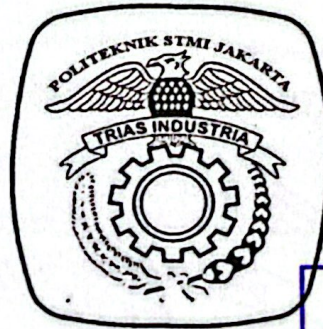


**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM Pb<sup>2+</sup>**  
**DAN Cu<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT-AAM**  
**DI BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**  
**(April-Agustus 2019)**



**DATA BUKU PERPUSTAKAAN**

Tgl Terima

07/08/2019

No Induk Buku

551/TKP/SB/TA/2019

**OLEH:**

**ELFARA DENY PUSPITASARI 1515002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**  
**JAKARTA**  
**2019**

**SUMBANGAN ALUMNI**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM Pb<sup>2+</sup>**  
**DAN Cu<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT-AAM**  
**DI BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**  
**(April-Agustus 2019)**

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



**OLEH:**

**ELFARA DENY PUSPITASARI 1515002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**  
**JAKARTA**  
**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM  $Pb^{2+}$  DAN  $Cu^{2+}$   
MENGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT-AAM

DISUSUN OLEH:

NAMA : ELFARA DENY PUSPITASARI  
NIM : 1515002  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

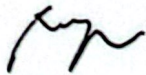
Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Juli 2019

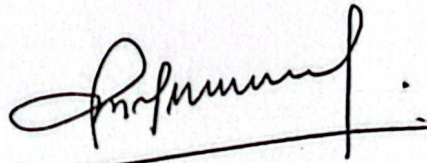
Menyetujui,

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA  
NIP: 196405231980031004



Ir. Parulian Leonard Marpaung, M.M.  
NIP: 198407162014021001



Nomor : 025 /BPSDMI/STMI/IV/2019  
Lampiran : 1 (satu)  
Perihal : **Penugasan Proses  
Bimbingan Tugas Akhir  
Tahun Akademik 2018/2019**

Jakarta, 04 April 2019

Kepada  
Yth. Bapak Ir. Parulian Leonard Marpaung,  
M.M.  
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/ KEP/01 /2019 tanggal 02 Januari 2019 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2018/2019, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

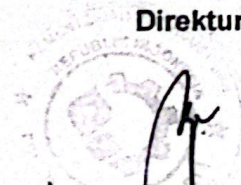
Nama : **Elfara Deny Puspita Sari**  
No. Induk : **1515002**

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Pb dan Cu Menggunakan Adsorben Zeolit - AMO. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Direktur,



**Dr. Mustofa, ST, MT**

NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM  $Pb^{2+}$  DAN  $Cu^{2+}$

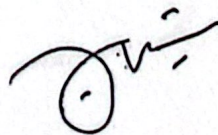
MENGGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT-AAM

DISUSUN OLEH :  
NAMA : ELFARA DENY PUSPITASARI  
NIM : 1515002  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, Juli 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:











Pembimbing :



Dr. Oktaviani, M.Si

## LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Elfara Deny Puspita Sari  
 NIM : 1515002  
 Judul Tugas Akhir : ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM Pb<sup>2+</sup> DAN Cu<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT-AAM  
 Pembimbing : Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

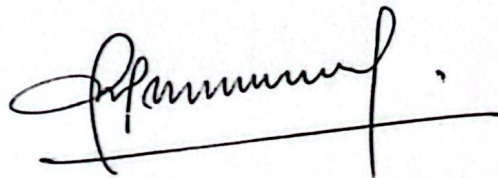
Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
3 - April - 2019		Konfirmasi tempat penelitian dan Judul Tugas Akhir.	
22 - 05 - 2019	I	Latar belakang masalah dan rumusan batasan masalah, Tujuan, dan Sistematika Penulisan.	
24 - 05 - 2019	II	Tinjauan Pustaka	
10 - 06 - 2019	II	Londasan Teori	
05 - 07 - 2019	III	Metode Penelitian	
08 - 07 - 2019	IV	Hasil dan pembahasan data pengujian.	
11 - 07 - 2019	V	Kesimpulan dan Saran	
23 - 07 - 2019		Daftar Pustaka	
24 - 07 - 2019		- Penyusunan laporan dalam Power Point	
01 - 08 - 2019		- Revisi Power Point untuk Seminar.	

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi  
 Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA  
 NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM  
 NIP. 195702141985031002



Nomor : 001 /SJ-IND.7.2/1/2019  
Lampiran :  
Perihal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 15 Januari 2019

Kepada  
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan  
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi  
Jl. Lebak Bulus Raya No.49 Pasar Jum,at  
Jakarta Selatan

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Elfara Deny Puspita Sari	1515002	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Pembantu Direktur I,

**Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T**

NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR**

JUDUL TUGAS AKHIR:

ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM  $Pb^{2+}$  DAN  $Cu^{2+}$  MENGGUNAKAN  
ADSORBEN ZEOLIT-AAM

DISUSUN OLEH :

NAMA : ELFARA DENY PUSPITASARI

NIM : 1515002

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia  
Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Selasa, 10 September 2019.

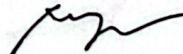
Jakarta, September 2019

Penguji 1



Syaiful Ahsan, S.T., M.T.  
NIP: 198407162014021001

Penguji 2



Ir. Roosmariharso, MBA  
NIDK: 8873590019

Penguji 3



Dr. Ir. Lintong Sopandi H., MS.ChE  
NIP: 195803221986031002

Dosen Pembimbing



Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM.  
NIP: 195702141985031002

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Elfara Deny Puspitasari

NIM : 1515002

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :  
“Adsorpsi dan Desorpsi Ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  Menggunakan Adsorben Zeolit-  
AAM”.

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survey lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir ini dibatalkan.

Jakarta, 30 Juli 2019

Yang Membuat Pernyataan



Elfara Deny Puspitasari

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji serta syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dengan judul “Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  Menggunakan Adsorben Zeolit-AAM.” Proposal Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat penyelesaian akademik jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Penulis menyadari segala kekurangan yang ada, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Allah SWT, atas berkat anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini,
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil kepada penulis,
3. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta
4. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer,
5. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer,
6. Bapak Ir. Parulian Leonard Marpaung, M.M., selaku dosen pembimbing penulis,
7. Bapak Totti Tjiptosumirat, M.Rur.Sci selaku Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional yang telah memberi izin untuk melakukan penelitian di BATAN,
8. Ibu Dr. Tita Puspitasari, M.Si., selaku Kepala Bidang Proses Radiasi, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Bahan Industri, Bidang Proses Radiasi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional,
9. Ibu Oktaviani, M.Si., selaku pembimbing lapangan penulis yang telah membantu penulis selama proses penelitian,

10. Ibu Dewi Sekar Pangerteni, B.Sc selaku pembimbing lapangan penulis yang sudah membantu selama proses penelitian ini berlangsung,
  11. Keluarga besar dan semua teman-teman Program Studi TKP yang selalu memberikan semangat kepada penulis
- Akhir kata, penulis berharap Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi yang baik bagi para pembaca.

Jakarta, Agustus 2019

Penulis

## ABSTRAK

Zeolit merupakan adsorben yang dapat menyerap logam berat pada air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dan desorpsi dari zeolit yang sudah dicampurkan dengan akrilamida dan di iradiasi menggunakan sinar gamma dari penelitian Sari (2017). Proses penggabungan menggunakan monomer akrilamida untuk dijadikan adsorben dalam meningkatkan kemampuan menyerap logam berat seperti Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Pembuatan zeolit-AAM (Akrilik Amida Monomer) dari peneliti sebelumnya dilakukan dengan tahap preparasi zeolit, pembuatan larutan akrilamida dengan konsentrasi 40%, zeolit yang telah termodifikasi dengan monomer akrilamida diiradiasi dengan menggunakan sinar gamma dengan dosis radiasi 50kGy. Tahap karakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan tahap pengujian penyerapan pada logam Pb dan Cu dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada gugus fungsi baru yang terbentuk pada proses pengujian FTIR, dan untuk hasil pengujian AAS menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi sangat dipengaruhi oleh pH (derajat keasaman) semakin besar pH maka nilai kapasitas penyerapannya akan semakin besar, sedangkan desorpsi dipengaruhi oleh larutan konsentrasi asam tetapi pada penelitian ini logam Pb tidak dapat mendesorpsi dengan maksimal jika menggunakan larutan asam HCl (asam klorida) berbeda dengan logam Cu yang dapat mendesorpsi secara optimum menggunakan larutan asam HCl.

**Kata kunci:** zeolit, adsorben, radiasi, poliakrilamida

## DAFTAR ISI

	Halaman
LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR.....	ix
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	x
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Zeolit.....	5
2.1.1 Struktur dan Sifat Zeolit.....	5
2.1.2 Jeniz Zeolit.....	7
2.2 Poliakrilamida.....	8
2.3 Adsorpsi.....	10
2.3.1 Adsorpsi Fisika.....	10
2.3.2 Adsorpsi Kimia.....	11
2.4 Desorpsi.....	11
2.5 Logam Berat.....	11

2.5.1 Logam Tembaga (Cu).....	12
2.5.2 Logam Timbal (Pb).....	12
2.6 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy</i> .....	13
2.7 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i> .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.2.1 Alat .....	16
3.2.2 Bahan .....	17
3.3 Variabel .....	17
3.3.1 Variabel Tetap .....	17
3.3.2 Variabel Bebas.....	17
3.4 Prosedur Penelitian Adsorpsi dan Desorpsi ion logam Pb(II) dan Cu (II) Menggunakan Adsorben Zeolit-AAm .....	18
3.4.1 Preparasi Bahan Baku.....	19
3.4.2 Pencucian Zeolit-AAm .....	19
3.4.3 Adsorpsi Logam Pb dan Cu.....	19
3.4.4 Pengujian Desorpsi Untuk Logam Pb dan Cu .....	20
3.4.5 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR .....	20
3.4.6 Adsorpsi Ion Logam .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>22</b>
4.1 Karakteristik Gugus Fungsi zeolit-AAm dengan FTIR.....	22
4.2 Kapasitas Adsorpsi Zeolit-AAm Terhadap Ion Logam.....	24
4.3 Kapasitas Desorpsi Zeolit-AAm Terhadap Ion Logam.....	26
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN A</b> .....	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN B</b> .....	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN C</b> .....	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN D</b> .....	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Mineral Zeolit .....	5
Gambar II.2 Bentuk tetrahedral silika atau alumina. ....	6
Gambar II.3 Struktur klinoptilolit .....	8
Gambar II.4 Reaksi pembentukan homopolimer poliakrilamida .....	9
Gambar II.5 Komponen Utama FTIR .....	13
Gambar II.6 Bagan Alat AAS .....	15
Gambar III.1 Skema Prosedur Penelitian.....	18
Gambar IV.1 Spektrum FTIR zeolit, akrilamida, zeolit-AAm .....	22
Gambar IV.2 Pengaruh Variasi pH Terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cu <sup>2+</sup> .....	24
Gambar IV.3 Pengaruh Variasi pH Terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Pb <sup>2+</sup> .....	25
Gambar IV.4 Jumlah Ion Pb <sup>2+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> yang terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi Dalam pH 2 .....	26
Gambar IV.5 Jumlah Ion Pb <sup>2+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> yang terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi Dalam pH 3 .....	27
Gambar IV.6 Jumlah Ion Pb <sup>2+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> yang terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi Dalam pH 5.....	28
Gambar IV.7 Jumlah Ion Pb <sup>2+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> yang terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi Dalam pH 7.....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Jenis Mineral Zeolit Alam dan Rumus Kimia.....	7
Tabel II.2 Sifat fisik poliakrilamida.....	8
Tabel II.3 Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Akrilamida dan Zeolit .....	14

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan oleh industri yang berupa limbah baik berupa zat organik maupun logam berat akan menimbulkan suatu permasalahan yang sangat penting, oleh karena itu diperlukan penanganan yang tepat serta ramah lingkungan baik limbah tersebut akan digunakan kembali untuk proses produksi atau akan langsung dibuang ke lingkungan karena sudah tidak dapat digunakan kembali, limbah-limbah yang ada dalam kategori logam berat digunakan oleh beberapa industri, baik berupa industri rumah tangga maupun industri skala besar. Keberadaan limbah logam berat sangat berbahaya jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya penanganan lebih lanjut, seperti dapat mengubah keadaan air secara perlahan-lahan yang dapat menimbulkan suatu zat padat yang dapat tersuspensi dalam air, selain itu limbah logam berat bersifat terakumulatif sehingga akan selalu bertambah dan dapat mengurangi kadar air bersih yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup.

