pradhan, N. dan Samanta, A. N. 2004, "Zeolite from Fly Ash: Synthesis and Characterization", *Bull. Mater. Sci. Indian Academy of Sciences*, Vol. 27, No. 6, hal. 555-564.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan Pertama. PT. Rineka Cipta: Jakarta.
- Pearson, R.G., 1963, *Hard and soft acids and Bases*, J. Am. Soc. 85 : 3533-3539
- Prasetyani, D. H., 1994. Sintesis Zeolit X dari Abu Sekam Padi. *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM
- 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
- Redhana, I W. 1994. Penentuan isoterm adsorpsi amonia dalam larutan air oleh karbon aktif pada suhu kamar. Bandung: *Program Pra-S2 Kimia Pasca Sarjana*. ITB.
- Rini, D.K., dan Fendy, A.L., 2010, Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikas, *Skripsi Jurusan Teknik Kimia*, Semarang : Fakultas Teknik UNDIP.
- Rustina, 2010, Mg/Al Hidrotalcite : Synthesis dan Aplikasinya sebagai Adsorben Methyl Orange dan Methyl Blue, *Skripsi, Jurusan Kimia*, Yogyakarta FMIPA UGM.
- Sastrohamidjojo, H., 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Liberty.

- Sari, Intan, P. dkk. 2009/2010. Adsorpsi Methylen Blue Dengan Abu Dasar PT.IPMOMI Probolinggo Jawa Timur dan Zeolit Berkarbon. *Prosiding Skripsi Semester Gasal. Jurusan Kimia*. Surabaya : Faakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Schubert, U dan Husing, N., 2000, “*Synthesis of Inorganic Materials*”, Federal Republic of Germany. WILEY-VCH
- Setiaka, J. dkk. 2011. Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Dalam Larutan pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom. *Prosiding Skripsi Semester Genap. Jurusan Kimia*. Surabaya : Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Setyoningsih, 2010, Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red MX 8B, *Skripsi*, Surakarta : Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret
- Sook Shim, Young, et al, 2003, “The adsorption characteristics of heavy metals by various particle sized of MSWI bottom ash”, *Journal of waste management*, P.851-857
- Suci W. dan Nurul W., 2010. Adsorpsi ion logam Zn^{2+} dengan zeolit A dengan metode batch. Zeolit A disintesis dari abu dasar dengan metode peleburan alkali diikuti proses hidrotermal. *Prosiding Tugas Akhir Semester*, Surabaya : Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sudarmadji, S., Bambang H., dan Suhardi, 1997, Analisa Bahan Makanan dan Pertanian, Jakarta : Liberty
- Sukarjdo, 1997, *Kimia Fisika*, Jakarta : Rineka Cipta
- Sunardi dan Abdulah, 2007, Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatanya sebagai Adsorben Logam Merkuri (II), *Jurnal Sains dan Terapan Kimia, Vol. 1, No.1*, Jurusan Kimia, Banjarbaru : FMIPA UNLAM.
- Sutarno, Aryanto 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.

