

**ADSORPSI ION BESI PADA LINDI MENGGUNAKAN ZEOLIT
ALAM TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl)**

WIRNA APRILIANTI

NIM H1031171007

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA**

2023

**ADSORPSI ION BESI PADA LINDI MENGGUNAKAN ZEOLIT
ALAM TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl)**

WIRNA APRILIANTI

NIM H1031171007

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2023**

**ADSORPSI ION BESI PADA LINDI MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM
TERAKTIVASI ASAM KLORIDA (HCl)**

Tanggung Jawab Yuridis Material Pada



Wirna Aprilianti
NIM H1031171007

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Sc
NIP. 196904191996012002

Pembimbing II



Dr. Nelly Wahyuni, M.Si.
NIP. 197506022000032001

Disahkan Oleh
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

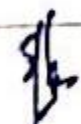
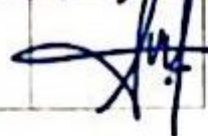


Dr. Gusrihal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031000



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Jalan Prof. Hadari Nawawi, Pontianak
Telp/Fax : (0561) 577963 e-mail. info@fmipa.untan.ac.id

TIM PENGUJI SKRIPSI

NAMA/NIIP	TIM PENGUJI	GOLONGAN/ JABATAN	TANDA TANGAN
Titin Anita Zaharah, S Si, M Sc NIP. 196904191996012002	Pimpinan Sidang (Anggota Penguji)	IV/a Lektor Kepala	
Dr. Nelly Wahyuni, M.Si. NIP. 197506022000032001	Sekretaris Sidang (Anggota Penguji)	IV/b Lektor Kepala	
Imelda H Silalahi, Ph D NIP. 197605062000122001	Ketua Penguji	III/d Lektor	
Intan Syahbanu, S.Si, M.Si. NIP. 198511042012122002	Anggota Penguji	III/c Lektor	

**Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak**

Nomor: 1109/UN22.8/TD.06/2023

Tanggal: 29 Maret 2023

Tanggal Lulus : 3 April 2023

ADSORPSI ION BESI PADA LINDI MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI ASAM KHLORIDA (HCl)

Abstrak

Lindi merupakan limbah cair dari perkolasi air hujan dengan sel sampah yang mengalir pada aliran Tempat Pembuangan Akhir (TPA) berlokasi di Batu Layang, memiliki kandungan ion besi yang tinggi. Salah satu aspek penting dalam upaya pengendalian lingkungan adalah mengurangi konsentrasi logam – logam berat yang ada dalam lindi. Pada penelitian ini dilakukan penurunan ion besi pada lindi TPA Batu Layang, Kalimantan Barat, menggunakan zeolit alam teraktivasi dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat. Zeolit alam diaktivasi dengan HCl 1 M untuk menghilangkan zat - zat pengotor dan meningkatkan kinerja adsorpsi. Karakterisasi adsorben zeolit alam teraktivasi dipelajari dengan menggunakan instrumen *Gas Sorption Analyzer* (GSA). Penurunan konsentrasi ion besi diukur menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Kondisi optimum adsorben pada variasi waktu kontak 60, 90, 120, 150, dan 180 menit, dan massa adsorben 0,25; 0,5; 0,75; 1 dan 1,25 gram. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik luas permukaan zeolit alam sebelum aktivasi sebesar 0,9808 m²/g dan setelah dilakukan aktivasi yaitu sebesar 2,6398 m²/g. Hasil total volume pori sebelum aktivasi sebesar 0,0054 cc/g dan setelah diaktivasi yaitu sebesar 0,0069 cc/g. Efektivitas penyerapan ion besi pada lindi dengan perbandingan 1 : 25 (g/mL) oleh adsorben zeolit alam teraktivasi pada waktu kontak optimum 60 menit dan massa adsorben 1,25 gram adalah sebesar 50,61%.