Kekhawatiran akibat yang ditimbulkan dari pencemaran logam-logam tersebut, diadakan sejumlah penelitian dan pengembangan untuk menyerap limbah-limbah logam tersebut. Untuk mengurangi atau menurunkan kadar pencemaran tersebut diperlukan adsorben yang dapat menyerap logam berat dari air limbah. Adsorben yang saat ini banyak digunakan untuk menyerap logam berat adalah zeolit. (Rehakova dkk, 2004).

Beberapa penelitian mengkonfirmasi bahwa mineral zeolit memiliki sifat sebagai penukar ion, penyaring molekul dan katalis sehingga dapat digunakan dalam pengolahan limbah industri maupun limbah rumah tangga (Moshoeshoe dkk, 2017). Meskipun zeolit dapat dikatakan memiliki sifat penyerapan yang cukup baik, namun sebagian besar zeolit di Indonesia masih berkualitas rendah sebagai mineral galian dan perlu diadakan penelitian yang terpadu untuk meningkatkan kualitas zeolit menjadi mineral industri (Las dan Zamroni, 2002).

Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Baybas dan Ulusoy (2011) yaitu karakterisasi komposit poliakrilamida-zeolit serta daya serapnya terhadap terbitium. Komposit poliakrilamida-zeolit ini dibuat dengan polimerisasi langsung antara monomer akrilik amida (AAM) dengan suspensi mineral zeolit, dimana komposisi terakhir dari komposit memiliki rasio massa 2:1 dari AAM terhadap mineral. Penelitian yang dilakukan Demet Baybas menyimpulkan bahwa kapasitas adsorpsi dari komposit yang dibuat lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit. (Baybas dan Ulusoy, 2014).

Karakter permukaan zeolit dapat diubah sifatnya dengan melakukan proses modifikasi permukaan dengan menggunakan berbagai teknik. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan memodifikasi permukaan dengan menggunakan senyawa-senyawa organik, atau modifikasi permukaan bisa juga dapat dilakukan secara fisika untuk mengubah ukuran pori-pori permukaan. Tujuan dari modifikasi permukaan adalah untuk mendapatkan sifat yang diinginkan dari suatu zeolit seperti kemampuan interaksi dengan senyawa lain, perubahan ukuran pori, kemampuan adsorpsi terhadap adsorbat tertentu, dan berbagai hal lainnya (Mockovciakova dan Orolinova, 2008).

Menurut Safrianti dkk (2012) derajat keasaman (pH) merupakan salah faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Keasaman (pH) mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada adsorben. Pada penelitian Safrianti dkk (2012) dilakukan percobaan penelitian adsorpsi timbal (II) menggunakan adsorben jerami padi yang telah teraktivasi asam nitrat dengan variasi konsentrasi. Setelah itu, dilakukan variasi pH larutan timbal (II) oleh adsorben jerami padi. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben zeolit termodifikasi akrilamida dengan variasi pH.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sari pada tahun 2017, peneliti menggunakan metode penggabungan antara monomer akrilamida dengan zeolit. Dimana proses polimerisasi antara monomer AAM dan zeolit terjadi pada saat proses radiasi berlangsung. Penelitian ini memanfaatkan zeolit-AAM dari penelitian Sari (2017) untuk meningkatkan daya serap terhadap ion-ion logam.

## 1.2 Rumusan Masalah

Alur perumusan masalah yang mendasari diadakannya penelitian ini dapat dilihat pada keterangan latar belakang, terdapat beberapa permasalahan terkait:

1. Bagaimana gugus fungsi zeolit-AAM?
2. Bagaimana pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi zeolit-AAM sebagai adsorben ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ ?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi HCl terhadap jumlah ion logam yang terdesorpsi dengan zeolit-AAM sebagai adsorben logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ ?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari penelitian yang seharusnya, berikut batasan-batasan masalah yang sudah ditentukan:

1. Bahan baku yang digunakan berupa zeolit-AAM dari penelitian Sari pada tahun 2017.
2. Pengujian adsorpsi dilakukan dengan 2 variasi ion logam serta variasi pH menggunakan pH 2, 3, 5, dan 7 dengan menggunakan pH > 7 akan membuat logam menjadi endapan dan proses adsorpsi tidak dapat berlangsung secara maksimal.
3. Pengujian desorpsi dilakukan dengan konsentrasi HCl yaitu 0,1 M dan 1 M.
4. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi dari zeolit alam, akrilamida, dan zeolit-AAM yang terbentuk.
5. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui daya serap dan daya pelepasan zeolit-AAM terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ .

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui gugus fungsi zeolit-AAM.
2. Mengetahui pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi zeolit-AAM sebagai adsorben ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ .
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi HCl terhadap jumlah ion logam yang terdesorpsi dengan zeolit-AAM sebagai adsorben logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ .

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai kemampuan zeolit-AAm sebagai pengadsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ .
2. Memberikan informasi mengenai jumlah adsorpsi zeolit-AAm terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  berdasarkan variasi pH.
3. Memberikan informasi mengenai hasil persentase desorpsi menggunakan adsorben zeolit-AAm terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  berdasarkan variasi konsentrasi HCl.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Di dalamnya terdapat lima bab yang masing-masing berkaitan erat. Adapun susunan ke lima bab tersebut, yaitu sebagai berikut:

#### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian.

#### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan umum yang berisikan polimer, zeolit, poliakrilamida, adsorpsi, desorpsi, adsorben, dan radiasi sinar gamma. Serta penjelasan karakterisasi mengenai *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

#### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian serta prosedur penelitian.

#### **BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil pengukuran, analisa data yang sudah diolah menjadi grafik, pembahasan terhadap hasil pengukuran dan analisa data.

#### **BAB V: PENUTUP**

Bab ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Zeolit

Zeolit merupakan mineral alam yang banyak ditemukan di alam sebagai batuan sedimen vulkano, pertama kali ditemukan oleh Freiher Axel Cronstedt, seorang ahli mineralogi dari Swedia pada tahun 1756. Nama zeolit berasal dari bahasa Yunani *zein* yang berarti mendidih dan *lithos* yang berarti batuan, dimana nama tersebut digunakan sesuai dengan sifat zeolit dimana air dalam rongga-rongga zeolit akan mendidih bila dipanaskan. (Moshoeshoe dkk, 2017).



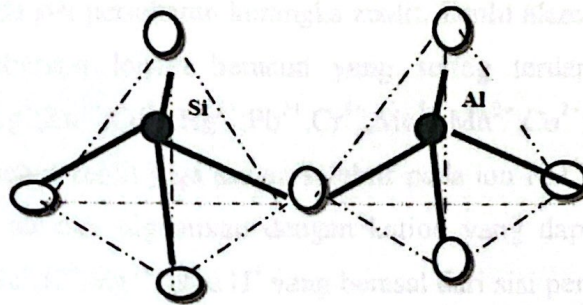
Gambar II.1 Mineral Zeolit

Zeolit umumnya berwarna putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran rongga pori-pori dari zeolit pada umumnya tidak lebih dari 0,3 nm hingga 1,0 nm (Moshoeshoe dkk, 2017). Di Indonesia, mineral zeolit dapat ditemukan di beberapa wilayah dengan keberadaannya dalam jumlah besar dan memiliki harga yang relatif murah seperti daerah Lampung dan Tasikmalaya.

##### 2.1.1 Struktur dan Sifat Zeolit

Zeolit merupakan senyawa alumino-silikat yang memiliki struktur berongga dan biasanya diisi oleh air dan kation yang dapat dipertukarkan. Selain itu, zeolit memiliki ukuran pori yang tertentu dan bisa dimodifikasi. Oleh sebab itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekular, penukar ion, penyerap bahan

dan katalisator (Moshoeshoe dkk, 2017). Zeolit memiliki bentuk tetrahedral  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  dan  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  yang saling berhubungan dengan atom O seperti ditunjukkan dalam gambar II.2



**Gambar II. 2** Bentuk tetrahedral silika atau alumina.

Sumber: Las dan Zamroni, 2002

Zeolit umumnya tidak mengalami perubahan struktur yang berarti jika dipanaskan pada suhu tinggi serta tahan terhadap oksidasi dan reduksi. Pada Temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ , sebagian zeolit tidak mengalami perubahan posisi ion dalam kristal, sehingga tidak menyebabkan perubahan struktur. Beberapa jenis zeolit memiliki ketahanan terhadap perlakuan kimia pada  $\text{pH} < 3$  dan  $\text{pH} > 12$ . Zeolit juga memiliki ketahanan radiasi yang sangat baik, misalnya klinoptilolit dengan tingkat radiasi  $10^6$ - $10^{10}$  rad tidak mengalami perubahan struktur, untuk resin organik radiasi dengan dosis  $10^6$  rad saja telah menyebabkan menurunnya fungsi pertukaran ion resin (Las dan Zamroni, 2002). Zeolit juga memiliki sifat-sifat, antara lain:

a. Adsorpsi

Salah satu sifat dari mineral zeolit adalah kemampuannya dalam melakukan adsorpsi yang cukup baik. Penelitian yang dilakukan oleh Widiastuti dkk (2011) telah menunjukkan bahwa zeolit mampu mengadsorpsi ammonia dari air limbah cucian rumah tangga. Adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya atom atau molekul suatu zat pada permukaan zat lain, karena ketidakseimbangan antara gaya kohesi partikel sefase dengan gaya adhesi partikel antar fase pada bidang batas suatu fase dengan fase lainnya.

## b. Penukar Ion

Sebagian besar metode penggunaan zeolit digunakan untuk pemurnian air yang didasarkan pada pertukaran kation. Dalam hal ini kation terlarut dalam air ditukar dengan kation pada sisi pertukaran kerangka zeolit. Zeolit alam umumnya bersifat selektif pada beberapa logam beracun yang sering terdapat pada perairan (misalnya  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{Cd}^{2+}$ ;  $\text{Hg}^{2+}$ ;  $\text{Pb}^{2+}$ ;  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{Mo}^{2+}$ ;  $\text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{Co}^{2+}$ ; dan  $\text{Ni}^{2+}$ ). Selain logam-logam tersebut zeolit juga sangat selektif pada ion  $\text{NH}_4^+$ . Ion-ion tersebut dikeluarkan dari air dan digantikan dengan kation yang dapat diterima secara biologis seperti  $\text{Na}^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ; atau  $\text{H}^+$  yang berasal dari sisi pertukaran zeolit atau kandungan dari zeolit itu sendiri (Moshoeshoe dkk, 2017).

### 2.1.2 Jeniz Zeolit

Zeolit dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu, zeolit alam dan zeolit buatan (sintesis).

#### a) Zeolit Alam

Zeolit alam terbentuk karena adanya perubahan alam (zeolitisasi) dari bahan vulkanik dan dapat digunakan secara langsung untuk berbagai keperluan, namun daya serap maupun daya tukar ion zeolit tersebut belum maksimal. Untuk meningkatkan daya serap dan daya tukar ion dari zeolit alam diperlukan perlakuan lebih lanjut untuk mengaktivasi dan membersihkan rongga-rongga zeolit. Jenis zeolit alam sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 50 jenis. (Wang dan Peng, 2010).

