

**SKRIPSI**

**PENGARUH pH PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM Pb(II) OLEH  
LUMPUR PDAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR POLIGON**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**OLEH:  
RIZKI AMALIAH (122019025)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**  
**PENGARUH pH PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM**  
**Pb(II) OLEH LUMPUR PDAM ISNTALASI PENGOLAHAN**  
**AIR POLIGON**

**OLEH :**

**RIZKI AMALIAH (122019025)**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing I**



**Dr. Eng. Mardwita, MT**

**NIDN. 0023038208**

**Pembimbing II**

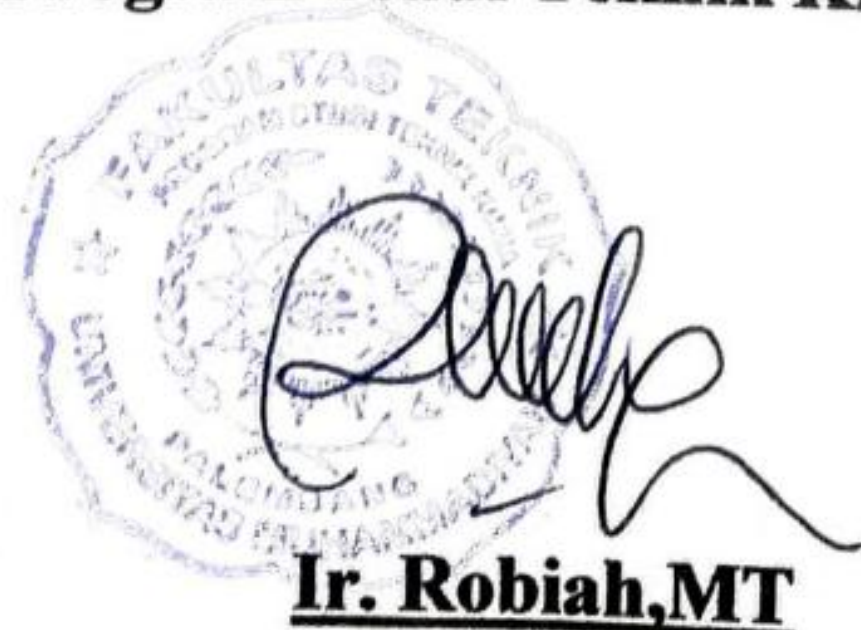


**Ir. Dewi Fernianti, MT**

**NIDN. 0025026501**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP**



**Ir. Robiah, MT**

**NBM/NIDN.1060755/0008066401**

# LEMBAR PENGUJI

## PENGARUH pH PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM Pb(II) OLEH LUMPUR PDAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR POLIGON

Disusun Oleh:

**RIZKI AMALIAH (122019025)**

Telah diuji di hadapan tim penguji pada tanggal 22 Agustus 2023

Diprogram Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji:

Ketua : Dr.Eng.Mardwita,MT/0023038208

Anggota : Ir.Dewi Fernianti,MT/0025026501

Anggota : Ir.Erna Yuliwati,MT.,Ph.D.,IPM/0228076701

Anggota : Dr.Ir.Eka Sri Yusmartini,MT.,Ph.D.,IPM/0004046101 (

(*Mardwita*)  
(*Fernianti*)  
(*Erna*)  
(*Eka*)

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Kgs A. Roni, S.T.,M.T., IPM.,ASEAN Eng.  
NBM/NIDN.763049/0227077004

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia



Ir. Robiah M.T  
NBM/NIDN.1060755/ 0008066401



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp (0711) 518764 Fax (0711) 519408  
Terakreditasi B dengan SK No. 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

Nama : RIZKI AMALIAH

NRP : 122019025

Judul Tugas : PENGARUH Ph PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM Pb(II)  
OLEH LUMPUR PDAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR POLIGON

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Dua Bulan Agustus  
Tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga  
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, Agustus 2023

Ketua Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir  
Prodi Teknik Kimia

