

**BIOSORPSI ION TIMBAL (II) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU  
(*Saccharum officinarum*) DENGAN METODE BATCH**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna mendapatkan gelar  
Sarjana Sains*



**Oleh :**

**NUR RIZKY PASARIBU**

**18036036/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

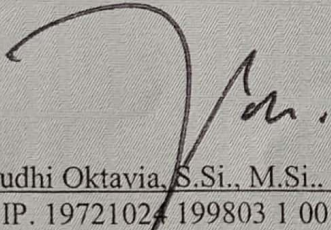
**2024**

## PERSETUJUAN SKRIPSI


Judul : Biosorpsi Ion Timbal (II) Menggunakan Ampas Tebu  
(*Saccharum officinarum*) dengan Metode Batch  
Nama : Nur Rizky Pasaribu  
NIM : 18036036  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2024

Mengetahui :  
Kepala Departemen Kimia

  
Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing

  
Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si  
NIP. 19751122 200312 2 003

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

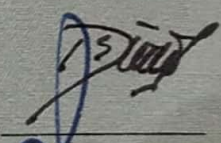
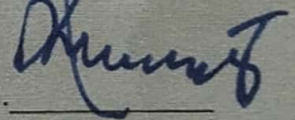
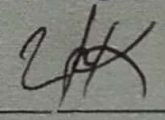
Nama : Nur Rizky Pasaribu  
TM/NIM : 2018/18036036  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### **Biosorpsi Ion Timbal (II) Menggunakan Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Metode Batch**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, Mei 2024

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	2. 
3	Anggota	Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D	3. 

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Nur Rizky Pasaribu  
NIM : 18036036  
Tempat/Tanggal Lahir : Padangsidempuan/ 28 Juni 2000  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : Biosorpsi Ion Timbal (II) Menggunakan Ampas Tebu

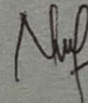
(*Saccharum officinarum*) dengan Metode Batch

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Mei 2024  
Yang Menyatakan



Nur Rizky Pasaribu  
NIM. 18036036

# **BIOSORPSI ION TIMBAL (II) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN METODE BATCH**

**Nur Rizky Pasaribu**

## **ABSTRAK**

Timbal merupakan logam yang berbahaya dan beracun jika masuk ke dalam organ tubuh manusia dalam konsentrasi yang cukup besar atau jika berada dalam perairan. Ion  $Pb^{2+}$  dapat terakumulasi dalam otak, menyebabkan kanker, gangguan sel syaraf, ginjal dan kesehatan mental serta gangguan pada reproduksi pria dan mengakibatkan penyimpangan tulang pada anak-anak. Oleh karena itu diperlukan penanggulangan terhadap logam ini di perairan. Biosorpsi adalah proses penghilangan logam berat yang melibatkan penggunaan biomassa sebagai adsorben. Pada penelitian ini proses biosorpsi dilakukan menggunakan ampas tebu sebagai biosorben dan pengontakan secara batch untuk mendapatkan pH, konsentrasi, waktu kontak dan kecepatan pengadukan optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil optimum diperoleh pada pH 5, konsentrasi 200 ppm, waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan serapan sebesar 1,97625 mg/g. Proses biosorpsi memenuhi isotherm Langmuir dengan nilai koefisien korelasi yang mendekati satu yaitu  $R^2 = 0,9819$  dengan kapasitas serapan maksimum sebesar 12,5470 mg/g.

Kata kunci : Biosorpsi, ion Pb (II), ampas tebu, metoda batch

# **BIOSORPTION OF LEAD IONS (II) USING BAGSAGE (*Saccharum officinarum*) BY BATCH METHOD**

**Nur Rizky Pasaribu**

## **ABSTRAK**

Lead is a hazardous and toxic metal if it reaches human organs in sufficient doses or if it is present in water.  $Pb^{2+}$  can build up in the brain, causing cancer, disorders of nerve cells, kidneys and mental health as well as problems with male reproduction and resulting in bone irregularities in children. As a result, it is vital to regulate the presence of this metal in water. Biosorption is a heavy metal removal technique that use biomass as an adsorbent. In this research, the biosorption process was carried out using sugarcane bagasse as a biosorbent and batch contacting to obtain optimum pH, concentration, contact time and stirring speed. The research results showed that optimum results were obtained at pH 5, concentration of 200 ppm, contact time of 60 minutes and stirring speed of 100 rpm with an absorption of 1.97625 mg/g. The biosorption process meets the Langmuir isotherm with a correlation coefficient value close to one, namely  $R^2 = 0.9819$  with a maximum absorption capacity of 12.5470 mg/g.