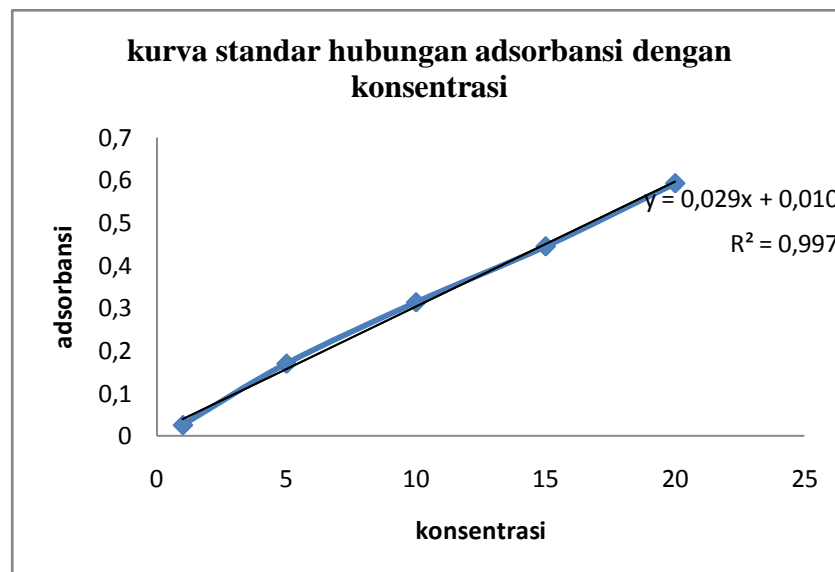
- Thamzil, L., Hendrawati, Amsiri, 2009, *Penyerapan Merkuri Dalam Limbah Simulasi Menggunakan Zeolit Klinoptilolit*, UIN Sharif Hidayatullah : Jakarta
- Tanaka, H., 2002, "Formation of Na-A and X Zeolites from waste solutions in conversion of coal fly ash to zeolites", *Materials Research Bulletin*, 37,1873-1884.
- Terada, K., Matsumoto, K. Dan Kimura, H., 1983, *Sortion of Copper (II) by Some Complexing Agents Loaded on various Support*, *Anal. Chim. Acta*, 153 : 257-269
- Treyball, R. E., 1981 *Mass Transfer Operations*, 3 rd ed., Mc graw-Hill : Singapore
- Wijayanti, R., 2009, Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas, *Jurnal Kimia*, Bandung : FMIPA IPB
- Weitkamp J., and Puppel L., 1999, *Catalysis and Zeolites Fundamentals and Applications*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- White, R., 1990, *Chromatography/Fourier Transform Infrared Spectroscopy and its Applications*, Marcel Dekker, New York.
- Whidjajanti, E., 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.
- Yanti, Y., 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 Kurva Standar logam Hg (II)

Hasil pengukuran absorbansi dengan beberapa variasi konsentrasi diperoleh kurva standar logam Hg (II) sebagai berikut:

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	1	0.025
2	5	0.158
3	10	0.311
4	15	0.446
5	20	0.592



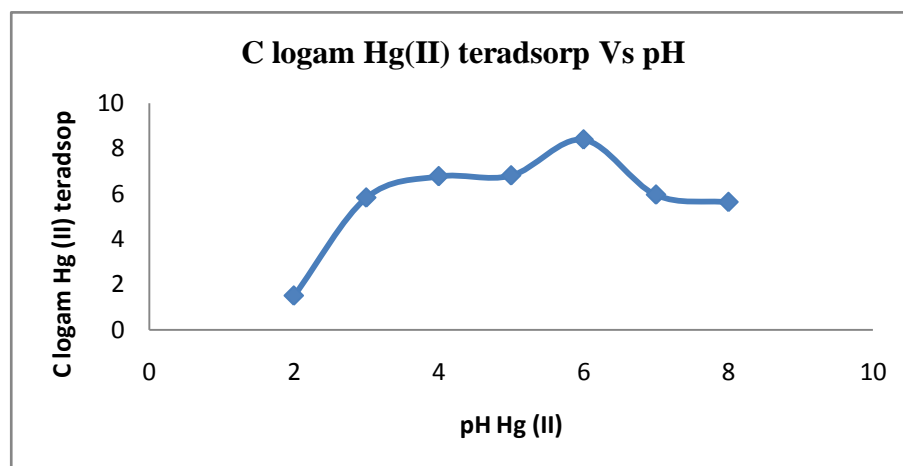
Gambar 2. Kurva Standar logam Hg (II)

Lampiran 2. Pengaruh Variasi pH awal Optimum

Berat Zeolit	: 0.1 g
Volume	: 20 mL
Waktu Optimum	: 240 menit

Hasil perhitungan pada table berikut ini:

pH	C awal Hg (II) (mg/L)	Absorbansi	C akhir Hg (II) (mg/L)	C Hg (II) teradsorp (mg/L)	% Hg (II) Teradsorp
2	15	0,4013	13,495	1,505	10,06
3	15	0,2759	9,168	5,832	38,88
4	15	0,2491	8,224	6,776	45,04
5	15	0,2475	8,189	6,811	45,4
6	15	0,2015	6,603	8,397	55,98
7	15	0,2721	9,037	5,963	39,75
8	15	0,2815	9,362	5,638	37,58