Dr. Eng. Mardwita M.T

NIDN: 0023038208

Ir. Robiah, M.T

NBM/NIDN: 1060755/0008066401

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Mardwita, M.T

NIDN: 0023038208

Ir. Dewi Fernianti, M.T

NIDN: 0025026501

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Prof. Dr. Ir. Kgs. A. Roni S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.  
NBM/NIDN: 763049/0227077004

Ir. Robiah, M.T  
NBM/NIDN: 1060755 0008066401

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**



Nama : Rizki Amaliah

NIM : 12 2019 025

Judul : Pemanfaatan Lumpur PDAM Instalasi Pengolahan Air  
Poligon Sebagai Adsorben Penyerapan Logam Ion Pb(II)

Dosen Pembimbing

: 1. Dr. Eng. Mardwita, MT

: 2. Ir. Dewi Fernianti, MT

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1.	Judul	- Perbaikan tema penelitian	28/3 - 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
2.	Tema	- Adsorben dr Lumpur PDAM	10/4 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
3.	Bab 1-3	- Perbaiki metodologi - Perbaiki matriks	3/5 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
4.	- Bab III	- Matriks	5/5 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
5.	Varian pH.	Langit	7/6 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
6.	Analisa sample	Langit	12/6 - 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
7.	FTIR	Langit	15/6 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
8.	Pembahasan FTIR	membaca literatur, perbaiki gelombang	22/6 - 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>
9.	Analisa AAS & XRF	membaca literatur	13/7 - 2023	<i>mef</i>	<i>Rd</i>

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
10.	FTIR	Membaca hasil sebelum & sesudah.	18/7/2023	<i>muf</i>	<i>Dr</i>
11.	Hasil & Pembahasan	- gambar grafik diperbaiki. - Hasil di gabung dgn pembahasan.	20/7/2023	<i>muf</i>	<i>Dr</i>
12.	Hasil & pembahasan	- Hasil & pembahasan  Acc Semhas 31/7/2023	31/7/2023	<i>muf</i>	<i>Dr</i>
13.	Perbaikan Semhas	- perbaikan grafik, rumusan masalah, logika	14/8/2023	<i>muf</i>	<i>Dr</i>
	Acc kompre	16/8/2023		<i>muf</i>	
	acc untuk ujian kompetensi	<i>Dr</i>	18/08/2023		



## KATA PERSEMBAHAN

1. Rasa syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya lah penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Ucapan besar terimakasih kepada Dosen Pembimbing saya Ibu Dr.Eng. Mardwita,MT dan Ibu Ir. Dewi Fernianti,MT yang selalu membimbing, memberikan saran dan masukan serta arahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada kedua orang tua Bapakku Riadi Soid, S.Pd.,M.Si dan umakku Dra. Nuraini yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan S1 ini hingga rampung dan selesai.
4. Kepada kakak dan ayukku Feri Ariansyah, S.Pd , Nur Isnaini, S.Pd , Febrianti,S.Kom , Leviasa Disi, S.Pd.,M.Pd , Rini Novrianti,S.T , Rubaiyatul Adabiyah, S.Pd , dan Indat Nashinin, S.Pd.I.,M.Pd yang selalu mendoakan serta memberikan semangat dan dukungan dari segi moril maupun materil untuk adik bungsu kesayangan mereka ini, penulis juga mengucapkan banyak terimakasih.
5. Terimakasih juga kepada keponakan-keponakan kesayangan ku Nadifa Malika Khairin, Muhammad Alwafa dan Muhammad Habeeb Ramazan yang selalu menjadi hiburan dan menjadi semangat penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman teman seperjuangan Teknik Kimia Angkatan 2019 yang selalu kompak dari awal perkuliahan hingga selesainya penelitian ini, selalu berbagi tawa dan canda bersama, semua momen dilewati bersama. Semoga kita bisa menjadi pribadi yang lebih baik dan dapat membanggakan semua orang.
7. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I receive, I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me for just being me all time.*

