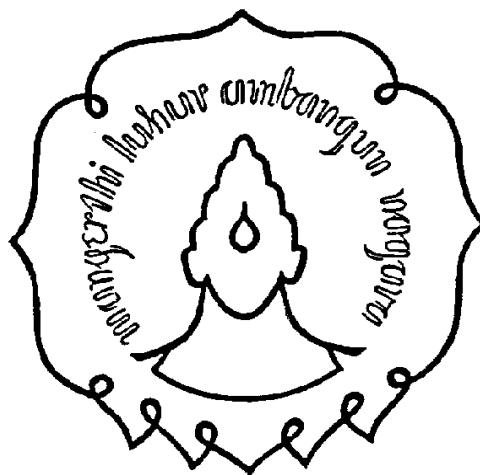


**BIOSORPSI ION LOGAM BERAT TIMBAL (II)  
MENGUNAKAN RESIDU JUS APEL (*Malus domestica*)  
TERAKTIVASI NaOH**



Disusun oleh :

**DEVITA DWI ARIMURTI**

**M0311018**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Kimia**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**2015**

HALAMAN PENGESAHAN

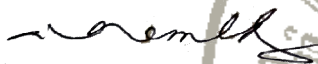
**Skripsi**  
**BIOSORPSI ION LOGAM BERAT TIMBAL (II)**  
**MENGGUNAKAN RESIDU JUS APEL (*Malus domestica*)**  
**TERAKTIVASI NaOH**

DEVITA DWI ARIMURTI  
M0311018

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Eddy Herald, M.Si.

Dr. rer. nat. Witri Wahyu Lestari, M.Sc.

NIP 19640305 200003 1002

NIP 19801222 200312 2003

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 18 November 2015

Anggota Tim Penguji :

1. Dr. Pranoto, M.Sc.



2. Prof. Drs. Sentot Budi Rahardjo, Ph.D.



Disahkan oleh

Kepala Program Studi Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Liana Kusumaningsih, M.Si

NIP.19730124 199903 2001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “BIOSORPSI ION LOGAM BERAT TIMBAL (II) MENGGUNAKAN RESIDU JUS APEL (*Malus domestica*) TERAKTIVASI NaOH” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, November 2015

DEVITA DWI ARIMURTI

## BIOSORPSI ION LOGAM BERAT TIMBAL (II) MENGGUNAKAN RESIDU

JUS APEL (*Malus domestica*) TERAKTIVASI NaOH

DEVITA DWI ARIMURTI

Program Studi Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret

### ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari tentang biosorpsi ion Pb (II) dalam larutan menggunakan residu jus apel (*Malus domestica*) teraktivasi NaOH. Biosorben dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer* (FTIR), *Surface Area Analyzer* (SAA), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pengaruh dosis biosorben, pH, waktu kontak dan konsentrasi awal larutan ditentukan menggunakan metode biosorpsi *batch*. Penentuan jenis kinetika biosorpsi dianalisis menggunakan model kinetika *pseudo first order* dan *pseudo second order*, sedangkan penentuan jenis isoterm biosorpsi yang terjadi menggunakan model persamaan Freundlich dan Langmuir. Kondisi optimum biosorpsi ion Pb (II) tercapai pada waktu kontak 60 menit, pH 4, dan dosis biosorben 0,1 g dalam 25 ml larutan. Kinetika biosorpsi mengikuti model kinetika *pseudo second order* dengan konstanta laju  $1,84 \times 10^{-1} \text{ g.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , sedangkan isoterm biosorpsi mengikuti model isoterm Langmuir. Kapasitas maksimum biosorpsi ion Pb (II) berdasarkan model isoterm Langmuir sebesar  $90,90 \text{ mg.g}^{-1}$  pada 302 K, dengan energi biosorpsi sebesar  $26,429 \text{ kJ.mol}^{-1}$ .