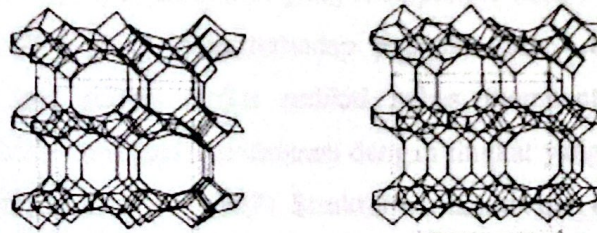
Mineral zeolit alam yang paling umum ditemui adalah klinoptilolit dan modernit dimana pada penelitian ini digunakan zeolit alam dengan jenis mineral zeolit klinoptilolit yang berasal dari Lampung, struktur zeolit klinoptilolit dapat dilihat pada tabel II.1

**Tabel II.1 Jenis Mineral Zeolit Alam dan Rumus Kimia**

Jenis Mineral Zeolit	Rumus Kimia
Clinoptilolite	$(\text{K}_2\text{Na}_2\text{Ca})_3 \text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72} \cdot 21\text{H}_2\text{O}$
Modernite	$(\text{Na}_2\text{Ca})_4 \text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$
Chabazite	$(\text{CaNa}_2\text{K}_2)_2 \text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Phillipsite	$\text{K}_2(\text{CaNa}_2)_2 \text{Al}_8\text{Si}_{10}\text{O}_{32} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Scolecite	$\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{40} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Stilbite	$\text{Na}_2\text{Ca}_4\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72} \cdot 30\text{H}_2\text{O}$

Jenis Mineral Zeolit	Rumus Kimia
Analcime	$\text{Na}_{16}\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Laumontite	$\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Erionite	$(\text{Na}_2\text{K}_2\text{MgCa}_{15})_4 \text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$
Ferrierite	$(\text{Na}_2\text{K}_2\text{CaMg})_3 \text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$

Sumber : Wang dan Peng, 2010



**Gambar II. 3** Struktur klinoptilolit

Sumber: Las dan Zamroni, 2002

#### b) Zeolit Sintetis

Zeolit sintetis atau buatan merupakan hasil rekayasa manusia secara proses kimia yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Sifat zeolit yang dihasilkan tergantung dari jumlah komponen atom Al dan atom Si dari zeolit tersebut.

#### 2.2 Poliakrilamida

Poliakrilamida merupakan polimer dari senyawa akrilamida ( $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$ ) atau 2-propenamida. Akrilamida merupakan padatan kristal berwarna putih, memiliki massa molar 71,08 g/mol, tidak mudah menguap, larut dalam air dan mudah bereaksi melalui reaksi amida atau ikatan rangkapnya (Krishnakumar dan Visvanathan, 2014). Monomernya dapat berpolimerisasi dengan cepat ketika mencapai titik leburnya atau dibawah sinar ultraviolet. Akrilamida dalam larutan bersifat stabil pada suhu kamar dan tidak mengalami proses polimerisasi secara spontan (Harahap, 2006). Sifat fisik dari poliakrilamida dapat dilihat dalam tabel II.2

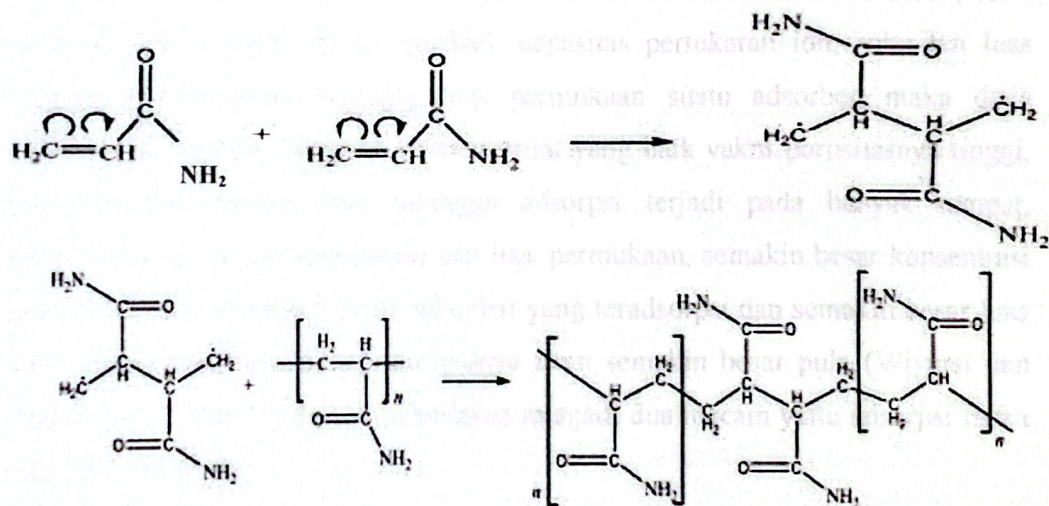
**Tabel II.2** Sifat fisik poliakrilamida

Sifat	Keterangan
Densitas	1,302 g/cm <sup>3</sup> (23°C)
Temperatur transisi gelas (Tg)	195°C
Tegangan permukaan kritis	52,3 mN/m (20°C)
Struktur Kristal	<i>Amorphous.</i>
<i>Solvents</i>	<i>Air, ethylene glycol, formamide.</i>
<i>Non-solvents</i>	<i>Ketones, hidrokarbon, Eter, alkohol</i>

Sifat	Keterangan
<i>Fractionation solvents</i>	Air, methanol
Kandungan gas hasil pembakaran	H <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , nitrogen oxides

Sumber: Lipp dan Kozakiewicz, 2004

Akrilamida merupakan monomer yang mempunyai ikatan rangkap dua dalam struktur molekulnya yang peka terhadap paparan radiasi membentuk radikal bebas. Akhir dari proses reaksi radikal bebas membentuk hidrogel yang mempunyai struktur jaringan tiga dimensi dengan tingkat yang sesuai pada ikatan silang (Buchholz dan Graham, 1997). Struktur akrilamida dan reaksi pembentukan homopolimer poliakrilamida dapat dilihat pada gambar II.4 sebagai berikut:



**Gambar II.4** Reaksi pembentukan homopolimer poliakrilamida

Sumber : Anah dkk, 2010

Hidrogel poliakrilamida mempunyai kelemahan seperti kemampuannya dalam menyerap air (*Swelling*) terbatas dan merupakan homopolimer dengan sifat fisik relatif rendah, sehingga pengembangan untuk aplikasinya juga terbatas. (Erizal dan Rahayu, 2009).

Sesuai dengan kemajuan pengembangan bidang penelitian dan teknologi, beberapa tahun belakangan ini penelitian yang berkaitan dengan poliakrilamida sedang dikembangkan secara intensif sebagai bahan penyerap (*sorbent*). Dalam aplikasinya sebagai adsorben logam berat, akrilamida selektif dalam penyerapan terhadap logam berat kromium (Cr) dan seng (Zn). (Puspitasari dkk, 2015).

## 2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam (Atkins, 1982).

Proses adsorpsi dapat terjadi pada fasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian permukaan disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Walaupun demikian, adsorpsi masih bergantung pada sifat pengadsorpsi. (Fatmawati, 2006).

Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain struktur adsorben, berat adsorben, pH media, ukuran partikel, kapasitas pertukaran ion, suhu, dan luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan suatu adsorben maka daya adsorpsinya semakin besar. Adsorben padat yang baik yakni porositasnya tinggi, permukaannya sangat luas sehingga adsorpsi terjadi pada banyak tempat. Demikian juga untuk konsentrasi dan luas permukaan, semakin besar konsentrasi adsorbat maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi dan semakin besar luas permukaan adsorben, maka adsorpsinya akan semakin besar pula (Wiyarsi dan Priyambodo, 2009). Adsorpsi dibedakan menjadi dua macam yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

### 2.3.1 Adsorpsi Fisika

Molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan ikatan yang lemah (ikatan Van der Waals). Adsorpsi tersebut bersifat reversible, sehingga molekul-molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada temperatur yang rendah dan jumlah zat yang teradsorpsi akan semakin kecil dengan naiknya suhu. Demikian juga kondisi kesetimbangan tercapai setelah adsorben bersentuhan dengan adsorbat. Hal tersebut, karena dalam fisika tidak melibatkan energi aktivasi (Langenati dkk, 2012).

### 2.3.2 Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia atau *Chemisorption* merupakan proses dimana molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dan bereaksi secara kimia. Hal tersebut disebabkan pada adsorpsi kimia terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan. Ikatan antara adsorben dengan adsorbat dapat cukup kuat sehingga struktur aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi tersebut bersifat irreversible dan pada saat desorpsi zat asli sering ditemukan telah mengalami perubahan struktur kimia. Umumnya, dalam adsorpsi kimia jumlah (kapasitas) adsorpsi bertambah besar dengan naiknya temperatur. Zat yang teradsorpsi membentuk satu lapisan monomolekuler dan relatif lambat tercapai kesetimbangan karena dalam adsorpsi kimia melibatkan energi aktivasi (Oscik, 1982).

### 2.4 Desorpsi

Desorpsi merupakan proses pelepasan kembali ion/molekul yang telah berkaitan dengan gugus aktif pada adsorben. Berbagai larutan dapat digunakan untuk mendesorpsi logam dari adsorben, diantaranya adalah HCl. Persentase ion logam Pb dan Cu dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Desorpsi} = \frac{\text{Jumlah ion logam terdesorpsi}}{\text{Jumlah ion logam teradsorpsi}} \times 100$$

Desorpsi dapat terjadi bila proses adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh/tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan (Volesky and Diniz, 2005).

### 2.5 Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur yang umumnya digunakan dalam beberapa industri. Senyawa logam berat sering dikaitkan sebagai polutan karena sifatnya yang tidak mudah terurai dan bersifat akumulatif, pada konsentrasi tertentu logam berat bersifat toksik untuk makhluk hidup dalam proses aerobik maupun anaerobik. Dalam sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibagi dalam dua jenis yaitu, logam berat esensial dan non esensial. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat tersebut yakni Zn, Cu, Fe, Co, Mn. Sedangkan

jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr (Widowati dkk, 2008).

Padatnya aktivasi industri saat ini, pemukiman dan transportasi serta sumber-sumber logam berat di alam seperti limpasan, pelapukan batu, dan erosi pada tepian sungai berpeluang memberikan andil besar terhadap peningkatan kadar logam berat pada ekosistem kehidupan.

### 2.5.1 Logam Tembaga (Cu)

Tembaga adalah unsur kimia dengan symbol Cu dengan nomor atom 29 dan massa atom 63,546, tembaga memiliki titik lebur yaitu 108,3°C dan titik didih 231,0°C. Pada penelitian kali ini menggunakan logam tembaga sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) yang berwarna biru.

Adsorpsi logam Cu oleh tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, konsentrasi logam berat di lingkungan, tipe tumbuhan, pH tanah, curah hujan, dan lain-lain. Kemampuan untuk mengakumulasi logam berat juga berbeda-beda pada tiap tanaman. Pada manusia efek keracunan utama yang ditimbulkan oleh Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan (Palar, 2004).

### 2.5.2 Logam Timbal (Pb)

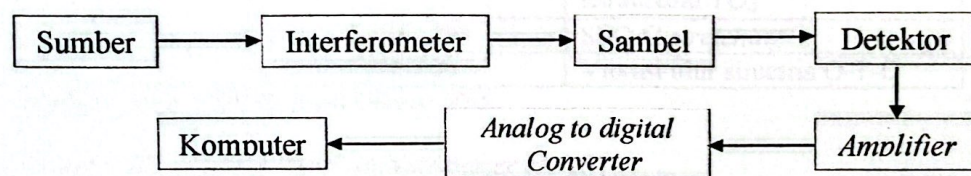
Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul karat. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007).

Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal adalah 327,5°C dan memiliki massa jenis 11,34 g/cm<sup>3</sup> (Widowati, 2008). Palar (1994) mengungkapkan bahwa logam Pb pada suhu 500-600°C dapat menguap dan membentuk oksigen di udara dalam bentuk timbal oksida (PbO). Dibawah ini merupakan tabel yang menunjukkan beberapa sifat fisika yang

dimiliki timbal.