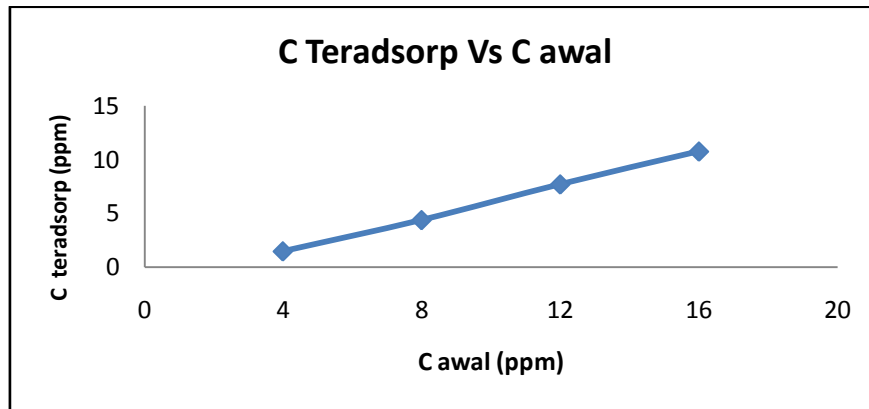
Gambar 3. Grafik Variasi pH Optimum

Lampiran 3. Pengaruh variasi konsentrasi dan Adsorpsi Isotermal

Berat Zeolit	: 0,1 g
Volume	: 20 mL
Waktu kontak	: 240 menit
pH Optimum	: 6

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

C awal Hg (II) (mg/L)	Absorbansi	C akhir Hg(II) (mg/L)	C Hg (II) Teradsorp (mg/L)	% Hg (II)
4	0,083	2,52	1,48	37
8	0,120	3,391	4,391	50,86
12	0,134	4,282	7,718	64,31
16	0,161	5,217	10,783	67,39



Gambar 5. Grafik Variasi Konsentrasi pada Adorpsi logam Hg (II)

Tabel Isoterm Adsorpsi logam Hg (II) Oleh Zeolit

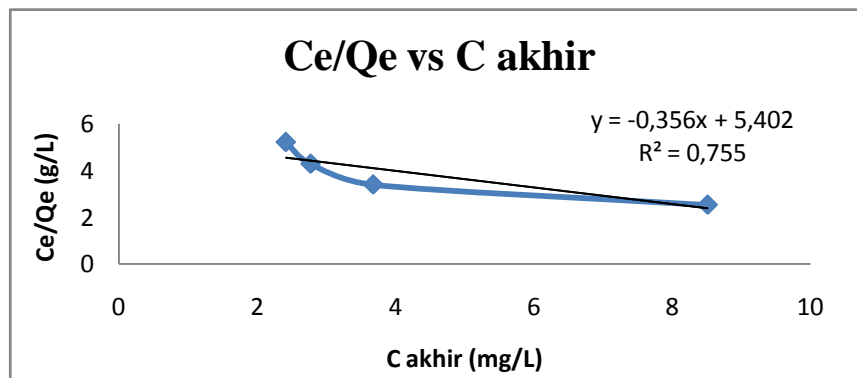
C Hg (II) awal (ppm)	C Hg (II) akhir (ppm)	Volume (L)	Berat zeolit (g)	Jumlah Adsorpsi (mg/g)	Ce/Qe (g / L)	log Ce	log Qe
C_o	C_e		m	Q_e			
4	2.52	0.02	0.1	0.296	8.513	0.410	-0.528
8	3.391	0.02	0.1	0.921	3.681	0.530	-0.275
12	4.282	0.02	0.1	1.543	2.778	0,631	-0.199
16	5.217	0.02	0.1	2.156	2.419	0,717	-0.144

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 Hg (II)

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

Persamaan Langmuir

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

$$y = -0,356x + 5,402 \quad R^2 = 0.755$$

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

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -0,356 \frac{\text{g}}{\text{mg}}$$

$$b = -2,8089 \text{ mg} / \text{g}$$

$$b = \frac{-2,8089 \text{ mg/g}}{200,9 \text{ g/mol}}$$

$$b = -0,0139 \text{ mol} / \text{g}$$

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

$$\text{Intercept} = \frac{1}{Kb} = 5,402 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{5,402 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{5,402 \text{ g/L}}{-0,356 \text{ g/mg}}$$