Kata kunci : biosorpsi, residu jus apel, timbal (II), *water treatment*

BIOSORPTION OF LEAD (II) IONS BY NaOH-ACTIVATED APPLE (*Malus domestica*) JUICE RESIDUE

DEVITA DWI ARIMURTI

Department of Chemistry, Faculty of Mathematic and Science  
Sebelas Maret University

**ABSTRACT**

This research study about removal Pb (II) ions from aqueous solutions using NaOH-activated apple (*Malus domestica*) juice residue. Biosorbent was characterized with Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR), Surface Area Analyzer (SAA) and Scanning Electron Microscopy (SEM). The effects of biosorbent dosage, pH, contact time and initial metal ion concentration had been investigated in batch-adsorption method. The biosorption kinetic data were analyzed by pseudo first order and pseudo second order kinetics model. Freundlich and Langmuir's isotherm were used to describe the biosorption process. The optimum conditions of Pb (II) biosorption was observed at 60 min of contact time, pH 4, and 0.1 g biosorbent dosage in 25 ml solution. The biosorption kinetics followed the pseudo second order kinetic model, obtaining the following biosorption constant rate  $0.184 \text{ g.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . The Langmuir isotherm model exhibited the best fit to experimental data. The maximum biosorption capacity of Pb (II) determined according to the Langmuir model was  $90.90 \text{ mg.g}^{-1}$  at 302 K, with the adsorption energy of  $26.429 \text{ kJ.mol}^{-1}$ .

Key words : apple juice residue, biosorption, lead (II), water treatment

## MOTTO

*“Fall seven times, stand up eight.” – Japanese proverb*

*“Whenever you fall, pick something up.” – Oswald Avery*

*“The mind is everything. What you think, you become.” – Siddhartha Gautama*

*“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood.” - Marie Curie*

*“Believe you can and you’re halfway there.” – Theodore Roosevelt*

*“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat, maka (kejahatan) itu bagi dirimu sendiri.” – Quran 17:7*

*“Saya tak mau jadi pohon bambu, saya mau jadi pohon oak yang berani menantang angin.” – Soe Hok Gie*

## **PERSEMBAHAN**

*Tulisan kecil ini ku persembahkan untuk :*

*Ibu dan Alm. Ayah tercinta.*

*Kakak dan Adik tersayang.*

*Sahabat-sahabat terbaikku, Depe, Wiren, Shanti, Lani, Wiek, Mayul, Asit, Jule,  
dan Muti.*

*Teman-teman Kimia 2011.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rasulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eddy Heraldly, M.Si selaku dosen pembimbing I.
2. Ibu Dr.rer.nat. Witri Wahyu Lestari, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing II.
3. Ibu Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si selaku Kepala Program Studi Kimia FMIPA UNS.
4. Ibu Venty Suryanti S.Si, M.Phil., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademis.
5. Bapak dan Ibu dosen program studi kimia FMIPA UNS.
6. Teman-teman kimia 2011 yang telah memberikan masukan serta dukungannya.
7. Kakak dan adik tingkat kimia yang telah memberikan saran serta dukungannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amiin.

Penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna, begitu juga dalam penulisan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik maupun saran yang sifatnya membangun untuk menyempurnakannya. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN ABSTRAK.....	iv
HALAMAN ABSTRACT.....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	6
1.4. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II LANDASAN TEORI .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.1.1. Apel ( <i>Malus domestica</i> ).....	7
2.1.2. Lignoselulosa .....	8
2.1.3. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Adsorben Alam.....	10
2.1.4. Potensi Residu Jus Apel sebagai Biosorben .....	11
2.1.5. Aktivasi Biosorben Residu Apel dengan NaOH .....	13
2.1.6. Kinetika Biosorpsi .....	14
2.1.7. Isoterm Biosorpsi .....	15
2.1.8. Karakterisasi Biosorben Residu Jus Apel .....	17
2.2. Kerangka Pemikiran.....	19
2.3. Hipotesis.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1. Metode Penelitian .....	22
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3. Alat dan Bahan Yang Digunakan .....	22