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizki Amaliah  
Tempat / Tanggal Lahir : Payaraman, 04 April 2001  
NIM : 122019025  
Program Studi : Teknik Kimia  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara full teks untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2023



Rizki Amaliah



# **PENGARUH pH PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM Pb(II) OLEH LUMPUR PDAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR POLIGON**

**Rizki Amaliah<sup>1</sup>,Mardwita<sup>2</sup>,Dewi Fernianti<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Palembang, Indonesia

<sup>1</sup>rizkikikiamaliah042001@gmail.com

<sup>2</sup>wiwitdiita@gmail.com

<sup>3</sup>ferniantidewi@gmail.com

## **ABSTRAK**

Perkembangan dari teknologi dan industry di Indonesia semakin mengalami kemajuan yang pesat, akibatnya aktivitas manusia mengalami peningkatan yang menyebabkan pencemaran lingkungan dengan pembuangan limbah industry salah satunya Logam berat Timbal Pb(II) yang sangat berbahaya serta dapat menyebabkan keracunan paseda makhluk hidup dan tidak dapat terurai oleh proses alam. Penelitian ini melakukan adsorpsi terhadap Logam timbal Pb(II) tersebut dengan memanfaatkan limbah lumpur dari Instalasi pengolahan Air Poligon PDAM Tirta Musi, dengan activator NaOH. Logam Pb(II) dalam larutan dianalisis dengan AAS. Kapasitas tertinggi adsorpsi pada kondisi pH 9, massa adsorben 0,1 gr dan waktu kontak 120 menit dengan kapasitas penyerapan 241,05 mg/g dan efektivitas penyerapan 99,83%.

**Kata Kunci :** Logam Pb(II), Lumpur PDAM, Adsorpsi, AAS

## **ABSTRACT**

The development of technology and industry in Indonesia is progressing rapidly, as a result of which human activities have increased which has caused environmental pollution by disposing of industrial wastes, one of which is the heavy metal Lead Pb(II), which is very dangerous and can cause poisoning in living things and cannot be decomposed by humans. natural process. This study carried out the adsorption of lead metal Pb(II) by utilizing sludge from the PDAM Tirta Musi Polygon Water Treatment Plant, with NaOH activator. While Pb(II) metal in solution was analyzed with AAS. The highest adsorption capacity was at pH 9, the mass of the adsorbent was 0.1 g and the contact time was 120 minutes with an absorption capacity of 241.05 mg/g and an absorption effectiveness of 99.83%.

**Keyword :** Pb(II) ion, PDAM Mud, Adsorption, AAS

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT sehingga dapat diselesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“PENGARUH pH PADA PROSES PENYERAPAN LOGAM Pb(II) OLEH LUMPUR PDAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR POLIGON”**.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Laporan ini dapat diselesaikan dengan baik karena banyaknya bantuan, dukungan dan bimbingan yang diberikan dari berbagai pihak, oleh karena itu terima kasih kepada:

1. Bapak Prof.Dr. Ir. Kgs. A. Roni, ST.,MT.,IPM.,ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Robiah,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Eng. Mardwita, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Dewi Fernianti, MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas semua dukungan yang begitu besar.
6. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2019 yang terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Demikian, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Agustus 2023

Rizki Amaliah

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR KONSULTASI.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Lumpur PDAM .....	5
2.2. Timbal.....	6
2.3. Adsorpsi .....	7
2.4. Adsorben .....	9
2.5. Penelitian Sebelumnya.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1. Waktu dan Tempat.....	13

