

**SKRIPSI**

**BIOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA TANAH SEKITAR  
STOCKPILE BATUBARA DENGAN METODE COMPOSTING**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

**Annisa Nurul Kharisma**

NIM 2010815220014

Pembimbing:

**Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.**

NIP. 198007072008011029



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**

**Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanah Sekitar *Stockpile***  
**Batubara dengan Metode *Composting***  
**Oleh**  
**Annisa Nurul Kharisma (2010815220014)**

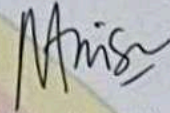
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 2 Oktober 2024 dan dinyatakan

**LULUS**

**Komite Penguji :**

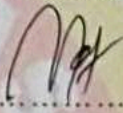
**Ketua** : Nova Annisa, S. Si., M. S.

NIP. 198911282024212032



**Anggota 1** : Muhammad Abrar Firdausy, S. T., M. T.

NIP. 199101192019031016



**Pembimbing** : Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.

**Utama** NIP. 198007072008011029



07 OCT 2024

Banjarbaru, .....

Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**

**Fakultas Teknik ULM,**

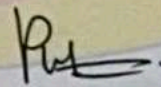


**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**

**NIP. 19740107 199802 1 001**

**Koordinator Program Studi**

**S-1 Teknik Lingkungan,**



**Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S**

**NIP. 19780828 201212 2 001**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya ataupun pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar rujukan.
4. Program *software* komputer yang saya gunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Annisa Nurul Kharisma

NIM 2010815220014

## ABSTRAK

Batubara hasil pertambangan harus ditimbun terlebih dahulu di *stockpile* untuk menjaga kualitas batubara. Namun, hal tersebut mengakibatkan lepasnya logam berat ke dalam tanah akibat adanya hujan serta aktivitas alat berat yang dapat menurunkan kualitas tanah jika tidak ada perlakuan. Bioremediasi dengan metode *composting* dapat menjadi alternatif yang mudah dan ekonomis dengan pemanfaatan aktivitas mikroorganisme untuk mengurai kontaminan. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi kondisi suhu, pH, dan kadar air selama proses *composting*, menganalisis variasi komposisi terbaik, serta pengaruh dari perbedaan komposisi kompos terhadap penurunan Pb. Penelitian ini dilakukan dengan metode *in vessel composting* dengan reaktor kaca 3,5 liter dengan 3 kali pengulangan. Variasi komposisi yang digunakan yaitu A (100% tanah), B (50% tanah : 25% sampah sayur : 25% kotoran ayam), C (50% tanah : 35% sampah sayur : 15% kotoran ayam), D (0% tanah : 25% sampah sayur : 25% kotoran ayam), dan E (0% tanah : 35% sampah sayur : 15% kotoran ayam) selama 60 hari. Selanjutnya data dianalisis menggunakan Uji Regresi Linier dan *One Way ANOVA*. Pada penelitian ini, konsentrasi Pb dapat turun pada reaktor A, B, dan C. Variasi komposisi terbaik adalah variasi C (50% tanah : 35% sampah sayur : 15% kotoran ayam) dengan penurunan sebesar 2,356 mg/kg atau 30,48%.

**Kata Kunci:** Pb, *composting*, bioremediasi, sampah sayur, kotoran ayam

## **ABSTRACT**

*Coal from mining must first be stockpiled in stockpiles to maintain coal quality. However, this results in the release of heavy metals into the soil due to rain and heavy equipment activity which can reduce soil quality if there is no treatment. Bioremediation with the composting method can be an easy and economical alternative by utilising the activity of microorganisms to break down contaminants. The purpose of this study was to identify the conditions of temperature, pH, and moisture content during the composting process, analyse the best composition variation, and the effect of different compost compositions on Pb reduction. This research was conducted using the in vessel composting method with a 3.5 litre glass reactor with 3 repetitions. The composition variations used were A (100% soil), B (50% soil: 25% vegetable waste: 25% chicken manure), C (50% soil: 35% vegetable waste: 15% chicken manure), D (0% soil: 25% vegetable waste: 25% chicken manure), and E (0% soil: 35% vegetable waste: 15% chicken manure) for 60 days. Furthermore, the data were analysed using Linear Regression Test and One Way ANOVA. In this study, the concentration of Pb can decrease in reactors A, B, and C. The best composition variation is variation C (50% soil: 35% vegetable waste: 15% chicken manure) with a decrease of 2.356 mg/kg or 30,48%.*