Kata Kunci : lindi, adsorpsi, zeolit alam, aktivasi, ion besi

ADSORPTION OF IRON IONS IN LEACH USING ACTIVATED NATURAL ZEOLITE CHLORIC ACID (HCl)

Abstract

Leachate is liquid waste from rainwater percolation with waste cells flowing into the Final Disposal Site (TPA) located in Batu Layang, which has a high content of iron ions. One of the important aspects of environmental control efforts is to reduce the concentration of heavy metals in leachate. In this study, the reduction of iron ions in the leachate of the Batu Layang landfill, West Kalimantan, was carried out using activated natural zeolite with the adsorption method. The adsorption method is a process of absorption by solids of certain substances that occur on the surface of solids. Natural zeolite was activated with 1 M HCl to remove impurities and increase adsorption performance. Characterization of activated natural zeolite adsorbents was studied using a Gas Sorption Analyzer (GSA) instrument. The decrease in iron ion concentration was measured using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The optimum conditions for the adsorbent at various contact times were 60, 90, 120, 150, and 180 minutes, and the mass of the adsorbent was 0.25; 0.5; 0.75; 1, and 1.25 grams. The results showed that the characteristic surface area of natural zeolite before activation was 0.9808 m²/g and after activation was 2.6398 m²/g. The total pore volume before activation was 0.0054 cc/g and after activation was 0.0069 cc/g. The absorption effectiveness of iron ions in leachate with a ratio of 1: 25 (g/mL) by activated natural zeolite adsorbents at the optimum contact time of 60 minutes and a mass of 1.25 grams adsorbent was 50.61%.

Keywords : leachate, adsorption, natural zeolite, activation, iron ion

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Ion Besi Pada Lindi Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Klorida (HCl)”**. Skripsi ini mendeskripsikan tentang efektivitas penurunan ion Fe pada lindi menggunakan metode adsorpsi oleh zeolit alam teraktivasi. Pada variasi waktu kontak optimum dan massa adsorben. Skripsi ini juga sebagai satu diantara syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.

Banyak pelajaran yang diperoleh penulis selama menempuh perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini selesai tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak baik secara moril atau material. Oleh karena itu, perkenankan saya sebagai penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Dr. Gusrizal, S.Si. M.Si. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Andi Hairil Alimuddin, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.
3. Adhitiyawarman, Ph.D selaku Kepala Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura dan Dr. Ajuk Sapar, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Bioteknologi dan Riset FMIPA Universitas Tanjungpura. Serta Yoga Pratama, S.Si. dan Desi Salbeti, S.Si. atas pelayanan laboratorium dan kerjasama yang sangat baik selama penelitian ini.
4. Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu senantiasa memberikan arahan, ilmu dan motivasi selama penulis menjalankan perkuliahan.
5. Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Sc. dan Dr. Nelly Wahyuni, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan dosen pembimbing kedua serta yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan dan saran serta dukungan dalam menjalankan penelitian maupun penyusunan skripsi ini.

6. Imelda H Silalahi, Ph.D. dan Intan Syahbanu, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji pertama dan dosen penguji kedua atas masukan dan saran agar skripsi ini lebih baik.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan bantuan kepada penulis selama menjalankan perkuliahan.
8. Kepada orang tua tercinta, yaitu Bapak Iskandar dan Ibu Raimina yang selalu menjadi motivasi, selalu memberikan semangat dan dukungan secara moril maupun materil. Adikku tersayang Irwan Mutaqin serta keluarga besar atas doa restu pengorbanan, kasih sayang, motivasi dan doa yang telah dicurahkan kepada penulis selama menempuh perkuliahan ini.
9. Rekan-rekan terbaik saya selama kuliah yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis dan seluruh keluarga besar Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura serta rekan-rekan dari luar kampus terima kasih dan semangatnya serta kebersamaan dan kekeluargaan selama menjalankan perkuliahan dan penulisan skripsi ini hingga selesai.

Peneliti menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu peneliti mengharapkan kritikan dan masukan yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat demi kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan baik bagi peneliti sendiri maupun bagi pembaca.

