

SKRIPSI

**BIOSORBEN DARI AMPAS KOPI UNTUK PENYERAPAN LOGAM
BERAT TIMBAL**



Diajukan oleh :

Chintya Gunarto 5203013016

Vania Kurniawan 5203013024

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Chintya Gunarto

NRP : 5203013016

Telah diselenggarakan pada tanggal 20 Mei 2016, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 27 Mei 2016

Pembimbing I

Aning Ayucitra, ST., M.EngSc
NIK. 521.03.0563

Pembimbing II

Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Sekretaris

Aning Ayucitra, ST., M.EngSc
NIK. 521.03.0563

Anggota

Ery Susiany Retnoningtyas, ST., MT.
NIK. 521.98.0348

Anggota

Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Suryadi Ismadiz, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:


Nama : Vania Kurniawan

NRP : 5203013024


Telah diselenggarakan pada tanggal 20 Mei 2016, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 27 Mei 2016

Pembimbing I

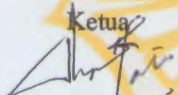

Aning Ayucitra, ST., M.EngSc
NIK. 521.03.0563

Pembimbing II



Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Dewan Penguji

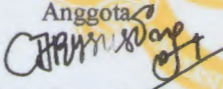
Ketua


Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151


Sekretaris


Aning Ayucitra, ST., M.EngSc
NIK. 521.03.0563

Anggota

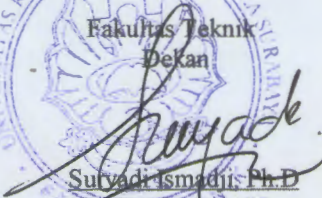

Ery Susiany Retnoningtyas, ST., MT.
NIK. 521.98.0348

Anggota

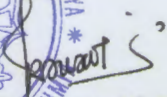

Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan


Suryadi Ismadji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia
Ketua


Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama : Chintya Gunarto
NRP : 5203013016

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :
Biosorben dari Ampas Kopi untuk Penyerapan Logam Berat Timbal

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 27 Mei 2016

Yang menyatakan,



(Chintya Gunarto)
5203013016

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama : Vania Kurniawan
NRP : 5203013024

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :
Biosorben dari Ampas Kopi untuk Penyerapan Logam Berat Timbal

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 27 Mei 2016

Yang menyatakan,



(Vania Kurniawan)
5203013024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 27 Mei 2016

Mahasiswa,



Chintya Gunarto

5203013016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 27 Mei 2016

Mahasiswa,



Vania Kurniawan

5203013024

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Biosorben dari Ampas Kopi untuk Penyerapan Logam Berat Timbal” tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Aning Ayucitra, ST., M.EngSc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
2. Sandy Budi Hartono, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
3. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT. dan Ery Susiany Retnoningtyas, ST., MT. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
4. Dr. Ir. Suratno L., MS. yang telah memberikan masukan pada proposal dan seminar *progress report* penelitian ini.
5. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Ketua Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia; Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku Ketua Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia; Felycia Edi Soetaredjo, ST., M.Phil., selaku Ketua Laboratorium Instrument Jurusan Teknik Kimia yang telah memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat laboratorium.

6. Bpk. Novi selaku laboran Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia dan Bpk. Pudjo selaku laboran Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
8. Wenny Irawaty, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala.
9. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 27 Mei 2016

Penulis

INTISARI

Kopi robusta (*Coffea canephora*) merupakan tanaman yang tumbuh melimpah di Indonesia dan dibudidayakan sebagai bahan baku pembuatan minuman kopi. Dalam pembuatan minuman kopi, bubuk kopi diseduh dengan air panas dan menyisakan ampas yang dibuang. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biosorben. Biosorben digunakan untuk mengurangi pencemaran lingkungan melalui penyerapan berbagai jenis limbah cair diantaranya logam-logam berat.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan. Salah satu industri yang menghasilkan limbah logam berat timbal terbesar adalah industri akumulator. Salah satu cara untuk menghilangkan cemaran logam berat Pb adalah dengan proses adsorpsi menggunakan biosorben dari ampas kopi. Dalam penelitian ini, ampas kopi yang diolah menjadi karbon aktif dengan zat aktivator berupa larutan HCl akan dimanfaatkan untuk mengikat logam berat Pb pada limbah industri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh proses aktivasi dengan larutan HCl terhadap karakteristik dan kemampuan adsorpsi biosorben dari ampas kopi. Isoterm adsorpsi logam berat Pb dengan biosorben ampas kopi juga dipelajari menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Larutan limbah logam berat Pb yang digunakan adalah larutan limbah simulasi berupa larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi awal 50,4 ppm. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu karbonisasi, konsentrasi larutan HCl, dan rasio massa biosorben ampas kopi dengan larutan $Pb(NO_3)_2$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyerapan timbal terbaik (% *removal* = 51,6%) diperoleh dengan waktu adsorpsi selama 30 menit pada rasio massa antara biosorben dan larutan $Pb(NO_3)_2$ sebanyak 1:10 menggunakan biosorben dari ampas kopi yang diolah pada kondisi suhu karbonisasi 400°C dan direndam dalam larutan HCl 0,2 M. Persamaan isoterm adsorpsi yang lebih cocok digunakan untuk proses adsorpsi timbal menggunakan biosorben dari ampas kopi adalah persamaan isoterm adsorpsi Freundlich dengan nilai r^2 sebesar 0,9866.