## 2.6 Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy

*Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy* pengembangan dari spektrofotometer inframerah disperse, dimana pada spektrofotometer inframerah dispersi interfensi radiasi antara dua *beams* balok untuk menghasilkan interferogram. Pada spektrofotometer FTIR dua dominan jarak dan frekuensi dapat dipertukarkan dengan metode matematis transformasi *fourier*. Komponen dan spektrofotometer FTIR ditunjukkan secara skematik pada gambar II.5



**Gambar II.5** Komponen Utama FTIR

Sumber: Stuart, 2004

Radiasi yang muncul dari sumber dilewatkan melalui interferometer ke sampel sebelum mencapai detektor. Setelah amplifikasi sinyal, dimana kontribusi frekuensi tinggi telah dihilangkan oleh filter, data dikonversi ke bentuk digital oleh konverter *analog-ke-digital* dan ditransfer ke komputer untuk transformasi *fourier*. Secara keseluruhan, analisis menggunakan spektrofotometer FTIR memiliki dua kelebihan dibandingkan spektrofotometer inframerah jenis dispersi yaitu:

1. Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat.
2. Sensitifitas dari metode FTIR lebih besar daripada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah.

Dalam spektroskopi FTIR, frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (*wavenumber*) dengan satuan bilangan gelombang adalah sepersentimeter ( $1/\text{cm}$  atau  $\text{cm}^{-1}$ ). Bilangan gelombang gugus fungsi untuk akrilamida dan zeolit terdapat pada tabel II.3.

**Tabel II. 3** Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Akrilamida dan Zeolit

Senyawa	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
Akrilamida	3500-3200	N-H <i>stretching</i> , Gugus NH <sub>2</sub>
	2960-2850	C-H <i>stretching</i> , Gugus CH <sub>2</sub>
	1700-1650	C=O <i>stretching</i> , Gugus C=O
	1680-1600	C=C <i>stretching</i> , Gugus C=C
Zeolit	3700-3500	Si-OH <i>stretching</i> , vibrasi OH
	1700-1600	Asosiasi air dengan atom Na atau Ca
	1130-1000	Vibrasi internal ikatan T-O dalam tetrahedral TO <sub>4</sub>
	1110-1050	Si-O-C <i>stretching</i>
	700-400	Vibrasi ulur simetris O-T-O

Sumber: Stuart, 2004; Baybas&Ulusoy, 2016

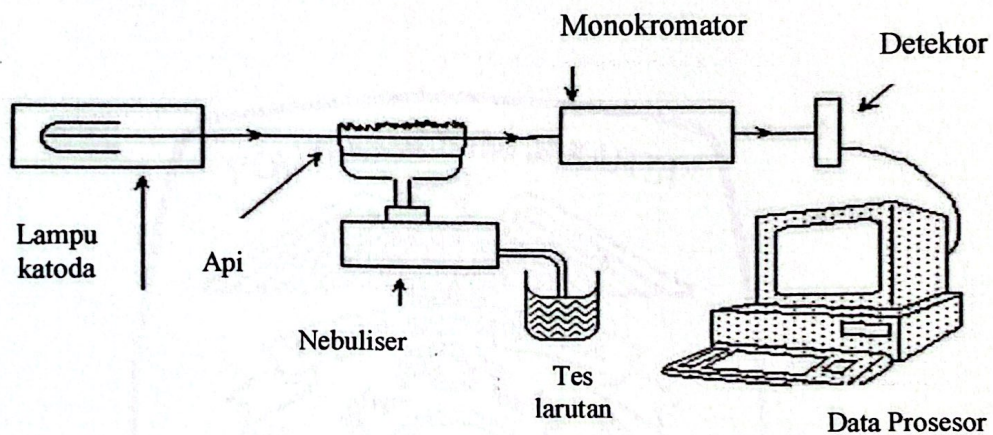
### 2.7 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

*Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) atau Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah teknik untuk menentukan konsentrasi logam tertentu dalam sampel yang akan dianalisis. Spektrofotometri serapan atom dipergunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan keberadaan ion logam baik secara kualitatif maupun kuantitatif dalam semua jenis materi dan larutan. Pengukuran dalam spektrofotometri serapan atom didasarkan pada radiasi yang diserap oleh atom yang tidak tereksitasi dalam bentuk uap (Hermanto, 2009).

Prinsip kerja alat spektrofotometri serapan atom adalah nyala api yang mengandung atom-atom netral dari unsur yang dianalisis yang berada pada keadaan dasarnya, disinari oleh sinar yang dipancarkan oleh sumber sinar. Sebagian intensitas sinar dari sumber sinar dengan panjang gelombang tersebut diteruskan menuju monokromator kemudian ke detektor, setelah itu ke amplifier dan rekorder. Spektra absorpsinya lebih sederhana dibandingkan dengan spektra molekulnya karena keadaan energi elektronik tidak mempunyai sub tingkatan vibrasi-rotasi.

Instrumentasi AAS memiliki lima bagian utama yaitu, sumber radiasi atau sistem emisi berupa lampu HCL (*Hollow Cathode Lamps*) untuk menghasilkan sinar yang diperlukan, sistem pengatoman atau sistem absorpsi berupa nyala asetilen-udara untuk mengubah sampel (padatan atau cairan) menjadi bentuk uap

atomnya dan berfungsi untuk menghasilkan atom-atom bebas, monokromator atau sistem seleksi untuk menyeleksi atau memisahkan spektra sinar yang dikehendaki, detektor atau sistem fotometri berupa tabung pengadaaan PMTD (*Photon Multiplier Tube Detector*) untuk mengukur intensitas sinar sebelum dan sesudah diserap, rekorder untuk menampilkan bentuk sinyal listrik menjadi satuan yang dapat dibaca dan menunjukkan data absorbansi.



Sumber: Day dan Underwood, 1986  
**Gambar II.6** Bagan Alat AAS

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bidang Proses Radiasi Bagian Bahan Industri, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jalan Lebak Bulus No. 49 Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Proses pembuatan sampel penelitian hingga pengujian gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan sejak bulan April - Juli 2019 di Laboratorium Bidang Proses Radiasi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR). Pengujian *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) dilakukan pada bulan Agustus 2019 di Laboratorium Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

1. Botol polipropilen
2. Neraca analitik
3. Labu didih 500 mL
4. Spatula *stainless steel*
5. pH meter
6. Erlenmeyer 1000 mL
8. Blender *stainless* waring CB15V
9. Pipet volume 25 mL
10. Alat *Soxhlet*
11. Ayakan 60 mesh
12. Cawan petri
13. Oven
14. Mesin *Shaker*
15. Mortar
16. *Magnetic stirrer*
17. FTIR Prestige Shimadzu
18. *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) Perkin Elmer

### 3.2 Bahan

1. HCl pekat
2.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
3.  $\text{CuSO}_4$
4. Zeolit-AAm yang sudah diiradiasi dari penelitian Sari (2017).
5. NaOH
6. Aquatrides
7. Aquabides

### 3.3 Variabel

#### 3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu

- |           |  |
|-----------|--|
| 1. Volume | - Larutan ion $\text{Pb}^{2+}$ dan $\text{Cu}^{2+}$ untuk adsorpsi dan desorpsi 500 ml |
| 2. Suhu   | - Pengeringan sampel di oven $60^\circ\text{C}$  |
| 3. Waktu  | - Pengeringan sampel di oven selama 24 jam   |
| 4. Massa  | - Zeolit-AAm yang akan digunakan untuk adsorpsi 0,5 gram                               |

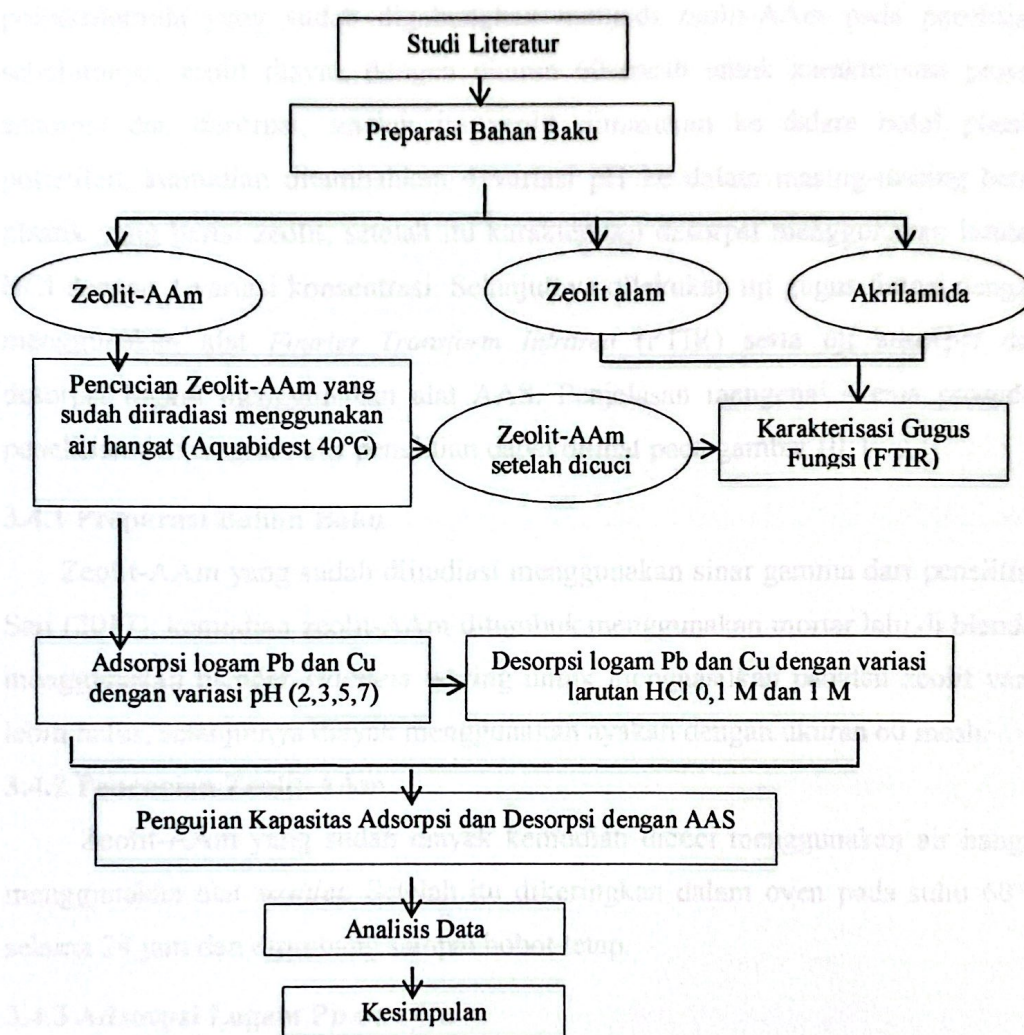
#### 3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap variabel lain. Pada penelitian kali ini variabel bebas yang ditetapkan adalah variasi pH untuk proses adsorpsi dan variasi konsentrasi larutan HCl untuk proses desorpsi ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  dan  $\text{Cu}^{2+}$ .

a. Variasi pH yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengadsorpsi ion-ion logam yaitu menggunakan variasi pH 2,3,5 dan 7.

b. Konsentrasi larutan HCl yang digunakan untuk proses desorpsi (pelepasan ion-ion) pada logam  $\text{Pb}^{2+}$  dan  $\text{Cu}^{2+}$  menggunakan variasi konsentrasi yaitu sebesar:

0,1 M dan 1 M



**Gambar III.1** Skema Prosedur Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian Adsorpsi dan Desorpsi ion logam Pb(II) dan Cu (II) Menggunakan Adsorben Zeolit-AAm

Prosedur penelitian ini melanjutkan dari penelitian Sari (2017), yang dilakukan dalam beberapa tahap yaitu preparasi zeolit sebagai bahan baku, pembuatan larutan akrilamida, sintesis zeolit termodifikasi poliakrilamida, iradiasi menggunakan sinar gamma dengan dosis radiasi 50 kGy, pencucian zeolit poliakrilamida, pengujian penentuan gugus fungsi dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta pengujian adsorpsi logam menggunakan alat AAS.