Keywords: Biosorption, lead, bagasse, batch method

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Biosorpsi Ion Timbal (II) Menggunakan Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) Dengan Metoda Batch**”. Shalawat beserta salam untuk nabi kita yakni, nabi Muhammad SAW yang telah menjadi tauladan dalam setiap aktivitas kita.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi Tugas Mata Kuliah tugas akhir 2 guna memperoleh gelar sarjana sains (S-1) pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Selama penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibuk Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Penasehat Akademik
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si selaku dosen pembahas
3. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang

5. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Negeri Padang

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis  
mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas  
masukan dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Maret 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	7
BAB II KERANGKA TEORITIS.....	8
A. Ampas Tebu .....	8
B. Biosorpsi .....	10
C. Logam Timbal (Pb).....	15
D. Instrumentasi .....	16
1. Fourier Transform Infrared (FTIR).....	16

2. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Variabel Penelitian.....	22
C. Alat dan Bahan.....	22
1. Alat .....	22
2. Bahan .....	23
D. Prosedur Penelitian .....	23
1. Persiapan Sampel .....	23
2. Pembuatan Reagen .....	23
3. Perlakuan Penelitian Dengan Sistem Batch .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
A. Karakterisasi FTIR.....	27
B. Pengaruh variasi terhadap penyerapan ion logam Pb <sup>2+</sup> .....	29
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>38</b>
A. Kesimpulan.....	38
B. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ampas Tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> ) .....	8
Gambar 2. Logam Timbal (II).....	15
Gambar 3. Fourier Transform Infrared (FTIR).....	17
Gambar 4. Komponen dasar dari instrumen FTIR.....	18
Gambar 5. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).....	19
Gambar 6. Komponen dasar dari instrumen SSA .....	20
Gambar 7. Spektrum FTIR biosorben sebelum dan setelah dikontakkan dengan logam $Pb^{2+}$ .....	27
Gambar 8. Pengaruh variasi pH larutan terhadap penyerapan ion logam $Pb^{2+}$ ....	29
Gambar 9. Pengaruh variasi konsentrasi terhadap penyerapan ion logam $Pb^{2+}$ ....	31
Gambar 10. Kurva linearitas isotherm langmuir penyerapan ion $Pb^{2+}$ .....	33
Gambar 11. Kurva linearitas isotherm freundlich penyerapan ion $Pb^{2+}$ .....	33
Gambar 12. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan ion logam $Pb^{2+}$ .	34
Gambar 13. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion logam $Pb^{2+}$ .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan senyawa pada ampas tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> ) .....	9
Tabel 2. Klasifikasi tebu .....	10
Tabel 3. Bilangan Gelombang dan Interpretasi Spektrum Infra Red.....	17

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desaian Penelitian .....	43
Lampiran 2. Pembuatan reagen.....	44
Lampiran 3. Pengaruh variabel penelitian .....	46
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	58
Lampiran 5. Rancangan Anggaran Biaya Penelitian .....	61

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pekembangan industri di era globalisasi memiliki peranan penting bagi kehidupan tetapi juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu limbah yang berbahaya yaitu limbah berupa logam berat. Hal ini karena efek negatif yang ditimbulkan dari kontaminasi logam berat berlebih dapat menimbulkan bahaya bagi ekologi maupun kesehatan tubuh manusia. Beberapa dampak yang ditimbulkan diantaranya toksisitas, biokumulasi dalam tubuh manusia, bersifat non-biodegradabilitas dan karsinogenik. Logam berat pada umumnya berasal dari kegiatan industri seperti tekstil, pigmen plastik, pertambangan, pelapisan logam, proses metalurgi, dan lain-lain. Industri ini dapat menghasilkan ion logam berat seperti Pb, Cr, Hg, Zn dan lain-lain.(Soliman et al., 2011).