ABSTRACT

Robusta coffee (*Coffea canephora*) is a plant that grows abundantly in Indonesia and is cultivated as a raw material to make coffee drinks. In coffee drinks making, coffee powder is brewed with hot water and generates spent coffee grounds which are commonly discarded. The waste spent coffee grounds can actually be used as raw material to produce biosorbent. Biosorbent is utilised to reduce environmental pollution through the adsorption process for various types of liquid waste including heavy metals adsorption.

Lead (Pb) is a kind of heavy metal that is harmful to human health. One industry that produce lead heavy metal waste in large scale is accumulator industry. One promising method that can be used to eliminate lead contamination in water is adsorption process using spent coffee grounds as biosorbent. In this research, spent coffee grounds were processed into activated carbon using HCl as an activator solution for removing lead in a simulated industrial waste.

The objective of this research was to study the effect of activation process using HCl solution through the characteristics and adsorption capabilities of the spent coffee grounds biosorbent. Isotherm adsorption of lead using spent coffee grounds biosorbent was also studied using Langmuir and Freundlich equations. In this research, simulated waste was made by $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution with initial concentration of 50.4 ppm. Carbonization temperature, concentration of HCl solution, and the ratio of mass of spent coffee grounds biosorbent to volume of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution were chosen as the design variables.

As results, the highest percent removal of lead (51.6%) was achieved in an adsorption process conducted for 30 minutes with the mass to volume ratio between biosorbent and $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution of 1:10. The process used spent coffee ground biosorbent prepared by carbonization temperature at 400°C and soaked in 0.2 M HCl solution. The best isotherm adsorption equation representing this lead adsorption using spent coffee grounds as biosorbent was Freundlich isotherm adsorption equation with r^2 value of 0.9866.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat	4
I.5. Pembatasan Masalah.....	4
BAB II	5
II.1. Kopi Robusta	5
II.2. Karbon Aktif.....	6
II.3. Adsorpsi.....	8
II.4. Isoterm Adsorpsi.....	10
II.5. Karakteristik Logam Berat	13
II.6. Limbah Industri Timbal.....	14
II.7. Penelitian Terdahulu Biosorben Ampas Kopi	15
BAB III.....	17
III.1. Rancangan Penelitian	17
III.2. Bahan.....	19
III.3. Alat.....	20
III.4. Variabel Penelitian	20
III.5. Prosedur Penelitian.....	23
III.6. Karakterisasi Biosorben Sebelum dan Sesudah Aktivasi	25
III.7. Perhitungan Persen <i>Removal</i> Timbal.....	26
III.8. Analisis Proksimat.....	26
BAB IV.....	29
IV.1. Preparasi Biosorben dari Ampas Kopi	29
IV.2. Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Morfologi Ampas Kopi	33
IV.3. Pengaruh Karbonisasi dan Aktivasi HCl terhadap Gugus Fungsi Biosorben Ampas Kopi	34