3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Variable Penelitian.....	14
3.4. Prosedur Penelitian .....	14
3.5. Diagram Alir .....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	18
4.2. Pembahasan .....	19
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>22</b>
5.1. Kesimpulan .....	22
5.2. Saran .....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>26</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bak Sedimentasi IPA Poligon .....	5
Gambar 2.2. Timbal .....	6
Gambar 2.3. Atomic Absorption Spectrometry (AAS).....	11
Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Adsorben dari Lumpur PDAM .....	16
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengujian Adsorben.....	17
Gambar 4.1. Grafik Pengaruh pH 5 terhadap kapasitas penyerapan Ion Pb(II)...	19
Gambar 4.2. Grafik Pengaruh pH 7 terhadap kapasitas penyerapan Ion Pb(II)...	20
Gambar 4.3. Grafik Pengaruh pH 9 terhadap kapasitas penyerapan Ion Pb(II)...	20

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran Perhitungan .....	26
Lampiran Gambar .....	29
Lampiran Hasil Analisa.....	33

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi dan industry semakin mengalami perkembangan dan kemajuan yang semakin pesat dari waktu ke waktu. Dengan terjadinya hal tersebut, membuat kualitas manusia juga mengalami peningkatan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dengan pembuangan limbah industry yang dapat berdampak buruk.

Salah satu limbah indrustri pembuangan yang dapat merusak dan mencemari lingkungan seperti limbah yang mengandung logam berat. Karena kontaminasi dari logam berat sangat berbahaya dan berdampak buruk terhadap lingkungan. Kontaminasi dari logam berat tersebut dapat menyebabkan keracunan pada air, udara begitu juga dengan tanah.

Logam berat adalah salah satu polutan beracun yang dapat menyebabkan kematian (lethal), dan non-kematian (sublethal) seperti gangguan pertumbuhan, perilaku dan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik (Effendi dkk, 2012). Kawasan yang lebih sering dicemari logam berat adalah sungai, karena limbah buangan dari industry biasanya tidak diolah terlebih dahulu.

Beberapa contoh logam berat seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Cromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Nikel (Ni) dan Raksa (Hg) merupakan logam berat yang dihasilkan dari proses industry yang berbahaya dan beracun. Logam berat ini sendiri merupakan unsur kimia yang memiliki densitas lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$  (Fatmawati,2019).

Salah satu logam yang memiliki dampak negatif cukup berbahaya adalah logam timbal (Pb). Timbal merupakan salah satu polutan yang paling banyak digunakan dalam beberapa kegiatan industri seperti penambangan, peleburan, pemurnian minyak bumi, percetakan, produksi pigmen, dan pembuatan baterai. Polusi air yang disebabkan oleh timbal telah menjadi masalah serius bagi kesehatan lingkungan dan masyarakat. Logam timbal bersifat nonbiodegradable dan dapat terakumulasi pada organisme hidup (Ge dkk., 2012; Sud dkk.,2008), oleh karena itu perlu dilakukan penyerapan ion logam timbal dari air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan.

Ada beberapa metode yang dilakukan untuk mengurangi pencemaran terhadap kadar logam ini terutama kadar logam berat seperti Timbal (Pb), seperti presipitasi, pertukaran ion, penyerapan secara biologis, filtrasi membran, elektrokimia, dan adsorpsi (Zhu dkk., 2014).

Diantara berbagai metode tersebut, adsorpsi merupakan metode yang lebih sering digunakan untuk pengolahan air limbah maupun air baku (Ihsanullah dkk., 2016). Karena metode adsorpsi ini merupakan metode yang sederhana dan sangat efektif. Metode ini sendiri memiliki kelebihan seperti prosesnya yang fleksibel dan relatif sederhana, produk samping yang tidak membahayakan, biaya yang murah dan efisiennya relatif tinggi. Salah satu kebutuhan pokok yang diperlukan oleh makhluk hidup adalah air, dan untuk menggunakannya air tersebut haruslah bersih dari limbah berbahaya, terkhususnya untuk manusia. Penyediaan air dan penyaluran pada masyarakat harus sesuai dengan standar air bersih sesuai peraturan permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Saat ini pengolahan air bersih di kota Palembang diserahkan dari pemerintahan daerah ke Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Musi (PDAM TirtaMusi).