Pencemaran lingkungan dapat terjadi karena limbah industri yang mengandung senyawa kimia, baik yang dipelaskan ke udara, tanah maupun ke air. Akibat dari limbah industri akan berdampak buruk bagi kesehatan makhluk hidup terutama pada manusia (Danhas,Dewata,2018).Pembuangan limbah yang mengandung logam berat dengan konsentrasi tinggi memiliki efek serius pada lingkungan yang merugikan, karena hasil kegiatan manusia secara langsung maupun tidak langsung seperti industrialisasi, urbanisasi dan sumber antropogenik dapat mengakibatkan

lingkungan menjadi tercemar dan berakibat buruk terhadap kesehatan manusia (Yollanda et al., 2019).

Pada umumnya tingkat pencemaran air yang disebabkan oleh logam berat bergantung pada waktu serta aktivitas yang menghasilkan pencemaran pada daerah tercemar, sehingga sangat penting untuk mengurangi limbah logam berat berbahaya dari lingkungan yang terkontaminasi dari efek buruk dan membatasi penyebaran ke lingkungan yang belum tercemar oleh logam yang berbahaya (Phuengphai et al., 2021). Salah satu ion logam yang berbahaya bagi lingkungan yaitu Ion timbal

Ion  $Pb^{2+}$  merupakan logam berat yang relatif banyak ditemukan di lingkungan. Industri seperti peleburan dan pemurnian, pabrik kuningan, pembakaran bahan bakar, pembuatan baterai, pabrik,, alkali, cat, pemakaian arsenat pada pertanian, pembakaran bidang yang dicat serta pembakaran plastik merupakan sumber pencemaran timbal (Miningsih et al., 2016). Logam timbal merupakan logam yang berbahaya bagi organisme hidup karena sifat toksisitasnya. Adapun pengaruhnya terhadap kesehatan yang diakibatkan dari ion  $Pb^{2+}$  yaitu menyebabkan kanker, gangguan sel syaraf, ginjal dan kesehatan mental serta gangguan pada reproduksi pria dan mengakibatkan penyimpangan tulang pada anak-anak (Yollanda et al., 2019) Senyawa timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan minuman atau penetrasi pada selaput kulit sehingga terjadinya keracunan timbal seperti terjadinya penurunan sel darah merah atau disebut dengan anemia dan apabila di

dalam darah melebihi ambang batas yaitu 120 ug/100 g akan mengakibatkan kerusakan otak dan kematian (Kamal et al., 2005).

Untuk mengatasi peningkatan jumlah limbah ion logam berat, manusia mencari alternatif untuk menanggulangnya. Beberapa metoda yang sering digunakan untuk mengurangi kadar ion logam berat berbahaya di lingkungan seperti pertukaran ion, filtrasi membran, proses oksidasi kimia dan koagulasi. Namun, penggunaan dari metoda ini kurang efektif karena masih mempunyai beberapa kekurangan, seperti menimbulkan produksi limbah sekunder, membutuhkan biaya yang cukup mahal, waktu yang lama dan tidak mampu menghilangkan tingkat logam berat ion logam. Sehingga dibutuhkan metoda pengolahan yang murah, aman dan pastinya efektif (Yollanda et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan metode yang paling efektif untuk mengurangi kadar ion logam berat berbahaya yang ramah lingkungan salah satunya yaitu biosorpsi.

Biosorpsi merupakan bagian dari adsorpsi menjadi metoda yang cukup cepat dan efektif dalam menyerap ion logam berat dengan biaya relatif murah dan ramah terhadap lingkungan (Miningsih et al., 2016). Ada beberapa mikroorganisme yang dapat dijadikan sebagai biosorben seperti kulit pisang, kulit jeruk, kulit manggis, dan kulit durian. Pada proses biosorpsi bagian biosorben yang dibutuhkan untuk menarik dan mengikat ion logam berat adalah bahan biologis yang kaya ligan organik dan memiliki gugus aktif. Gugus aktif yang berfungsi sebagai pengikat ion



logam berat yaitu gugus hidroksil (-OH) dan karbonil (-CO) (Yollanda et al., 2019). Biosorben yang dibutuhkan pada proses biosorpsi ion logam berat yaitu ampas tebu.