Selanjutnya penelitian ini dilakukan dengan metode preparasi zeolit poliakrilamida yang sudah digabungkan menjadi zeolit-AAm pada penelitian sebelumnya, zeolit diayak dengan ukuran 60 mesh untuk karakterisasi proses adsorpsi dan desorpsi, setelah itu zeolit dimasukkan ke dalam botol plastik polietilen, kemudian ditambahkan 4 variasi pH ke dalam masing-masing botol plastik yang berisi zeolit, setelah itu karakterisasi desorpsi menggunakan larutan HCl dengan 2 variasi konsentrasi. Selanjutnya dilakukan uji gugus fungsi dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta uji adsorpsi dan desorpsi logam menggunakan alat AAS. Penjelasan mengenai skema prosedur penelitian dan diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar III.1

#### 3.4.1 Preparasi Bahan Baku

Zeolit-AAm yang sudah diiradiasi menggunakan sinar gamma dari penelitian Sari (2017), kemudian zeolit-AAm ditumbuk menggunakan mortar lalu di blender menggunakan blender *stainless* waring untuk menghasilkan padatan zeolit yang lebih halus, selanjutnya diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh.

#### 3.4.2 Pencucian Zeolit-AAm

Zeolit-AAm yang sudah diayak kemudian dicuci menggunakan air hangat menggunakan alat *soxhlet*. Setelah itu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam dan ditimbang sampai bobot tetap.

#### 3.4.3 Adsorpsi Logam Pb dan Cu

Zeolit-AAm yang sudah dicuci kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik sebesar masing-masing 0,5 gram dan dimasukkan ke dalam botol polipropilen, sebelumnya buat terlebih dahulu larutan untuk pH 2 hingga 7 dengan menggunakan HCl pekat sebesar 1 M dan NaOH sebesar 1 M menggunakan Erlenmeyer 1000 mL. Kemudian larutan HCl dan NaOH tersebut di *adjust* menggunakan alat pH meter, sampai terbentuk pH 2;3;5;7. Selanjutnya timbang ion logam  $Pb^{2+}$  sebesar 1,59 gram dan timbang ion logam  $Cu^{2+}$  sebesar 2,45 gram kemudian logam tersebut dilarutkan ke dalam 500 mL labu didih menggunakan pH yang tadi sudah dibuat. Zeolit-AAm yang sudah ditimbang masing-masing 0,5 gram kemudian ditambahkan dengan larutan ion logam yang sudah terlarut dalam

pH menggunakan pipet 25 mL hingga 2 kali pengulangan dari pH 2 sampai pH 7. Zeolit-AAm yang sudah diberikan perlakuan terhadap masing-masing variasi pH kemudian dimasukkan ke dalam alat shaker selama 24 jam. Setelah itu kemudian zeolit-AAm di saring menggunakan kertas saring karena zeolit-AAm akan digunakan kembali untuk proses desorpsi. Setelah zeolit-AAm disaring lalu dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam.

#### 3.4.4 Pengujian Desorpsi Untuk Logam Pb dan Cu

Sebelum ke tahap pengujian desorpsi, sebelumnya dibuat terlebih dahulu larutan konsentrasi HCl sebesar 0,1 M dan 1 M dalam 500 mL labu didih. Untuk HCl 1 M larutkan 41,45 ml HCl pekat dan aqua trides dalam labu didih 500 ml. Sedangkan untuk HCl 0,1 M larutkan 100 ml HCl dan aqua trides dalam labu didih 500 mL.

Zeolit-AAm yang sudah dipakai dalam proses adsorpsi dan sudah dikeringkan kemudian dimasukkan ke dalam botol polipropilen dan dilarutkan kembali dengan HCl 1 M sebanyak 20 ml dan zeolit-AAm berikutnya dilarutkan dengan HCl 0,1 M sebanyak 20 ml. untuk melihat perbandingan daya pelepasan dari ion-ion yang telah diserap oleh zeolit-AAm pada proses adsorpsi sebelumnya.

#### 3.4.5 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Pengujian komposisi zeolit-AAm dengan FTIR adalah untuk menganalisa gugus fungsi yang terkandung di dalam zeolit-AAm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel zeolit-AAm, zeolit alam, dan akrilamida. Berikut prosedur penggunaan alat FTIR yang berada di dalam laboratorium BATAN:

- Hubungkan kabel instrument dengan sumber listrik
- Nyalakan instrument FTIR dengan menekan tombol power on, tunggu hingga proses inisiasi selesai.
- Hidupkan komputer, lalu klik ikon *Spektrum*
- Sebelum melakukan pemindaian sampel, lakukan pemindaian *background* untuk menghilangkan hasil pemindaian lingkungan pada saat pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect background*
- Sampel dicampurkan dengan KBr (Kromium Bromida) dalam mortar hingga

tercampur, letakkan sampel yang sudah dipreparasi pada tempat sampel, kemudian lakukan pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect* sampel, pastikan parameter pemindaian yang dilakukan benar, tunggu hingga proses pemindaian selesai.

- Apabila diperlukan, lakukan perbandingan spektrum yang diperoleh dari hasil pemindaian sampel dengan spektrum polimer standar yang ada hasil data (*library*) dan lakukan interpretasi pada hasil pemindaian untuk mengetahui analisis gugus yang terkandung pada sampel.
- Simpan hasil pemindaian yang didapat.

#### 3.4.6 Adsorpsi Ion Logam

Pengujian adsorpsi ion logam ini diukur menggunakan alat AAS yang dilakukan di laboratorium PTKMR BATAN. Pengukuran adsorpsi dengan menggunakan AAS bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dan desorpsi zeolit-AAm sebagai adsorben. Dalam penelitian ini sampel yang akan diuji adalah ion logam Pb yang sudah di adsorpsi menggunakan 4 pH, ion logam Cu yang sudah di adsorpsi menggunakan 4 pH, ion logam Pb yang sudah di desorpsi menggunakan 2 variasi konsentrasi asam, dan ion logam Cu yang sudah di desorpsi menggunakan 2 variasi konsentrasi asam. Perhitungan nilai kapasitas penyerapan ( $q_e$ ) dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$q_e \text{ (mg/g)} = \frac{(C_0 - C_t)}{w} \times V \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$q_e$  = kapasitas adsorpsi ion logam (mg/g)

$C_0$  = Konsentrasi awal ion logam (mg/L)

$C_t$  = Konsentrasi akhir ion logam (mg/L)

$V$  = Volume larutan ion logam (L)

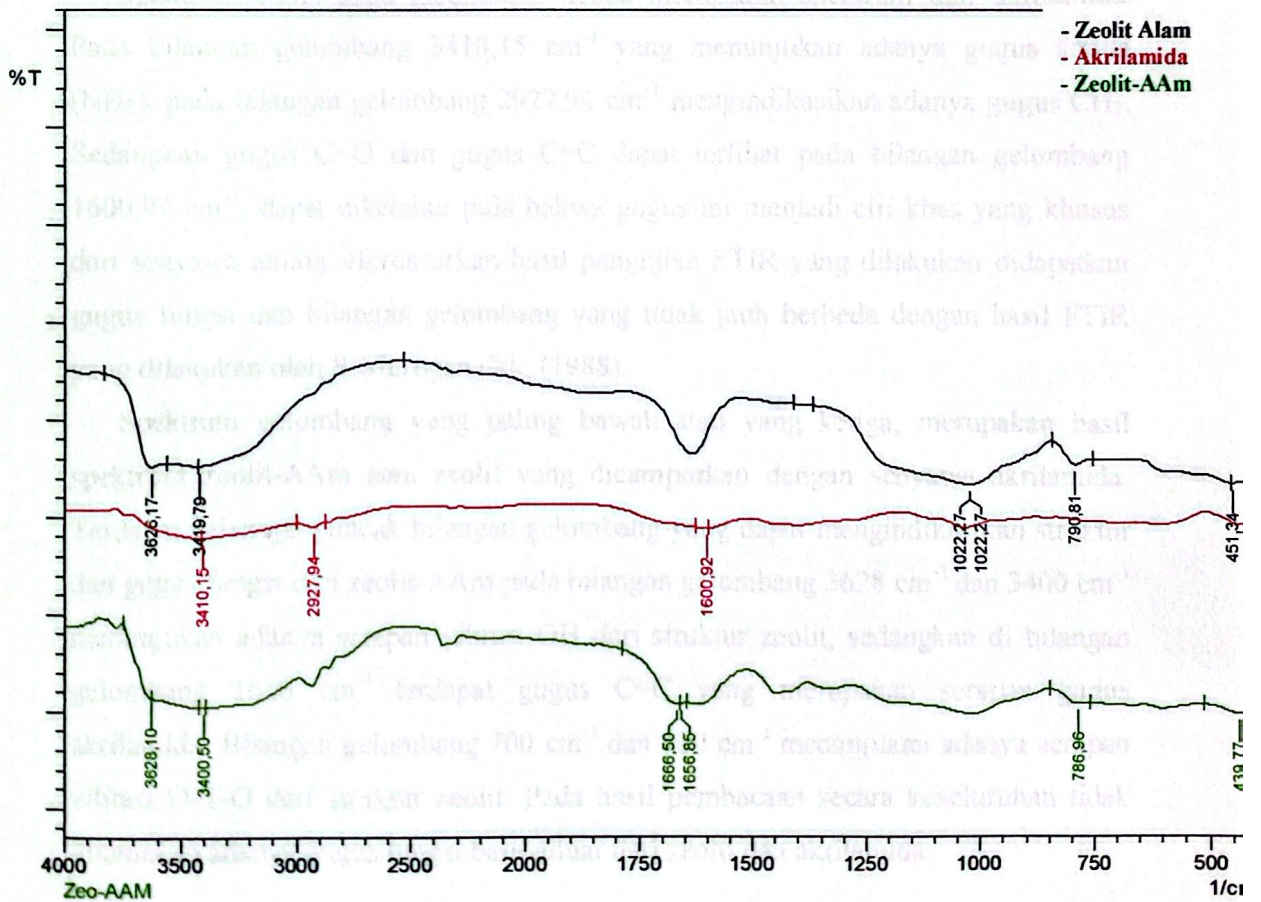
$W$  = Bobot adsorben (g)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Gugus Fungsi zeolit-AAM dengan FTIR

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi dari zeolit, maupun zeolit akrilamida, serta mengidentifikasi terjadinya perubahan pada spektra zeolit-AAM. Analisis dengan spektrofotometer FTIR dilakukan terhadap akrilamida, zeolit alam, serta zeolit modifikasi akrilamida (zeolit-AAM).



Gambar IV.1 Spektrum FTIR zeolit, akrilamida, zeolit-AAM

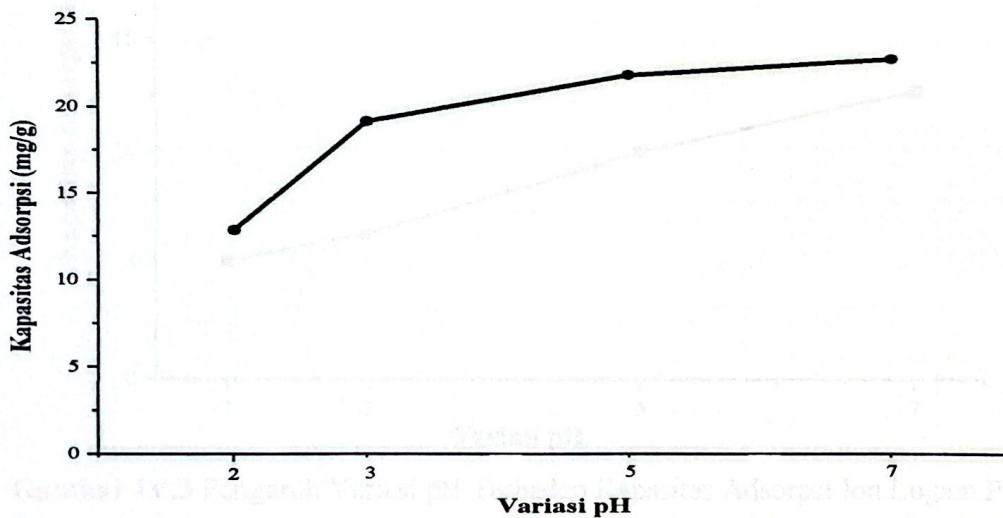
Pada gambar IV.1 hasil spektrum FTIR pada garis spektrum FTIR yang pertama merupakan spektrum dari zeolit alam, terdapat beberapa puncak yang dapat mengindikasikan struktur dan gugus fungsi dari zeolit. Pada bilangan gelombang  $3626,17\text{ cm}^{-1}$  dan  $3419,79\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi OH, pada bilangan gelombang  $1022,27\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus Si-O sedangkan pada bilangan gelombang  $790,81\text{ cm}^{-1}$  dan  $451,34\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus O-T-O (T=Si dan Al), puncak tersebut menunjukkan adanya vibrasi internal dari ikatan T-O dalam tetrahedral ( $\text{TO}_4$ ) dan serapan gugus O-T-O dari zeolit. Hasil pembacaan spektrum FTIR yang dilakukan pada penelitian ini tampak tidak jauh berbeda dengan hasil FTIR yang dilakukan oleh Baybas dan Ulusoy (2016).