Hampir semua masyarakat Indonesia menggunakan air dari PDAM untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan pengolahan air di PDAM Tirta Musi ini masih menggunakan cara umum seperti koagulasi-flokulasi, sedimentasi, saringan pasir cepat, dan desinfeksi (Said, 2008). Pengolahan air yang dilakukan secara umum inilah cenderung menghasilkan lumpur yang banyak terutama jika sumber air baku yang berasal dari sungai, karena proses penjernihan dilakukan secara sedimentasi dan terjadilah pengendapan lumpur. Lumpur PDAM Tirta Musi ini sendiri memiliki komposisi yang tidak hanya padatan, tetapi memiliki luas permukaan yang besar, terdapat alum, kapur, besi klorida dan sedikit humus, serta memiliki reaktifitas yang tinggi. Oleh karena itu lumpur PDAM Tirta Musi ini berpotensi untuk dijadikan dan dimanfaatkan sebagai adsorben (Hadi dkk, 2015).

Dalam pembuatan lumpur aktif, aktivasi kimia digunakan dimana aktivator dapat mempengaruhi struktur pori, gugus fungsi dan adsorpsi kinerja logam (Jin dkk., 2014). Aktivator kimia yang biasa digunakan adalah  $ZnCl_2$ , NaOH, KOH,  $H_2SO_4$  dan  $H_3PO_4$  (Hadi dkk., 2015). Adsorben yang terbuat dari lumpur



diaktivasi secara kimia memiliki luas permukaan dan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi untuk polutan dari lumpur aktivasi secara biologis, yang dihasilkan dari presipitasi kimia air limbah dengan koagulan. Kehadiran koagulan dan produk sampingannya dalam bahan lumpur aktivasi kimia dapat mempengaruhi sifat tekstur dari adsorben lumpur dan hasil penyerapan kontaminan yang dihilangkan (Pan dkk., 2011).

Berdasarkan latar belakang yang tertera diatas, penelitian untuk pemanfaatan limbah lumpur endapan dari Intaslasi pengolahan air PDAM Tirta Musi ini perlu dilakukan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan penelitian yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh variasi pH pada kapasitas penyerapan dalam proses adsorpsi oleh adsorben limbah lumpur PDAM Tirta Musi terhadap Logam Pb(II).

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi pH pada kapasitas penyerapan dalam proses adsorpsi oleh adsorben lumpur aktif dari limbah lumpur PDAM Tirta Musi terhadap logam Pb(II).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Memanfaatkan limbah lumpur PDAM Tirta Musi yang diaktivasi dengan aktivator kimia dapat menurunkan kadar logam berat Pb(II) dan kadar logamlainnya.
2. Memberikan informasi bahwa dapat dilakukan pengolahan limbah lumpur PDAM Tirta Musi untuk mengurangi sisa lumpur yang terbuang.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian khususnya dalam penerapan analisa unsur-unsur adsorben lumpur yang diaktivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Setiawan, Muhammad Iqbal Ali Bawafi, Tarikh Aziz Ramadhani, Indri Santiasih (2021). Sintesis Karbon Aktif Limbah Lumpur Aktif Industri Gula sebagai Adsorben Limbah Logam Berat Cu(II). 1-9
- Anandya Siti Ramadhani (2022). Pemanfaatan Lumpur PDAM Instalasi pengolahan Air Poligon Sebagai Adsorben Penyerapan Logam Ion Pb(II). 1-43
- Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga ( Cu ) Dan Timbal ( Pb ). *Jurnal Kinetika*, 12(02), 29–37.
- Arisna, R., Zaharah, T. A., Dan Rudiyanasyah. 2016. Adsorpsi Besi Dan Bahan Organik Pada Air Gambut Oleh Karbon Aktif Kulit Durian. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(3), 31–39.
- Arisanti Monica Zeusica Sihombing (2023). Efektivitas Adsorben Limbah Lumpur IPA PDAM untk Penurunan Kadar Logam Tembaga (Cu). 1-62
- Della Gita Sari (2021). Pemanfaatan Lumpur PDAM Tirta Dienkapsulasi dengan Agar dan Gel Alginat sebagai Adsorben Ion Logam Timbal di Air. 1-13
- Endang Ciptawati, Mohammad Hafifi Azra Dzikrulloh, Maya Oki Septiani, Viska Rimata, Deni Ainur Rokhim, Nabilah Azfa Fauziyyah, Dinda Sribuana (2022). Analisis Kandungan Mineral dari Lumpur Panas Sidoarjo sebagai Potensi Sumber Silika dan Arah Pemanfaatannya. 18-28
- Fitriani, Kurniati, T., & Hambali. (2017). Penyerapan Ion Logam Pb ( li ) Dari Larutan Menggunakan Serbuk Daun Puring. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ipa*, 8(Ii), 34–42.
- Hadi, P., Xu, M., Ning, C., Sze Ki Lin, C., & Mckay, G. (2015). A Critical Review OnPreparation, Characterization And Utilization Of Sludge-Derived Activated Carbons For Wastewater Treatment. *Chemical Engineering Journal*, 260, 895–

906. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.08.088>

- Intan Lestari, Mahra Mahraja, Faizar Farid, Diah Rizki Gusti, Edwin Pernama (2020). Penyerapan Ion Pb(II) menggunakan adsorben dari limbah padat lumpur aktif pengolahan air minum, 68-76.
- Jin, H., Capareda, S., Chang, Z., Gao, J., Xu, Y., & Zhang, J. (2014). Biochar Pyrolytically Produced From Municipal Solid Wastes For Aqueous As(V) Removal: Adsorption Property And Its Improvement With Koh Activation. *Bioresource Technology*, 169, 622–629. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.06.103>
- Maslahat, M., Taufik, A., & Subagja, P. W. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Biosorben Untuk Adsorpsi Logam Pb Dan Cd. *Jurnal Sains Natural*, 5(1), 92. <https://doi.org/10.31938/jsn.v5i1.104>
- Moelyaningrum, A. D. (2016). Timah Hitam (Pb) Dan Karies Gigi. *J.K.G Unej*, 13(1), 28–31.
- Pan, Z. Hui, Tian, J. Yu, Xu, G. Ren, Li, J. Jing, & Li, G. Bai. (2011). Characteristics Of Adsorbents Made From Biological, Chemical And Hybrid Sludges And Their Effect On Organics Removal In Wastewater Treatment. *Water Research*, 45(2), 819–827. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.09.008>
- Rahmi, R., & Sajidah. (2017). Pemanfaatan Adsorben Alami (Biosorben) Untuk Mengurangi Kadar Timbal(Pb) Dalam Limbah Cair. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 271–279.
- Ramli, R., Rahmi, & Abidin Djalla. (2018). Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Di Perairan Wilayah Pesisir Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, 1(3), 255–264. <https://doi.org/10.31850/makes.v1i3.111>
- Salmariza Sy, Desy Kurniawati, Intan Lestari, H Harmiwati, Monik Kasman (2018). Pengaruh pH dan dosis Adsorben dari limbah lumpur aktif industri *Crumb*

- Rubber* terhadap kapasitas penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II). 95-104
- Sucahyo, S. E., Firdaus, N. A., & Lintang, L. (2018). Pengelolaan Dan Pemanfaatan Limbah Lumpur Pdam Cilacap. *Jurnal Georafflesia*, 3(2), 81–88.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan ArangAktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Tri Winarno, Jenian Marin, Yerima B.A. Gunawan (2019). Analisis dan Kandungan Kimia Endapan Lumpur Sidoarjo dan Arah Pemanfaatannya. 1-8
- Vidyanova Anggun Mentari (2018). Perbandingan gugus fungsi dan morfologi permukaan karbon aktif dari pelepah kelapa sawit menggunakan aktivator asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan asam nitrat ( $HNO_3$ ). 18-19
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.