IV.4. Pengaruh Konsentrasi HCl dan Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Variasi Suhu 400°C, 500°C, dan 600°C	36
IV.5. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Berbagai Konsentrasi HCl 0,1 M, 0,2 M, dan 0,3 M	38
IV.6. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi HCl terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Variasi Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat 1:10, 1:15, dan 1:20.....	39
IV.7. Isoterm Adsorpsi	41
BAB V	44
V.1. Kesimpulan.....	44
V.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN A	48
A.1. Larutan Aktivator Asam Klorida 0,1 M sebanyak 600 mL	48
A.2. Larutan Aktivator Asam Klorida 0,2 M sebanyak 600 mL	48
A.3. Larutan Aktivator Asam Klorida 0,3 M sebanyak 600 mL	49
A.4. Larutan Pb(NO ₃) ₂ 50 ppm	49
A.5. Penentuan Massa Biosorben untuk Adsorpsi	50
LAMPIRAN B.....	51
B.1. Larutan induk Pb 100 ppm sebanyak 50 mL	51
B.2. Pembuatan Larutan Baku Timbal	51
B.3. Kurva Baku Timbal	53
LAMPIRAN C.....	55
LAMPIRAN D	57
D.1. Perhitungan % <i>removal</i>	57
D.2. Pengaruh Konsentrasi HCl dan Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Variasi Suhu 400°C, 500°C, dan 600°C	59
D.3. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Berbagai Konsentrasi HCl 0,1 M, 0,2 M, dan 0,3 M.....	61
D.4. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi HCl terhadap Konsentrasi Timbal Sisa pada Variasi Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat 1:10, 1:15, dan 1:20.....	63
LAMPIRAN E.....	66
E.1. Isoterm Adsorpsi.....	66
LAMPIRAN F	68
LAMPIRAN G	70

G.1. Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Gugus Fungsi Biosorben	
Ampas Kopi	70
G.2. Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Gugus Fungsi Biosorben	
Ampas Kopi	71
LAMPIRAN H	73

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Komposisi Kimia Ampas Kopi	5
Tabel II.2. Standar Industri Indonesia Karbon Aktif	6
Tabel IV.1. Hasil Analisis FTIR Ampas Kopi, Karbon 400°C, dan Biosorben Ampas Kopi	36
Tabel B.1. Capaian Absorbansi untuk Pembuatan Kurva Baku Timbal	53
Tabel C.1. Penentuan Waktu Adsorpsi	55
Tabel D.1. Hasil Adsorpsi	57
Tabel E.1. Data Penentuan Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich.....	67
Tabel F.1. Hasil Analisis Proksimat Serbuk Ampas Kopi	69
Tabel F.2. Hasil Analisis Proksimat Biosorben Ampas Kopi	69
Tabel G.1. Hasil Analisis FTIR pada Variasi Suhu Karbonisasi	71
Tabel G.2. Hasil Analisis FTIR pada Variasi Konsentrasi HCl.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Isoterm Adsorpsi Persamaan Langmuir	11
Gambar II.2. Isoterm Adsorpsi Persamaan Freundlich.....	13
Gambar III.1. Skema Penelitian Adsorpsi dengan Biosorben Ampas Kopi	18
Gambar III.2. Skema Penelitian Isoterm Adsorpsi dengan Biosorben Ampas Kopi.....	19
Gambar IV.1. Penampakan Fisik Sebelum dan Setelah Pencucian (a) Filtrat Tampak Samping, (b) Filtrat Tampak Atas, (c) Ampas Kopi	29
Gambar IV.2. Bentuk Morfologi (a) Ampas Kopi, Biosorben dengan Suhu Karbonisasi (b) 400°C, (c) 500°C, dan (d) 600°C pada Perendaman HCl 0,1 M (Perbesaran 2000x)	33
Gambar IV.3. Hasil Analisis FTIR Ampas Kopi, Karbon 400°C, dan Biosorben Ampas Kopi	35
Gambar IV.4. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Konsentrasi HCl terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Suhu Karbonisasi 400°C.....	37
Gambar IV.5. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Aktivasi HCl 0,2 M.....	38
Gambar IV.6. Hubungan antara Konsentrasi HCl dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat 1:10	40
Gambar IV.7. Hubungan antara Ce dan qe untuk Isoterm Adsorpsi	42
Gambar B.1. Kurva Baku Timbal.....	54
Gambar C.1. Penentuan Waktu Adsorpsi	56
Gambar D.1. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Konsentrasi HCl terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Suhu Karbonisasi 500°C.....	60
Gambar D.2. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Konsentrasi HCl terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Suhu Karbonisasi 600°C.....	61
Gambar D.3. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Aktivasi HCl 0,1 M.....	62
Gambar D.4. Hubungan antara Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Aktivasi HCl 0,3 M.....	63

Gambar D.5. Hubungan antara Konsentrasi HCl dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat 1:15	64
Gambar D.6. Hubungan antara Konsentrasi HCl dan Suhu Karbonisasi terhadap Konsentrasi Timbal Sisa Setelah Adsorpsi pada Rasio Massa Biosorben-Volume Larutan Timbal Nitrat 1:20	65
Gambar G.1. Hasil Analisis FTIR pada Variasi Suhu Karbonisasi	70
Gambar G.2. Hasil Analisis FTIR pada Variasi Konsentrasi HCl	71