Spektrum FTIR pada gelombang kedua merupakan spektrum dari akrilamida. Pada bilangan gelombang  $3410,15\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus amida ( $\text{NH}_2$ ), pada bilangan gelombang  $2927,94\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya gugus  $\text{CH}_2$ . Sedangkan gugus C=O dan gugus C=C dapat terlihat pada bilangan gelombang  $1600,92\text{ cm}^{-1}$ , dapat diketahui pula bahwa gugus ini menjadi ciri khas yang khusus dari senyawa amida. Berdasarkan hasil pengujian FTIR yang dilakukan didapatkan gugus fungsi dan bilangan gelombang yang tidak jauh berbeda dengan hasil FTIR yang dilakukan oleh R.Murugan dkk, (1988).

Spektrum gelombang yang paling bawah atau yang ketiga, merupakan hasil spektrum zeolit-AAm atau zeolit yang dicampurkan dengan senyawa akrilamida. Terdapat beberapa puncak bilangan gelombang yang dapat mengindikasikan struktur dan gugus fungsi dari zeolit-AAm pada bilangan gelombang  $3628\text{ cm}^{-1}$  dan  $3400\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan vibrasi OH dari struktur zeolit, sedangkan di bilangan gelombang  $1666\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus C=C yang merupakan serapan gugus akrilamida. Bilangan gelombang  $700\text{ cm}^{-1}$  dan  $400\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan vibrasi O-T-O dari struktur zeolit. Pada hasil pembacaan secara keseluruhan tidak ditemukan adanya gugus fungsi baru diluar dari zeolit dan akrilamida.

#### 4.2 Kapasitas Adsorpsi Zeolit-AAM Terhadap Ion Logam

Ion logam yang digunakan untuk penyerapan pada penelitian ini adalah logam Pb (Timbal) dan Cu (Tembaga). Hal tersebut dilakukan karena Pb dan Cu merupakan salah satu dari logam berat yang menjadi acuan pada penelitian ini untuk mengetahui apakah adsorben zeolit alam dapat menyerap ion-ion dari logam berat atau tidak. Hasil variasi pH dan konsentrasi HCl terhadap kapasitas adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dapat dilihat pada gambar IV.2

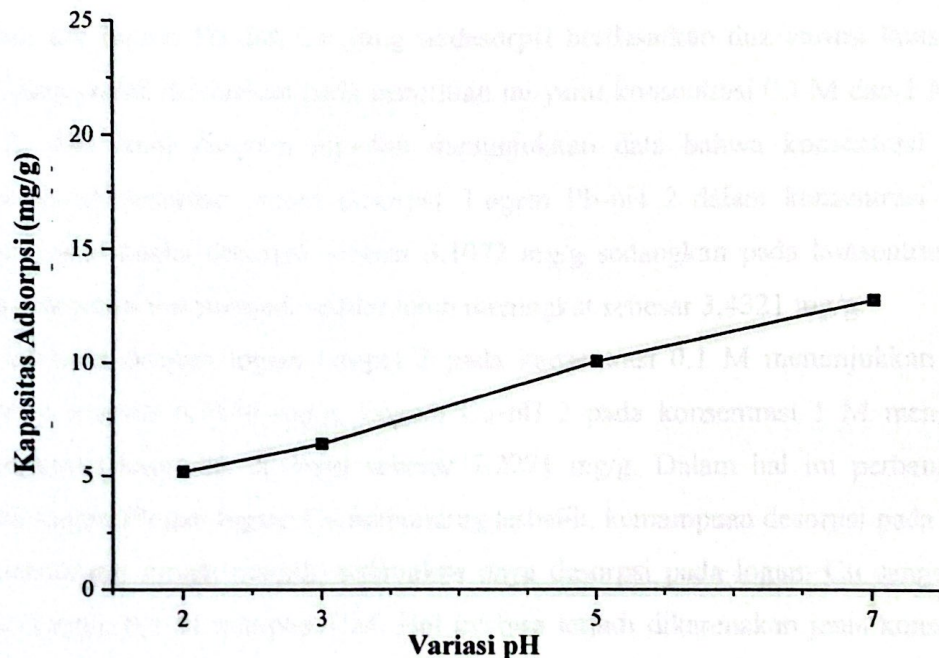


**Gambar IV.2** Pengaruh Variasi pH Terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Logam  $\text{Cu}^{2+}$

Pada hasil perhitungan sebagaimana terlampir pada gambar IV.2 dapat dilihat bahwa Variasi pH sangat mempengaruhi hasil kapasitas adsorpsi pada zeolit-AAM. Grafik menunjukkan adanya peningkatan semakin besar pH semakin meningkat daya serapnya. Pada pH 2 terjadi kapasitas adsorpsi sebesar 12,863 mg/g.

Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi dapat dikatakan stabil dikarenakan pada pH tersebut terjadi interaksi molekul antara adsorben dan ion logam Cu yang teradsorp, sedangkan pada pH 3 sampai pH 7 mengalami peningkatan daya serap yang signifikan hal ini dikarenakan pada pH tersebut terjadi interaksi molekul yang tinggi antara adsorben dan adsorbat. Hal ini pula dikarenakan pada pH tersebut terjadi kondisi penyerapan optimum ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  pada zeolit-AAM. Gambar tersebut

menunjukkan pula penyerapan maksimum yang diperoleh pada pH 7, dimana kapasitas penyerapan antara zeolit-AAm lebih besar dibandingkan dengan pH lainnya.



**Gambar IV.3** Pengaruh Variasi pH Terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Logam  $Pb^{2+}$

Pada hasil perhitungan yang sudah didapat sebagaimana terlampir pada gambar IV.3 dapat dilihat bahwa peningkatan kapasitas adsorpsi ion logam Pb pada zeolit-AAm dipengaruhi oleh variasi pH. Pada pH 2 hingga pH 7 terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi yang signifikan, dalam kondisi pH 2 zeolit-AAm dapat mengadsorpsi ion logam Pb sebesar 5,2010 mg/g. Pada kondisi pH 3 terjadi zeolit-AAm mengalami peningkatan kapasitas adsorpsi yang tidak terlalu signifikan yakni sebesar 6,4579 mg/g. Sedangkan dari kondisi pH 5 sampai pH 7 terjadi peningkatan yang cukup signifikan yaitu zeolit-AAm dapat mengadsorpsi ion logam Pb dari kapasitas adsorpsi sebesar 10,1296 mg/g menjadi 12,7440 mg/g.

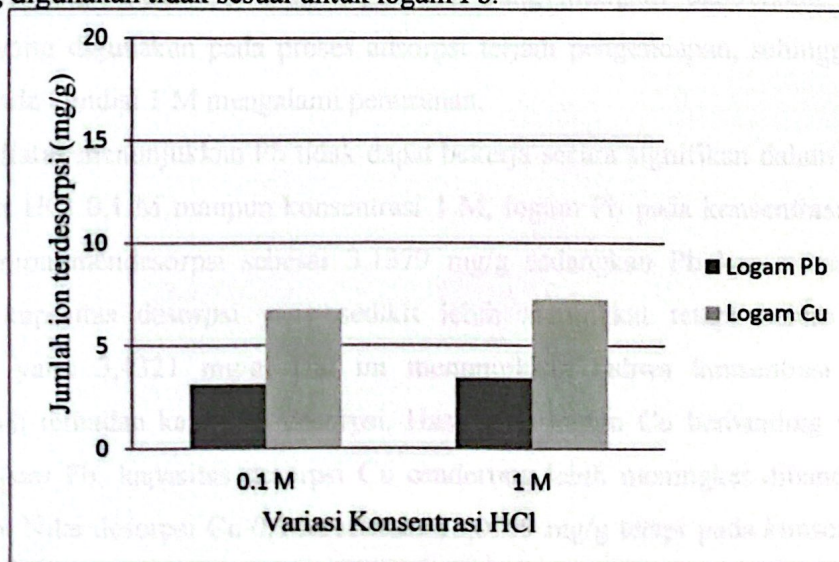
Kapasitas adsorpsi zeolit-AAm terhadap logam Pb cenderung lebih rendah dibandingkan dengan logam Cu, hal ini dapat pula diakibatkan karena larutan asam

yang digunakan untuk mengadsorpsi ion-ion logam Pb tidak sesuai.

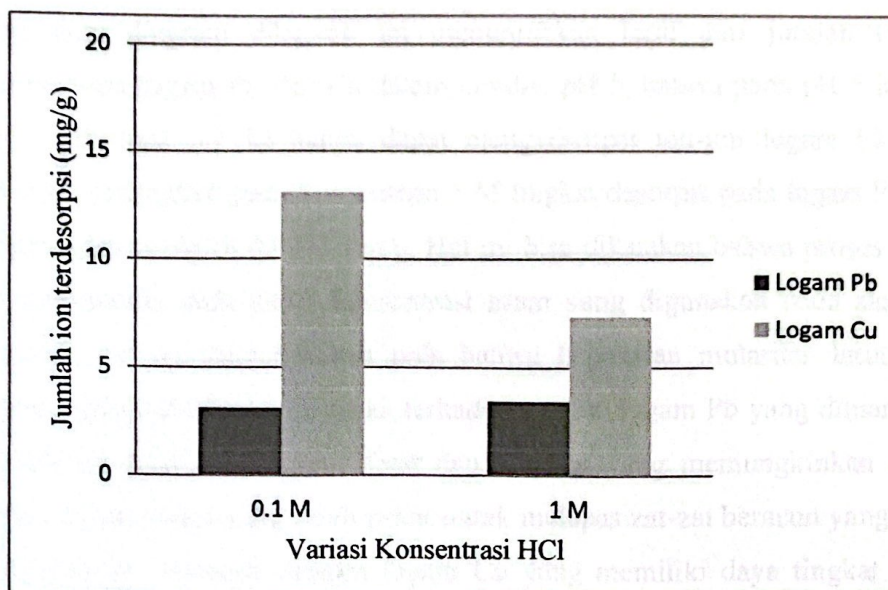
#### 4.3 Kapasitas Desorpsi Zeolit-AAm Terhadap Ion Logam

Gambar IV.4 menunjukkan hasil perhitungan dari pengujian AAS untuk melihat jumlah ion logam Pb dan Cu yang terdesorpsi berdasarkan dua variasi konsentrasi HCl yang sudah ditetapkan pada penelitian ini yaitu konsentrasi 0.1 M dan 1 M pada pH 2, dari hasil diagram tersebut menunjukkan data bahwa konsentrasi sangat berpengaruh terhadap proses desorpsi. Logam Pb-pH 2 dalam konsentrasi 0.1 M menunjukkan angka desorpsi sebesar 3,1072 mg/g sedangkan pada konsentrasi 1 M daya pelepasan ion menjadi sedikit lebih meningkat sebesar 3,4321 mg/g.

Berbeda dengan logam Cu-pH 2 pada konsentrasi 0.1 M menunjukkan angka desorpsi sebesar 6,7158 mg/g, Logam Cu-pH 2 pada konsentrasi 1 M mengalami peningkatan kapasitas desorpsi sebesar 7,2271 mg/g. Dalam hal ini perbandingan antara logam Pb dan logam Cu berbanding terbalik, kemampuan desorpsi pada logam Pb cenderung sangat rendah, sedangkan daya desorpsi pada logam Cu sangat baik pada kondisi 0,1 M maupun 1 M. Hal ini bisa terjadi dikarenakan jenis konsentrasi asam yang digunakan tidak sesuai untuk logam Pb.