$$5,402 (\text{g/L}) \times K = -0,356 \text{ g/ mg}$$

$$= \frac{-0,356 \text{ g/mg}}{5,402 \text{ g/L}}$$

$$= -6,590 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$$

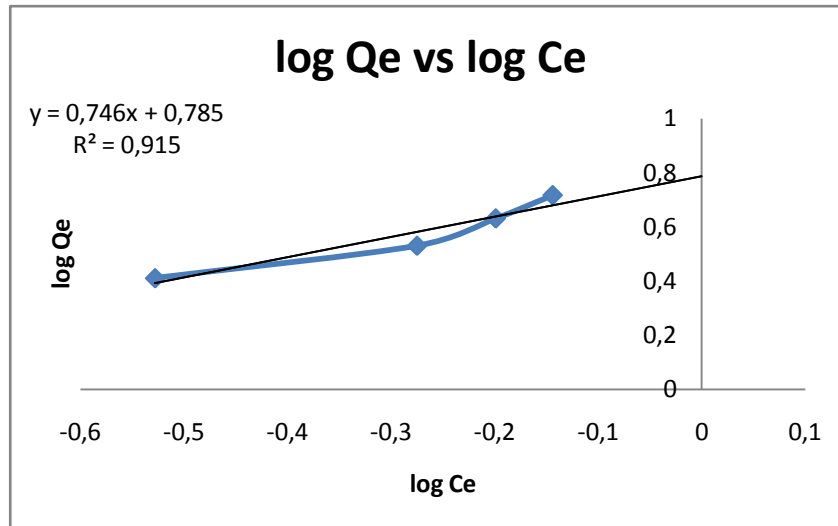
$$= \frac{-6,590 \times 10^{-2} \text{ mg/L}}{200,9 \text{ g/mol}}$$

$$= -3,280 \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$$

$$K = -3,280 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Persamaan Freundlich

Grafik Isoterm Freundlich Log q_e Vs Log C_e



Gambar 8. Grafik Isoterm Freundlich logam Hg (II)

Persamaan Freundlich :

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

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

$$y = 0,746x + 0,785$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,746$$

$$n = 1,340$$

$$n = \frac{1,340 \text{ g/L}}{200,9 \text{ g/mol}}$$

$$n = 6,669 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Satuan intersept = Sumbu $y = \text{mg/g}$

$$\text{log } K_f = 0,785 \text{ mg/g}$$

$$K_f = 10^{0,785} \text{ mg/g}$$

$$= 6,095 \text{ mg/g}$$

$$= \frac{6,095 \text{ mg/g}}{200,9 \text{ g/mol}}$$

$$= 3,033 \times 10^{-2} \text{ mmol/g}$$

$$K_f = 3,003 \times 10^{-2} \text{ mol/g}$$

Lampiran 4. Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Parameter Kinetika

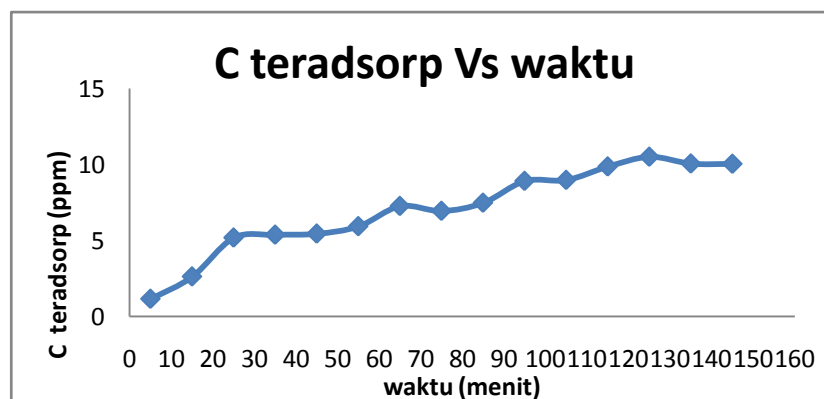
Berat Zeolit : 0,1 g

Volume : 20 mL

pH Optimum : 6

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

Waktu (menit)	C awal Hg (II) (mg/L)	Absorbansi	C akhir Hg (II) (mg/L)	C Hg (II) Teradsorp (mg/L)	% Hg (II) Teradsorp
0	15	0	15	0	0
5	15	0,4039	13,582	1,418	9,45
15	15	0,369	12,379	2,621	17,47
25	15	0,2947	9,817	5,183	34,55
35	15	0,2892	9,627	5,373	35,82
45	15	0,2871	9,555	5,445	36,3
55	15	0,273	9,068	5,932	39,59
65	15	0,2343	7,734	7,266	48,42
75	15	0,2436	8,055	6,945	46,3
85	15	0,2281	7,52	7,48	49,86
95	15	0,1864	6,082	8,918	59,45
105	15	0,1845	6,017	8,983	59,88
115	15	0,1588	5,131	9,869	65,79
125	15	0,1402	4,489	10,511	70,07
135	15	0,1532	4,937	10,063	67,08
145	15	0,1536	4,955	10,045	66,96
155	15	0,1587	5,127	9,873	65,82