**Keywords:** *Pb, composting, bioremediation, vegetable waste, chicken manure*

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi yang berjudul “Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanah Sekitar *Stockpile* Batubara dengan Metode *Composting*” ini bertujuan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Selama penelitian dan penyusunan skripsi, penulis memperoleh dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT sebagai penguat dan penenang utama penulis karena atas ridho-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini hingga tuntas
2. Kedua orang tua penulis, yaitu Ibu Rusinah, S.Ag. dan Bapak Dr. Akhmad Munawar, S.H., M.H. atas segala sesuatu yang selalu diusahakan, doa, dukungan dari segala aspek, bantuan, serta kesabaran
3. Bapak Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing, memberikan masukan membangun, dan membantu penulis selama penelitian hingga penyusunan Skripsi ini selesai
4. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. dan Bapak Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan membangun dalam Skripsi ini
5. Staff Administrasi dan Dosen-Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

6. Lista Wandera Damanik, Siti Ramadayanti, Hafezah Asfiani, dan Prasa Indah Dewi Setyaningrum selaku teman-teman GAWI! dan Jangan Bulik Dulu atas kontribusi dan usaha yang paling besar serta dukungan positif selama perkuliahan, penelitian, hingga penyusunan skripsi
7. Alsyra Hairunnisa, Lista Wandera Damanik, Wahyu Dwifajar, dan Hafezah Asfiani selaku teman-teman Yos Yos Yos atas dukungan dan waktunya dalam mendengarkan keluh kesah selama perkuliahan
8. Rizka Yuniar Fahmi, Intan Kartika Damayanti, dan Noor Alfiadati Suryadi Putri atas dukungan dan waktunya
9. Fatika Nuri Nurlita, Mutea Putri Dwianto, dan Kholifah selaku teman-teman Maung yang telah kebersamai penulis sejak semester 1
10. Teman-teman Fature 2020 yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, serta semangat kepada Penulis selama masa perkuliahan
11. Annisa Nurul Kharisma, selaku diri sendiri yang masih terus mengusahakan sebisa mungkin hingga berada di titik ini
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran membangun yang diberikan oleh pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis ke depannya.

Banjarbaru, Oktober 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Batasan Penelitian .....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Landasan Teori.....	8
2.1.1. <i>Stockpile</i> Batubara.....	8
2.1.2. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanah Pertambangan .....	11
2.1.3. Bioremediasi dengan Metode <i>Composting</i> .....	13
2.1.4. Faktor yang Dapat Mempengaruhi Pengomposan.....	18
2.1.5. Peran Mikroorganisme terhadap Reduksi Logam Berat.....	23

2.1.6.	Pencampuran Bahan <i>Composting</i> .....	27
2.1.7.	Suhu, pH, dan Kadar Air pada <i>Composting</i> .....	31
2.1.8.	Metode <i>Composting In-Vessel</i> .....	33
2.2.	Studi Pustaka .....	34
2.3.	Hipotesis .....	37
<b>III.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1.	Rancangan Penelitian .....	38
3.1.1.	Variabel Penelitian .....	42
3.1.2.	Kerangka Penelitian.....	43
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.3.	Bahan dan Peralatan Penelitian .....	45
3.3.1.	Bahan Penelitian.....	45
3.3.2.	Peralatan Penelitian.....	45
3.4.	Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data .....	46
3.4.1.	Prosedur Penelitian .....	46
3.4.2.	Teknik Pengumpulan Data.....	49
3.5.	Cara Analisis Hasil .....	50
3.5.1.	Analisis Profil Suhu, pH, dan Kadar Air.....	50
3.5.2.	Analisis Pengaruh Variasi Komposisi Kompos 50%SS:50%KA dan 70%SS:30%KA terhadap Konsentrasi Pb.....	51
3.5.3.	Analisis Perbedaan Seluruh Variasi terhadap Konsentrasi Pb	52
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1.	Kondisi Bioremediasi Metode <i>Composting</i> .....	53
4.1.1.	Perubahan Suhu pada Bioremediasi <i>Composting</i> .....	53
4.1.2.	Perubahan pH pada Bioremediasi <i>Composting</i> .....	57