Pontianak, 3 April 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Adsorpsi.....	4
2.2 Zeolit Alam	6
2.3 Aktivasi Zeolit.....	9
2.4 Logam Besi	10
2.5 Lindi dan Karakteristik Lindi.....	12
2.6 Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	14
2.7 Gas Sorption Analyzer (GSA)	15
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17

3.3	Prosedur Kerja.....	17
3.3.1	Preparasi Adsorben.....	17
3.3.2	Proses Aktivasi Zeolit Alam	18
3.3.3	Karakterisasi Gas Sorption Analyzer (GSA)	18
3.3.4	Karakterisasi Lindi.....	18
3.3.5	Adsorpsi Lindi Oleh Zeolit Alam Teraktivasi.....	19
3.3.6	Efektivitas Penyerapan Ion Besi dalam Lindi dengan Zeolit Alam Teraktivasi	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Preparasi Adsorben.....	21
4.2	Proses Aktivasi Zeolit Alam	21
4.3	Karakterisasi GSA (Gas Sorption Analyzer)	22
4.4	Karakterisasi Lindi	24
4.5	Adsorpsi Lindi oleh Zeolit Alam Teraktivasi	26
4.5.1	Variasi Waktu Kontak Optimum.....	26
4.5.2	Variasi Massa Adsorben	28
BAB V PENUTUP		30
5.1	Simpulan	30
5.2	Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN		35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jenis mineral zeolit yang terdapat dalam batuan zeolit	8
Tabel 2. 2. Karakterisasi zeolit	8
Tabel 2. 3. Komposisi zeolit alam	9
Tabel 2. 4. Karakteristik Lindi.....	13
Tabel 4. 1. Analisis GSA Sampel	23
Tabel 4. 2. Karakteristik Awal Lindi	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur rangka zeolit alam (mordenit)	7
Gambar 2. 2. Diagram Potensial untuk Fe pada konsentrasi 1.0 mM	11
Gambar 4. 1. Reaksi zeolit alam dengan HCl 1M	22
Gambar 4. 2. Kurva kalibrasi larutan standar Fe	25
Gambar 4. 3. Efektivitas penyerapan ion besi pada variasi waktu kontak optimum	27
Gambar 4. 4. Efektivitas penyerapan ion besi pada variasi massa adsorben	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	35
Lampiran 2. Perhitungan	36
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	39
Lampiran 4. Karakterisasi GSA (<i>Gas Sorption Analyzer</i>)	41
Lampiran 5. Hasil Analisis Ion Besi dengan AAS	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang merupakan TPA yang menampung sampah dari berbagai wilayah Kota Pontianak. Jenis sampah yang dibuang ke TPA Batu Layang merupakan campuran dari sampah rumah tangga, pasar dan industri yang dapat mencemari lingkungan. Sampah – sampah yang ditampung akan mengakibatkan penumpukan. Tumpukan sampah di TPA akan terbasuh oleh air hujan dan menimbulkan lindi.

Lindi (*leachate*) adalah larutan yang terjadi akibat bercampurnya air limpasan hujan dengan sampah yang telah membusuk dan mengandung zat tersuspensi yang sangat halus serta mikroba patogen (Soemirat, 1996). Lindi banyak mengandung senyawa logam berat, garam, senyawa nitrogen, dan berbagai jenis bahan organik. Logam berat yang terkandung dalam lindi yaitu logam Fe, Si, Cu, Pb, dan lain-lain. Menurut Tchobanaglou *et al* (1993), komposisi kimia pada air lindi memiliki rentang nilai 50 – 600 mg/L kandungan besi-nya. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan besi melebihi baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Menteri LH No. 5 tahun 2014 yaitu sebesar 5 mg/L. Hal ini dapat menyebabkan air menjadi keruh, warna air yang berubah menjadi kecoklatan dan berbau. Selain itu, besi juga dapat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat dan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Salah satu aspek penting dalam upaya pengendalian lingkungan adalah mengurangi konsentrasi logam – logam berat yang ada dalam lindi. Konsentrasi logam Fe, Mn, dan Cu pada perairan alami, yaitu Fe sebesar 0,05 – 0,2 mg/L, Mn sebesar 0,2 mg/L, Zn sebesar < 0,05 mg/L, dan Cu sebesar < 0,002 mg/L. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengolahan, salah satunya yaitu pengolahan dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan karena adanya akumulasi suatu spesies pada permukaan padat-cair (Widayatno *et al.*, 2017). Pengolahan dengan metode adsorpsi membutuhkan

media adsorben untuk mengadsorpsi logam berat yang terdapat dalam lindi, dalam hal ini lindi yang berasal dari TPA Batu Layang, Kalimantan Barat. Larasati *et al* (2016) menggunakan zeolit sebagai adsorben logam berat pada lindi TPA Tlekung, Batu. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa efektivitas penurunan logam Fe adalah sebesar 62,73% dan logam Cr sebesar 42,03%.