Gambar 3. Grafik Variasi Waktu pada Adsorpsi logam Hg (II)

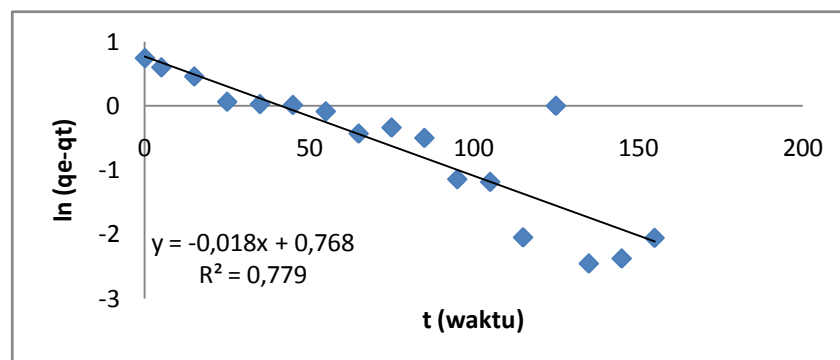
Tabel Penentuan Penentuan Orde Reaksi

Waktu (menit)	C akhir total Hg (II) (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	ln (qe - qt)	t/qt
0	15	2,102	0	0,742	0
5	13,582	2,102	0,283	0,598	17,668
15	12,379	2,102	0,524	0,456	28,626
25	9,817	2,102	1,036	0,063	24,131
35	9,627	2,102	1,074	0,027	32,588
45	9,555	2,102	1,089	0,012	41,322
55	9,068	2,102	1,186	-0,087	46,374
65	7,734	2,102	1,453	-0,432	44,735
75	8,055	2,102	1,389	-0,338	53,996
85	7,52	2,102	1,496	-0,5	56,818
95	6,082	2,102	1,783	-1,142	53,281
105	6,017	2,102	1,796	-1,184	58,463
115	5,131	2,102	1,973	-2,047	58,287
125	4,489	2,102	2,102	0	59,467
135	4,937	2,102	2,016	-2,453	66,964
145	4,955	2,102	2,009	-2,375	72,175
155	5,127	2,102	1,974	-2,055	78,521