3.3.1. Alat .....	22
3.3.2. Bahan .....	23
3.4. Prosedur Penelitian .....	23
3.5. Teknik Pengumpulan Data .....	26
3.6. Teknik Analisis Data .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	50
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Sifat kimia selulosa, hemiselulosa, lignin .....	8
Tabel 2.2. Kapasitas biosorpsi berbagai jenis biosorben terhadap ion logam Pb <sup>2+</sup> .....	11
Tabel 2.3. Komposisi residu jus apel .....	12
Tabel 2.4. Pita serapan khas karbohidrat .....	18
Tabel 4.1. Serapan FTIR biosorben residu jus apel .....	30
Tabel 4.2. Perbandingan serapan FTIR biosorben residu jus apel sebelum dan sesudah aktivasi dengan NaOH .....	33
Tabel 4.3. Hasil karakterisasi <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA) .....	35
Tabel 4.4. Parameter kinetika biosorpsi ion logam Pb <sup>2+</sup> oleh biosorben teraktivasi .....	44
Tabel 4.5. Isoterm Biosorpsi Ion logam Pb <sup>2+</sup> oleh Biosorben Teraktivasi	46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi apel .....	7
Gambar 2.2. Struktur lignoselulosa .....	8
Gambar 2.3. Unit-unit penyusun lignin .....	9
Gambar 2.4. Struktur selulosa .....	9
Gambar 2.5. Struktur xilan (hemoselulosa homopolimer) (a) dan glukomannan (hemiselulosa heteropolimer) (b) .....	10
Gambar 2.6. Reaksi delignifikasi .....	14
Gambar 2.7. Gugus fungsi residu jus apel .....	18
Gambar 4.1. Spektra FTIR biosorben residu jus apel .....	29
Gambar 4.2. Pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap efisiensi biosorpsi ion logam Pb <sup>2+</sup> .....	31
Gambar 4.3. Spektra FTIR biosorben residu jus apel tanpa aktivasi (a) biosorben residu jus apel teraktivasi NaOH (b) .....	32
Gambar 4.4. Mekanisme reaksi delignifikasi oleh NaOH .....	34
Gambar 4.5. Perbandingan kemampuan biosorpsi residu jus apel tanpa aktivasi dan dengan aktivasi NaOH .....	36
Gambar 4.6. Hubungan dosis biosorben terhadap efisiensi biosorpsi (a) dan hubungan dosis terhadap kapasitas biosorpsi (b) .....	37
Gambar 4.7. Hubungan pH larutan terhadap efisiensi biosorpsi ion logam Pb <sup>2+</sup> .....	38
Gambar 4.8. Hubungan waktu kontak terhadap efisiensi biosorpsi ion logam Pb <sup>2+</sup> .....	40
Gambar 4.9. Hubungan konsentrasi awal terhadap efisiensi biosorpsi (a) dan konsentrasi awal terhadap kapasitas biosorpsi (b) .....	41
Gambar 4.10. Spektra FTIR biosorben residu jus apel teraktivasi (a) dan biosorben residu jus apel teraktivasi setelah biosorpsi ion Pb <sup>2+</sup> (b) .....	42

Gambar 4.11. Morfologi biosorben residu jus apel teraktivasi (a) dan biosorben residu jus apel setelah adsorpsi ion logam $Pb^{2+}$ (b) (500x perbesaran) .....	43
Gambar 4.12. Kurva <i>pseudo first order</i> (a) dan <i>pseudo second order</i> (b) ..	44
Gambar 4.13. Kurva isoterm Freundlich (a) dan kurva isoterm Langmuir (b) .....	45
Gambar 4.14. Desorpsi ion logam $Pb^{2+}$ oleh biosorben teraktivasi .....	47
Gambar 4.15. Reaksi pembentukan kompleks khelat Pb-Selulosa .....	47
Gambar 4.16. Reaksi desorpsi ion logam $Pb^{2+}$ .....	48
Gambar 4.17. Spektra FTIR biosorben setelah adsorpsi ion $Pb^{2+}$ (a) dan setelah desorpsi (b) .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Optimasi Konsentrasi NaOH .....	59
Lampiran 2. Penentuan Dosis Optimum .....	61
Lampiran 3. Penentuan pH Optimum .....	62
Lampiran 4. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	63
Lampiran 5. Variasi Konsentrasi Awal .....	64
Lampiran 6. Penentuan Kinetika Biosorpsi .....	65
Lampiran 7. Penentuan Isoterm Biosorpsi .....	67
Lampiran 8. Penentuan Jenis Interaksi Biosorben dan Adsorbat .....	70
Lampiran 9. Karakterisasi FTIR Residu Jus Apel .....	73
Lampiran 10. Karakterisasi FTIR Residu Jus Apel Teraktivasi .....	74
Lampiran 11. Karakterisasi FTIR Residu Jus Apel Teraktivasi setelah Adsorpsi Ion $Pb^{2+}$ .....	75
Lampiran 12. Karakterisasi FTIR Residu Jus Apel Teraktivasi setelah Desorpsi .....	76
Lampiran 13. Karakterisasi SAA .....	77
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian .....	78