Gambar IV.4 Jumlah Ion  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  yang Terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi dalam pH 2

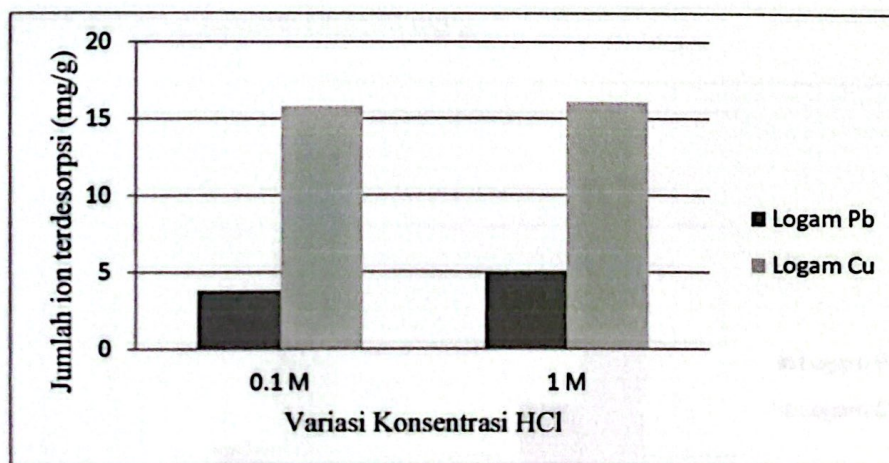


**Gambar IV.5** Jumlah Ion  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  yang Terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi dalam pH 3

Dari data yang sudah dianalisis pada gambar IV.5 diharapkan bahwa semakin pekat larutan HCl yang digunakan, seharusnya semakin meningkat jumlah ion yang terdesorpsi. Namun pada kondisi pH 3 diperoleh hasil bahwa terdapat penurunan jumlah ion yang terdesorpsi pada logam Cu yang mungkin diakibatkan karena adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi terjadi pengendapan, sehingga hasil desorpsi pada kondisi 1 M mengalami penurunan.

Data diatas menunjukkan Pb tidak dapat bekerja secara signifikan dalam larutan konsentrasi HCl 0,1 M maupun konsentrasi 1 M, logam Pb pada konsentrasi 0.1 M hanya mampu mendesorpsi sebesar 3,1379 mg/g sedangkan Pb konsentrasi 1 M memiliki kapasitas desorpsi yang sedikit lebih meningkat tetapi belum cukup signifikan yaitu 3,4321 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi sangat berpengaruh terhadap kapasitas desorpsi. Hasil data logam Cu berbanding terbalik dengan logam Pb, kapasitas desorpsi Cu cenderung lebih meningkat dibandingkan dengan Pb. Nilai desorpsi Cu 0,1 M sebesar 13,0769 mg/g tetapi pada konsentrasi 1 M desorpsinya semakin menurun menjadi 7,3553 mg/g.

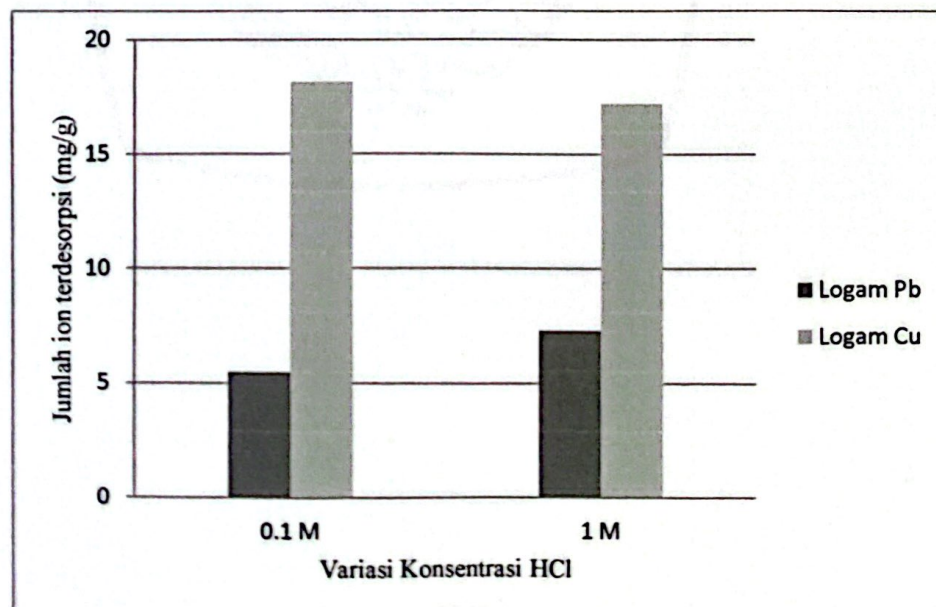
Dari data diagram dibawah ini menunjukkan hasil dari jumlah ion yang terdesorpsi pada logam Pb dan Cu dalam kondisi pH 5, bahwa pada pH 5 logam Pb dengan konsentrasi 0,1 M hanya dapat mengadsorpsi ion-ion logam Pb sebesar 3,8286 mg/g sedangkan pada konsentrasi 1 M tingkat desorpsi pada logam Pb sedikit lebih meningkat menjadi 4,9857 mg/g. Hal ini bisa dikatakan bahwa proses desorpsi sangat dipengaruhi oleh kadar konsentrasi asam yang digunakan pada saat proses berlangsung, hal ini menunjukkan pula bahwa kepekatan molaritas larutan asam (HCl) mempengaruhi daya pelepasan terhadap ion-ion logam Pb yang dimana logam Pb merupakan salah satu logam berat dan beracun yang memungkinkan perlunya kadar konsentrasi asam yang lebih pekat untuk melepas zat-zat beracun yang terdapat dalam logam Pb. Berbeda dengan logam Cu yang memiliki daya tingkat desorpsi yang sangat bagus yaitu pada konsentrasi 0,1 M dapat mendesorpsi sebesar 15,8141 mg/g sedangkan pada konsentrasi 1 M daya desorpsinya meningkat menjadi sebesar 16,0613 mg/g. Berdasarkan data dalam gambar IV.6 dapat disimpulkan bahwa pada pH 5, tingkat desorpsi yang bisa dikatakan dapat berjalan dengan baik berada pada logam Cu pada konsentrasi 1 M.



**Gambar IV.6** Jumlah Ion  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  yang Terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi dalam pH 5

Dari data yang sudah dianalisis pada gambar IV.7 diharapkan bahwa semakin pekat larutan HCl yang digunakan, seharusnya semakin meningkat jumlah ion yang terdesorpsi. Namun pada kondisi pH 7 diperoleh hasil bahwa terdapat penurunan jumlah ion yang terdesorpsi pada logam Cu yang mungkin diakibatkan karena adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi mengalami pengendapan, sehingga ketika adsorben akan digunakan kembali pada proses desorpsi berat massa (gram) adsorben berkurang dan membuat hasil proses desorpsi pada kondisi 1 M mengalami penurunan.

Nilai desorpsi pada konsentrasi 0,1 M didapat jumlah ion logam Pb yang terdesorpsi sebesar 5,5050 mg/g sedangkan pada konsentrasi 1 M tingkat desorpsi ion logam Pb sedikit lebih meningkat menjadi 7,2924 mg/g hal ini dikarenakan semakin pekat larutan konsentrasi maka hasil desorpsi yang dikeluarkan akan semakin bagus, dalam hal ini logam Pb belum dapat bekerja secara maksimal dalam larutan asam HCl untuk proses desorpsi yang diinginkan. Berbeda dengan logam Cu, hasil desorpsi yang didapat cenderung lebih meningkat, tingkat desorpsi yang dimiliki oleh logam Cu pada konsentrasi 0,1 M sebesar 18,1590 mg/g, sedangkan pada konsentrasi 1 M daya tingkat desorpsi menjadi 17,2130 mg/g.



Gambar IV. 7 Jumlah Ion  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  yang Terdesorpsi dari Hasil Adsorpsi dalam pH 7

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian serta analisis data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil spektrum FTIR menunjukkan bahwa zeolit-AAm mengandung gugus fungsi OH dan O-T-O yang merupakan struktur dari zeolit alam, dan gugus fungsi C=C yang merupakan struktur dari akrilamida.
2. Nilai pH memengaruhi kapasitas adsorpsi dengan menggunakan zeolit-AAm sebagai adsorben dalam menyerap ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ . Semakin tinggi pH maka tingkat penyerapan yang dihasilkan akan semakin baik, dari hasil yang didapat pH 7 merupakan pH yang menunjukkan bahwa hasil adsorpsi yang dilakukan sangat baik.
3. Hasil desorpsi dipengaruhi oleh konsentrasi larutan HCl yang digunakan, secara keseluruhan pada konsentrasi 1 M didapat hasil yang signifikan untuk proses desorpsi, tetapi hal ini tidak berpengaruh terhadap logam Pb. Karena daya desorpsi Pb sangat tidak optimal jika menggunakan larutan HCl. Berbeda dengan logam Cu yang bisa mendesorpsi secara meningkat, semakin besar pH yang digunakan maka hasil desorpsinya akan semakin baik.

#### 5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi penulis menyarankan terkait pelaksanaan penelitian yaitu:

1. Larutan asam yang digunakan untuk proses desorpsi sebaiknya memakai 2 variasi larutan seperti HCl dan  $HNO_3$  untuk melihat hasil desorpsi yang maksimal pada logam Pb
2. Perlunya dilakukan karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi, topografi, dan kristalografi dari struktur komposit zeolit-AAm

## DAFTAR PUSTAKA

- Anah, L., Astrini, N., Suharto, Nurhikmat, A., dan Haryono, A., "Studi awal sintesa komposit hidrogel polimer superabsorben carboxymethyl cellulose-graft-poly (acrylic acid) / montmorilonit melalui proses kopolimerisasi cangkok", *Berita Selulosa*, 45, 1-8, 2010.
- Atkins, P.W. "Kimia Fisika 2". Jakarta: Erlangga, 1982.
- Baybas, D., dan Ulusoy, U. "Adsorptive Features of Polyacrylamide-Aluminosilicate Composite for Methlene Blue". *Turkish Journal of Chemistry*. 40: 147-162, 2016.
- Baybas, D., dan Ulusoy, U., "Polyacrylamide-clinoptilolite/Y-zeolite composites: Characterization and adsorptive features for terbium", *Journal of Hazardous Materials*, 187(1-3), 241-249, 2011.
- Buchholz, F. L., dan Graham, A. T., "Modern Superabsorbent Polymer Technology", New York: Wiley-VCH, 1998.
- Erizal, dan Rahayu., "Thermo-Responsive Hydrogel of Poli Vinyl Alcohol (Pva)-Co-N-Isopropyl Acrylamide (Nipaam) Prepared By grafting Radiation As a Matrix Pumping / on-Off System", 9(1), 19-27, 2009.
- Fatmawati. "Kajian Adsorpsi Cd(II) oleh Biomassa Pottamogeton (Rumput naga) yang Terimobilkan pada Silica Gel". Banjarbaru: FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, 2006.
- Harahap, Y., "Pembentukan Akrilamida dalam Makanan dan Analisisnya", III(3), 107-116, 2006.
- Krishnakumar, T., dan Visvanathan, R., "Acrylamide in Food Products: A Review", *Journal of Food Processing dan Technology*, 05 (07), 2014.
- Langenati, R., Mordiono M, R., Mustika, D., Wasito, B., dan Ridwan. "Pengaruh Jenis Adsorben dan Konsentrasi Uranium terhadap Pemungutan Uranium dari Larutan Uranil Nitrat". *J. Tek. Bhn. Nukl.* 8(2): 67-122, 2012..