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

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

1. Pseudo Orde Satu



Gambar 5. Grafik Reaksi Pseudo Orde Satu

Persamaan Pseudo Orde Satu

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

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

$$y = -0.018x + 0.768$$

Dimana $y = \ln(q_e - qt)$

$$-0.018 = -k_1 t$$

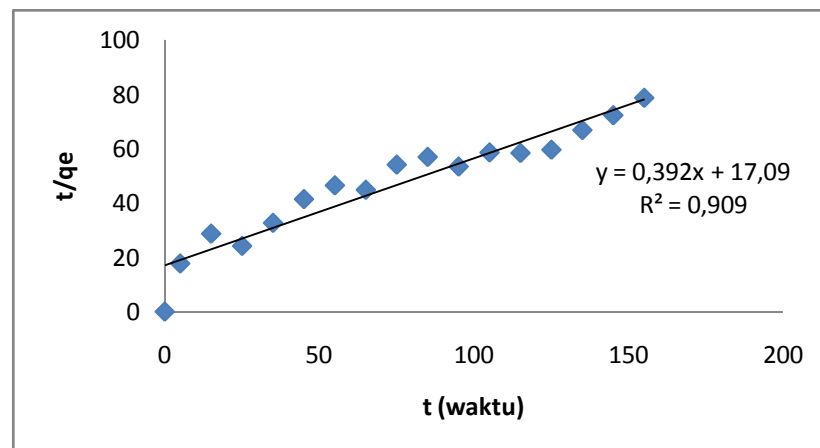
$$k_1 = 0.018 \text{ menit}^{-1}$$

$$x = t$$

$$+ 0.768 = \ln q_e$$

$$q_e = 2,155 \text{ mg/g}$$

2. Pseudo Orde Dua



Gambar 6. Grafik Reaksi Pseudo Orde Dua

Persamaan Pseudo Orde Dua

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

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

$$y = 0.392x + 17.69$$

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

$$0,392 = \frac{1}{q_e}$$

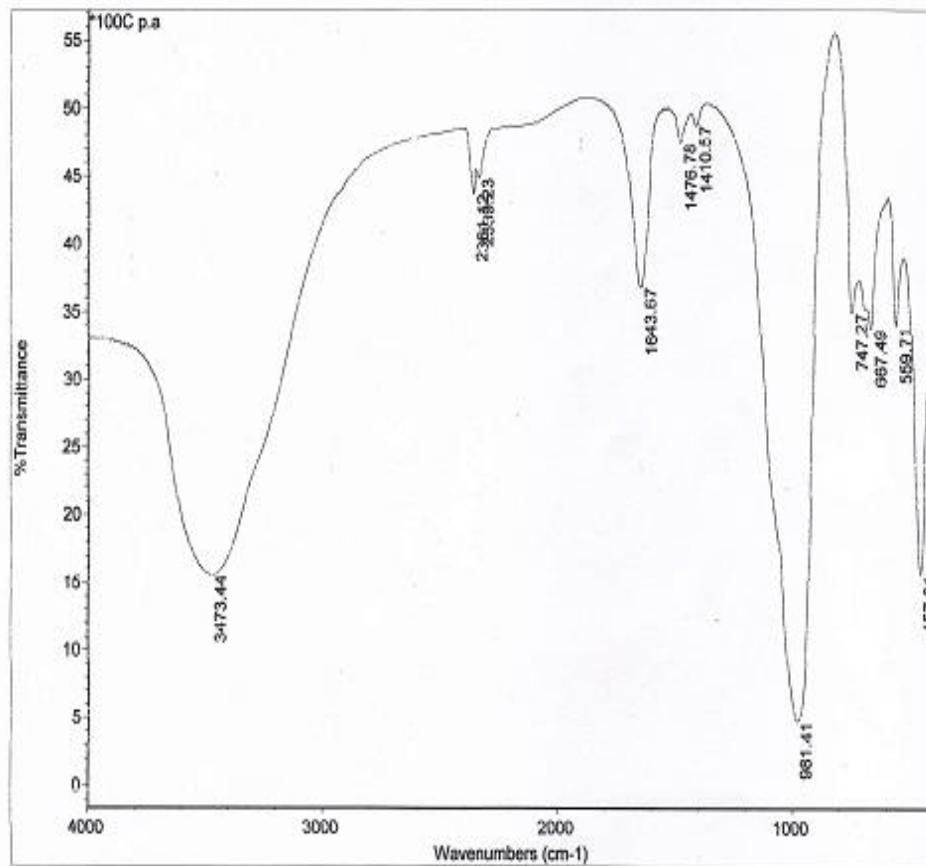
$$q_e = 2,551 \text{ (mg/g)}$$

$$\begin{aligned}t &= x \\17,69 &= \frac{1}{k_2 q e^2} \\17,69 &= \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{q e^2} \\17,69 &= \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(2,551)^2} \\17,69 &= \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{6,507} \\17,69 &= \frac{1}{6,507 k_2} \\k_2 &= \frac{1}{115,108} \\k_2 &= 8,687 \times 10^{-3} \text{ (g/mg min)}\end{aligned}$$

Lampiran 5. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Spektrofotometer Inframerah (FT-IR)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU
 Jl. Kallurang Km.14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895920 ext. 3044 fax (0274) 896439 ext. 3020



Wed Sep 26 13:09:12 2012 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *100C p.a
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 56.556
 Sensitivity: 70
 Peak list:

Position	Intensity
981.41	4.758
3473.44	15.513
457.31	15.556
667.49	33.645
559.71	33.882
747.27	34.866
1643.67	36.735
2361.12	43.636
2339.23	44.785
1476.78	47.430
1410.57	48.696

Lampiran 6. Data Hasil Analisis Sintesis Zeolit Abu Dasar Batubara dengan Difraktogram Sinar-X