4.1.3.	Perubahan Kadar Air pada Bioremediasi <i>Composting</i> .....	60
4.2.	Konsentrasi Pb pada Proses Bioremediasi <i>Composting</i> .....	64
4.2.1.	Nilai Pb pada Variasi Komposisi 50%SS : 50%KA .....	64
4.2.2.	Nilai Pb pada Variasi Komposisi 70%SS : 30%KA .....	66
4.2.3.	Konsentrasi Pb pada Seluruh Variasi Komposisi hari ke- 0 hingga 60 .....	67
4.2.4.	Pengaruh Mikroorganisme terhadap Bioremediasi <i>Composting</i> . .....	76
4.3.	Berdasarkan Uji Statistik .....	84
4.3.1.	Regresi Linier.....	84
4.3.2.	Uji <i>One Way</i> ANOVA.....	85
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>88</b>
5.1.	Kesimpulan.....	88
5.2.	Saran .....	88
	<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>90</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi Kompos Sampah Organik Domestik .....	17
<b>Tabel 2.2</b> Mikroorganisme Pereduksi Logam Berat.....	24
<b>Tabel 2.3</b> Data Kadar Air, N-Total, dan C/N Bahan Baku Kompos .....	30
<b>Tabel 2.4</b> Penelitian Terdahulu .....	34
<b>Tabel 3.1</b> Kombinasi Perlakuan terhadap Pengulangan.....	40
<b>Tabel 3.2</b> Data Primer.....	50
<b>Tabel 4.1.</b> Persentase Konsentrasi Pb Berdasarkan Waktu (per 15 hari).....	71
<b>Tabel 4.2.</b> Persentase Konsentrasi Pb Berdasarkan Waktu (dengan Hari ke- 0).....	71
<b>Tabel 4.3.</b> Persentase Perbandingan Konsentrasi Pb terhadap Hasil Uji Awal Tanah.....	72
<b>Tabel 4.4.</b> Perbandingan Rasio C/N terhadap Konsentrasi Pb setiap Reaktor...	76

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Desain Reaktor <i>Composting</i> .....	42
<b>Gambar 3.2</b> Kerangka Penelitian .....	44
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Perubahan Suhu Harian.....	54
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Perubahan pH Harian .....	58
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Perubahan Kadar Air Harian .....	61
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Konsentrasi Pb Variasi Kompos 50%SS : 50%KA .....	65
<b>Gambar 4.5.</b> Konsentrasi Pb Variasi Kompos 70% SS : 30% KA.....	66
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik Konsentrasi Pb Seluruh Komposisi Beserta Kontrol .....	68
<b>Gambar 4.7.</b> Grafik Populasi Mikroorganisme Tiap 15 Hari .....	78
<b>Gambar 4.8.</b> Hasil Analisis Statistik Uji T pada Regresi Linier .....	85
<b>Gambar 4.9.</b> Hasil Analisis Statistik Uji One Way ANOVA .....	86

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A.** Hasil Analisis Uji Pb
- LAMPIRAN B.** Hasil Analisis Statistik
- LAMPIRAN C.** Hasil Pengukuran Suhu, pH, dan Kadar Air Harian  
Bioremediasi *Composting*
- LAMPIRAN D.** Hasil Nilai Pb pada Hari ke- 0, 15, 30, 45, dan 60
- LAMPIRAN E.** Total Koloni Mikroorganisme berdasarkan Metode TPC  
(*Total Plate Count*)
- LAMPIRAN F.** Penentuan Komposisi Campuran Bahan Baku Kompos
- LAMPIRAN G.** Komposisi Kompos dan Tanah Terkontaminasi
- LAMPIRAN H.** Dokumentasi

## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

AAS	= <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>
ANOVA	= <i>Analysis of Variances</i>
C	= Karbon
C/N	= Perbandingan unsur karbon dengan nitrogen
EM4	= <i>Effective Microorganism 4</i>
ESDM	= Energi dan Sumber Daya Mineral
MOL	= Mikroorganisme Lokal
N	= Nitrogen
nm	= Nanometer
Pb	= <i>Plumbum</i> atau timbal
pH	= <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	= <i>part per million</i>
SIPSN	= Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>
μm	= Mikrometer