- Las, T., dan Zamroni, H. "Penggunaan Zeolit dalam Bidang Industri dan Lingkungan". *Jurnal Zeolit Indonesia*. 1(1): 27-34, 2002.
- Lipp, D., dan Kozakiewicz, J., "Acrylamide Polymers". in R. E. Kirk dan D. Othmer (Eds.), *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology* (Fifth Edit, Vol. 1, pp. 304-342). John Wiley dan Sons, 2004.
- Moshoeshoe, M., Nadiye-Tabbiruka, S., dan Obuseng, V., "A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites", *American Journal of Materials Science*, 7(5), 196–221, 2017.
- Oscik, J. *Adsorption*. New York: John Willey and Sons, 1982.
- Puspitasari, T., Oktaviani, P. D. ., Nurfilan, E., dan Darwis, D., "Study of Metal Ions Removal from Aqueous Solution by Using Radiation Crosslinked Chitosan-co-Poly(Acrylamide)-Base Adsorbent", *Journal of Macromol Symp*, 168–177, 2015.
- Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimar, J., dan Gavalova, Z., "Agricultural and Agrochemical uses of Natural Zeolite of the Clinoptilolite Type", *Curr Opin Solid St M*. 8: 397-404, 2004.
- Safrianti, I., Wahyuni, N., dan Zaharah, A. T., "Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu Kontak", *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 1-7, 2012.
- Sari, M. P., "Sintesis dan Karakterisasi Zeolit-Poliakrilamida Sebagai Adsorben Ion Logam Kromium dan Seng", Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2017.
- Stuart, B., "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications", John Wiley and Sons, 2004.
- Underwood dan Day, R.A. "Analisis Kimia Kuantitatif". Jakarta: Erlangga, 1986.

Wang, S., dan Peng, Y., "Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment", *Chemical Engineering Journal*, 156(1), 11–24, 2010.

Widiastuti, N., Wu, H., Ang, H. M., dan Zhang, D., "Removal of ammonium from greywater using natural zeolite", 277 (1-3), 15-23, 2001.

Widowati, W., Sastiono, A., dan Yusuf, R. "*Efek Toksik Logam*". Yogyakarta: Andi, 2008.

Wiyarsi, A., dan Priyambodo, E. "Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penyerapan Logam". Yogyakarta: UNY, 2009.

**LAMPIRAN A**  
**DATA PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN LOGAM**

**1. Pembuatan Larutan 1000 mg/L**

Ditimbang padatan logam  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dan  $\text{CuSO}_4$  sebanyak yang telah dihitung dibawah ini, kemudian ditambahkan aquades dan dimasukkan ke dalam labu ukur, setelah itu ditera sampai tanda batas dan dihomogenkan.

a. Diketahui :  $\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331 \text{ g/mol}$   
 $\text{Ar Pb} = 207 \text{ g/mol}$

Ditanya : Massa  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  untuk membuat larutan 1000 ppm

Penyelesaian :  $\frac{\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2}{\text{Ar Pb}} \times 1000 \text{ mg}$   
 $= \frac{331}{207} \times 1000 \text{ mg Pb}$   
 $= 1599,03 \text{ mg} = 1,5990 \text{ gram}$

b. Diketahui :  $\text{Mr CuSO}_4 = 159,5 \text{ g/mol}$   
 $\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ g/mol}$

Ditanya : Massa  $\text{CuSO}_4$  untuk membuat larutan 1000 ppm

Penyelesaian :  $\frac{\text{Mr CuSO}_4}{\text{Ar Cu}} \times 1000 \text{ mg}$   
 $= \frac{159,5}{63,5} \times 1000 \text{ mg Cu}$   
 $= 2511,811 \text{ mg} = 2,5118 \text{ gram}$

## LAMPIRAN B

### PERHITUNGAN KAPASITAS ADSORPSI DAN PERSENTASE DESORPSI

#### 1. Kapasitas Adsorpsi

Rumus perhitungan jumlah penyerapan ion logam:

$$q_e \text{ (mg/g)} = \frac{(C_0 - C_t)}{W} \times V$$

keterangan :

$q_e$  = Kapasitas Adsorpsi ion logam (mg/g)

$C_0$  = Konsentrasi awal ion logam (mg/L)

$C_t$  = Konsentrasi akhir ion logam (mg/L)

$V$  = Volume larutan ion logam (L)

$W$  = Bobot adsorben (g)

a. Perhitungan kapasitas adsorpsi ion logam Pb terhadap zeolit:

$$\begin{aligned} q_e \text{ (mg/g) pH 2} &= \frac{(250 - 197,9893)}{0,5} \times 0,05 \\ &= 5,2010 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_e \text{ (mg/g) pH 3} &= \frac{(250 - 185,4206)}{0,5} \times 0,05 \\ &= 6,4579 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_e \text{ (mg/g) pH 5} &= \frac{(250 - 148,7035)}{0,5} \times 0,05 \\ &= 10,1296 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_e \text{ (mg/g) pH 7} &= \frac{(250 - 122,5598)}{0,5} \times 0,05 \\ &= 12,7440 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Perhitungan kapasitas adsorpsi ion logam Cu terhadap zeolit

$$\begin{aligned} q_e \text{ (mg/g) pH 2} &= \frac{(250 - 121,31)}{0,5} \times 0,05 \\ &= 12,863 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$q_e \text{ (mg/g) pH 3} = \frac{(250-57,652)}{0,5} \times 0,05$$

$$= 19,2348 \text{ mg/g}$$

$$q_e \text{ (mg/g) pH 5} = \frac{(250-30,72437)}{0,5} \times 0,05$$

$$= 21,9275 \text{ mg/g}$$

$$q_e \text{ (mg/g) pH 7} = \frac{(250-22,12918)}{0,5} \times 0,05$$

$$= 22,7870 \text{ mg/g}$$

## 2. Persentase Desorpsi

Rumus perhitungan % desorpsi:

$$\% \text{ desorpsi} = \frac{\text{Jumlah ion logam terdesorpsi}}{\text{Jumlah ion logam teradsorpsi}} \times 100$$

a. Perhitungan % Desorpsi Logam Cu Terhadap konsentrasi HCl

$$\% \text{ desorpsi pH 2 (0,1M)} = \frac{6,7158}{12,863} \times 100$$

$$= 52\%$$

$$\% \text{ desorpsi pH 2 (1M)} = \frac{7,2274}{12,863} \times 100$$

$$= 56\%$$

$$\% \text{ desorpsi pH 3 (0,1M)} = \frac{13,0769}{19,234} \times 100$$

$$= 67\%$$

$$\% \text{ desorpsi pH 3 (1M)} = \frac{7,3553}{19,234} \times 100$$

$$= 38\%$$

$$\% \text{ desorpsi pH 5 (0,1M)} = \frac{15,8141}{21,9275} \times 100$$

$$= 72\%$$

$$\% \text{ desorpsi pH 5 (1M)} = \frac{16,0613}{21,9275} \times 100$$

$$= 73\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 7 (0,1M)} &= \frac{18,159}{22,7870} \times 100 \\ &= 79\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 7 (1M)} &= \frac{17,213}{22,7870} \times 100 \\ &= 75\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan % Desorpsi Logam Pb Terhadap Konsentrasi HCl

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 2 (0,1M)} &= \frac{3,1072}{5,2010} \times 100 \\ &= 59\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 2 (1M)} &= \frac{3,4321}{5,2010} \times 100 \\ &= 60\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 3 (0,1M)} &= \frac{3,1379}{6,4579} \times 100 \\ &= 48,6\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 3 (1M)} &= \frac{3,4321}{6,4579} \times 100 \\ &= 53\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 5 (0,1M)} &= \frac{3,8286}{10,1296} \times 100 \\ &= 37\% \end{aligned}$$

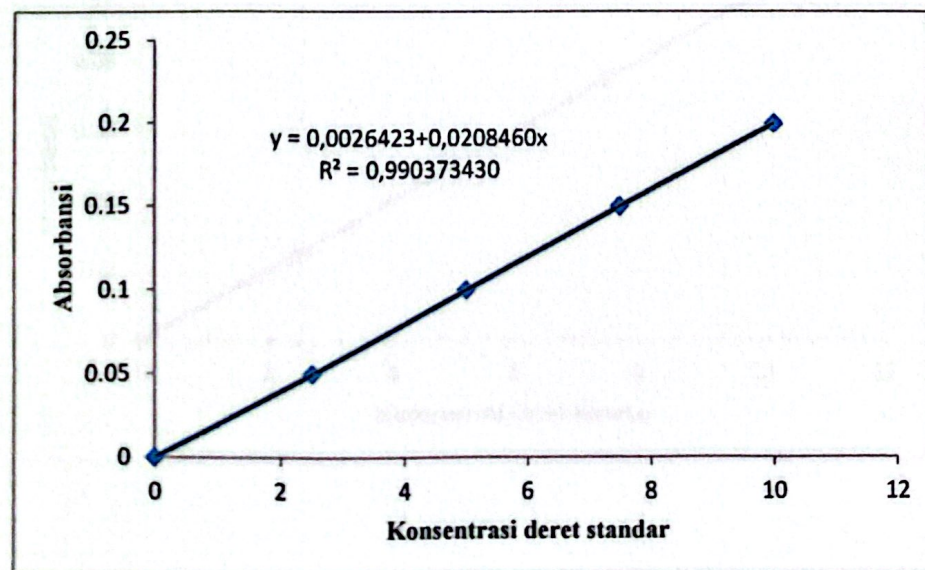
$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 7 (0,1M)} &= \frac{5,5050}{12,7440} \times 100 \\ &= 43\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ desorpsi pH 7 (1M)} &= \frac{7,2924}{12,7440} \times 100 \\ &= 57\% \end{aligned}$$

**LAMPIRAN C**  
**KURVA KALIBRASI**

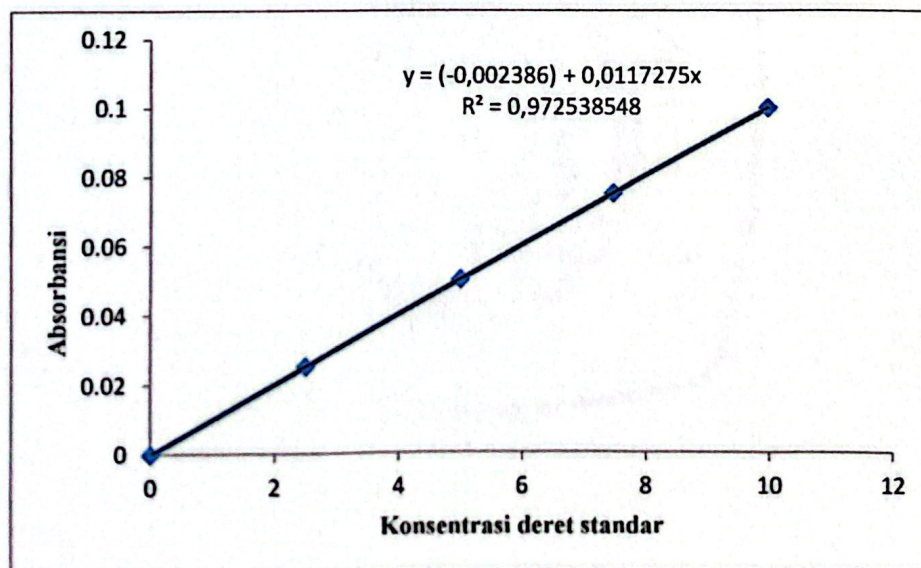
**Kurva Standar Larutan Logam Pb**

Sampel	Konsentrasi mg/L	Absorbansi
Cal Zero	0	0,00032
Standard 1	1	0,02164
Standard 2	2	0,05708
Standard 3	5	0,11484
Standard 4	10	0,20730



**Kurva Standar Larutan Logam Cu**

Sampel	Konsentrasi mg/L	Absorbansi
Cal Zero	0	-0,00028
Standard 1	1	0,00089
Standard 2	2	0,02449
Standard 3	5	0,06178
Standard 4	10	0,11229



**LAMPIRAN D**  
**GAMBAR ALAT DAN BAHAN**



**Neraca analitik**



**Oven**



**Ayakan 60 mesh**



*Atomic Absorption  
Spectrofotometer (AAS)*



**FTIR**