Ampas tebu adalah hasil limbah dari industri gula atau pembuatan minuman dari air tebu yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga adanya masalah tersendiri bagi industri gula dan lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Secara kimiawi, komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang terkandung di dalamnya gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, selulosa, hemiselulosa, lignin dan pentosan yang dapat berikatan dengan logam (Yoseva et al., 2015). Dari komponen penyusun ampas tebu tersebut, maka dapat diketahui kemampuan ampas tebu dalam menyerap ion logam dalam air limbah karena ampas tebu memiliki serat dan pori-pori yang cukup besar dalam menampung gula yang sebelumnya terkandung dalam ampas tebu tersebut. Sehingga ion logam dapat terserap menggantikan posisi gula.

Penggunaan ampas tebu sebagai alternatif biomaterial penyerap ion logam merupakan proses daur ulang yang sangat baik bagi penghemat sumber daya alam dan merupakan salah satu cara bagi pengolahan limbah. Selain itu, karena ampas tebu mudah didapatkan serta dapat diregenerasi kembali dan dari sisi ekonomis harga ampas tebu yang murah (Apriliani, 2010).

Duga, dkk (2016) telah melakukan penelitian dengan menggunakan biosorben ampas tebu dengan judul “ Packed Bed Biosorption of Lead and Copper Ions Using

Sugarcane Bagasse” dan didapat hasil kapasitas adsorpsi untuk timbal adalah 4,54 mg/g, sedangkan untuk tembaga adalah 3,98 mg/g.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penentuan pH, konsentasi, waktu kontak dan kecepatan pengadukan dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai biosorben untuk menyerap ion  $Pb^{2+}$  dengan metoda Batch yang akan diuji menggunakan *Anatomic Absorpstion Spectrophotometer (AAS)* dan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Logam  $Pb^{2+}$  termasuk ke dalam logam berat yang berbahaya yang dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan masyarakat.
2. Diperlukannya metoda pengolahan ion  $Pb^{2+}$  yang murah, efektif dan aman.
3. Masih kurangnya pengetahuan mengenai pemanfaatan dari limbah ampas tebu sebagai biosorben terhadap penyerapan ion  $Pb^{2+}$

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka masalah pada penelitian ini dibatasi pada:

1. Biosorben yang digunakan adalah Ampas tebu.

2. Material yang akan di adsorpsi adalah ion  $Pb^{2+}$ .
3. Pengukuran kapasitas serapan biosorben ampas tebu terhadap ion logam timbal ( $Pb^{2+}$ ) menggunakan Spektrofotometer Serapan atom (SSA).
4. Karakterisasi biosorben menggunakan FTIR.
5. Variabel yang akan diteliti adalah pengaruh variasi pH, pengaruh variasi konsentrasi, pengaruh variasi waktu kontak dan pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap daya serap ampas tebu terhadap ion  $Pb^{2+}$ .

#### **D. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi pH, konsentrasi, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion  $Pb^{2+}$  pada ampas tebu?
2. Berapa kapasitas penyerapan maksimum ampas tebu terhadap ion logam  $Pb^{2+}$ ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi pH, pengaruh variasi konsentrasi, pengaruh variasi waktu kontak dan pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap daya serap ampas tebu terhadap ion  $Pb^{2+}$ .
2. Mengetahui jumlah kapasitas penyerapan maksimum ampas tebu terhadap ion logam  $Pb^{2+}$ .

## **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi yang dapat dijadikan acuan sebagai dasar pemilihan biomaterial yang baik dan cara perlakuannya sebagai biosorben untuk penyerapan ion logam berat.
2. Memberikan manfaat bagi perkembangan penelitian kimia, khususnya dalam bidang biosorpsi dan penanganan logam berat dari limbah cair.