Salah satu jenis adsorben yang mudah didapat dan memiliki berbagai macam keunggulan adalah zeolit. Zeolit merupakan bahan aluminasilikat yang memiliki luas permukaan besar serta kapasitas tukar kation yang tinggi. Sifat tersebut membuat zeolit sering digunakan sebagai bahan yang memiliki banyak aplikasi seperti adsorben, penukar ion serta saringan molekul (Widayatno *et al.*, 2017). Penggunaan zeolit alam sebagai adsorben tidak dapat dilakukan secara langsung karena dalam zeolit alam masih banyak mengandung berbagai unsur-unsur pengotor seperti : Na, K, Ca, Mg dan Fe. Oleh sebab itu, penggunaan zeolit alam sebagai adsorben dibutuhkan suatu proses aktivasi untuk meningkatkan sifat khusus zeolit sebagai adsorben dan menghilangkan unsur-unsur pengotornya (Rosita *et al.*, 2004).

Secara umum, proses aktivasi terhadap zeolit alam dapat dilakukan dengan aktivasi secara fisika dan kimia. Pada penelitian ini dilakukan aktivasi secara kimia dengan perendaman zeolit alam dalam larutan asam. Aktivasi zeolit dengan asam memiliki tujuan meningkatkan daya adsorpsi karena dapat mengakibatkan demineralisasi yaitu hilangnya logam dan pengotor lainnya yang menutup pori pada zeolit (Jing, 2007). Hasil XRF (*X-Ray Flourescene*) penelitian yang dilakukan Maleiva, *et al.*, (2015) menunjukkan hilangnya logam dan pengotor lain seperti Ti, Al, Fe, Ca, Mg, dan K pada zeolit yang diaktivasi dengan HCl 6 M.

Proses aktivasi kimia menunjukkan bahwa zeolit yang diaktivasi dengan asam akan menjadikan zeolit lebih polar bila dibandingkan dengan zeolit yang diaktivasi dengan basa (Jozefaciuk dan Bowanko, 2002). Penelitian ini dilakukan aktivasi menggunakan asam klorida (HCl) yang mengacu pada penelitian Widiarti, S *et al* (2022) untuk meningkatkan kinerja zeolit alam. Menurut penelitian Widiarti, S *et al* (2022) menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi asam (HCl) dan basa (NaHCO_3) mampu menyerap senyawa organik yang

dianalisis sebagai nilai COD pada lindi sebesar 69,3% dan 89,3%. Zeolit alam sebelum dan sesudah aktivasi dikarakterisasi menggunakan instrumen *Gas Sorption Analyzer* (GSA).

Pada penelitian ini, zeolit alam sesudah aktivasi akan diinteraksikan dengan lindi TPA Batu Layang, Kalimantan Barat untuk menyerap ion besi. Selanjutnya dilakukan uji kandungan ion besi pada filtrat dengan variasi waktu kontak optimum dan massa adsorben.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah bagaimana efektivitas penggunaan adsorben zeolit alam teraktivasi asam klorida (HCl) dalam adsorpsi ion besi pada lindi di TPA Batu Layang, Kalimantan Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah menentukan kemampuan zeolit alam teraktivasi asam klorida (HCl) dalam mengadsorpsi ion besi pada lindi di TPA Batu Layang, Kalimantan Barat.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui efektivitas penggunaan adsorben zeolit alam teraktivasi asam klorida (HCl) dalam mengadsorpsi ion besi dan memberikan informasi kepada masyarakat agar lebih memanfaatkan zeolit alam yang merupakan salah satu sumber kekayaan alam sebagai material yang memiliki kemanfaatan yang tinggi, serta dapat diaplikasikan untuk pengolahan lindi bagi Kota Pontianak di TPA Batu Layang.