

**SKRIPSI**

**BIOREMEDIASI LOGAM BERAT BESI (Fe) PADA TANAH SEKITAR  
STOCKPILE BATUBARA DENGAN METODE COMPOSTING**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir  
pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung  
Mangkurat

Dibuat :

**Mochamad Rezki Hadi Saputra**

NIM. 2010815310009

Pembimbing:

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

NIP. 198007072008011029



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**  
**BIOREMEDIASI LOGAM BERAT BESI (Fe) PADA TANAH SEKITAR**  
**STOCKPILE BATUBARA DENGAN METODE COMPOSTING**

**Oleh:**

**Mochamad Rezki Hadi Saputra (2010815310009)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 15 Desember 2025 dan dinyatakan

**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S. Si., M. T.**

**NIP. 198411182008122003**

**Anggota 1 : Muhammad Firmansyah, S. T., M. T.**

**NIP. 198909112015041002**

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

**Utama NIP. 198007072008011029**

Banjarbaru, 23 Desember 2025

Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**

**Fakultas Teknik ULM,**



**Dr. Mahammad, S.T., M.T.**

**NIP. 197401071998021001**

**Koordinator Program Studi**

**S-1 Teknik Lingkungan,**

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

**NIP. 197808282012122001**

## 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, Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Mochamad Rezki Hadi Saputra

NIM. 2010815310009

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Aktivitas pertambangan batubara mengakibatkan akumulasi logam berat besi (Fe) pada tanah sekitar area stockpile melalui mekanisme leaching yang membentuk kontaminasi mengancam fungsi ekologis lahan. Bioremediasi menggunakan pendekatan composting menawarkan solusi ramah lingkungan untuk mengatasi permasalahan tersebut. **Metode:** Penelitian eksperimental ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan yang berbeda untuk mengubah komposisi sampah sayuran kubis dan kotoran ayam petelur. Penelitian berlangsung selama 60 hari dengan metode in-vessel composting. Parameter suhu, pH, dan kadar air dimonitor harian, sementara konsentrasi Fe dianalisis menggunakan AAS setiap 15 hari. **Hasil:** Kondisi mesofilik dengan suhu 27-38°C, pH stabil 6,6-7,3 setelah hari ke-21, dan kadar air 22-80% mendukung aktivitas mikroorganisme dekomposer. Konsentrasi Fe menunjukkan fluktuasi dengan peningkatan pada hari ke-30 dan penurunan bertahap hingga hari ke-60. Komposisi optimal 50%SS:50%KA menghasilkan efisiensi reduksi 60,92% dengan konsentrasi akhir 10,41 g/kg dan rasio C/N 13,244. Populasi mikroorganisme meningkat signifikan mencapai fase logaritmik pada hari ke-60. **Kesimpulan:** Metode composting in-vessel efektif menurunkan konsentrasi Fe dengan komposisi 50%SS:50%KA sebagai formulasi paling optimal untuk bioremediasi tanah terkontaminasi sekitar stockpile batubara

**Kata Kunci :** Bioremediasi, Composting, Logam Berat Besi

## **ABSTRACT**

**Background:** Coal mining activities result in the accumulation of heavy metal iron (Fe) in soil surrounding stockpile areas through leaching mechanisms that form contamination threatening land ecological functions. Bioremediation employing composting approaches offers environmentally friendly solutions to address these issues. **Methods:** This experimental study utilized a Completely Randomized Design with five treatment variations of cabbage vegetable waste composition and laying hen manure through in-vessel composting method for 60 days. Temperature, pH, and moisture content parameters were monitored daily, while Fe concentration was analyzed using AAS every 15 days. **Results:** Mesophilic conditions with temperatures of 27-38°C, stable pH of 6.6-7.3 after day 21, and moisture content of 22-80% supported decomposer microorganism activities. Fe concentration exhibited fluctuations with increases on day 30 and gradual decreases until day 60. The optimal composition of 50%SS:50%KA produced reduction efficiency of 60.92% with final concentration of 10.41 g/kg and C/N ratio of 13.244. Microorganism population increased significantly reaching logarithmic phase on day 60. **Conclusion:** The in-vessel composting method effectively reduced Fe concentration with 50%SS:50%KA composition as the most optimal formulation for bioremediation of contaminated soil around coal stockpiles.

**Keywords :** Bioremediation, Composting, Heavy Metal Iron

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis pajatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Bioremediasi Logam Berat Besi (Fe) Pada Tanah Sekitar *Stockpile* Batubara Dengan Metode *Composting*”. Tujuan penulisan ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun proposal tugas akhir ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun material.
2. Dosen Pembimbing Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.
3. Dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih memiliki kekurangan. Penulis dengan kerendahan hati mengharapkan kritik, saran, bimbingan, serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Penelitian .....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Landasan Teori .....	9
2.1.1 <i>Stockpile</i> Batubara .....	9
2.1.2 Pencemaran Logam Berat Besi (Fe) pada Tanah Pertambangan .	11
2.1.3 Bioremediasi dengan Metode Composting .....	12
2.1.4 Faktor yang Dapat Mempengaruhi Pengomposan.....	13

2.1.5 Mekanisme Penyerapan Logam Berat oleh Mikroorganisme .....	14
2.1.6 Pencampuran Bahan <i>Composting</i> .....	16
2.1.7. Suhu, pH, dan Kadar Air pada <i>Composting</i> .....	17
2.1.8. Metode <i>Composting In-Vessel</i> .....	19
2.2 Studi Pustaka .....	20
2.3 Hipotesis .....	23
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	24
3.1.1 Variabel Penelitian .....	29
3.1.2 Kerangka Penelitian .....	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	33
3.3.1 Bahan Penelitian .....	33
3.3.2 Peralatan Penelitian .....	33
3.4 Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.4.1 Prosedur Penelitian .....	33
3.5. Cara Analisis Hasil .....	39
3.5.1. Analisis Profil Suhu, pH, dan Kadar Air .....	39
3.5.2 Analisis Pengaruh Variasi Komposisi Kompos 50% SS:50% KA dan 70% SS:30% KA terhadap Konsentrasi Besi (Fe) .....	39
3.5.3. Analisis Perbedaan Seluruh Variasi terhadap Konsentrasi Besi (Fe) .....	40



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Kadar Air, N-Total, dan C/N Bahan Baku Kompos .....	17
Tabel 2.2 Spesifikasi Kualitas Kompos .....	19
Tabel 2.3 Studi Pustaka .....	20
Tabel 3.1 Kombinasi Variabel terhadap Pengulangan .....	27
Tabel 3.2 Data Primer .....	39
Tabel 4. 1 Persentase Konsentrasi Fe Berdasarkan Waktu (per 15 hari) .....	61
Tabel 4. 2 Persentase Konsentrasi Fe Berdasarkan Waktu (dari Hari ke- 0) .....	62
Tabel 4. 3 Persentase Perbandingan Konsentrasi Fe terhadap Hasil Uji Awal Tanah .....	62
Tabel 4. 4 Perbandingan Rasio C/N terhadap Konsentrasi Fe setiap Reaktor ...	64
Tabel 4. 5 Hasil Uji F pada Regresi Linier .....	71
Tabel 4. 6 Hasil Uji T pada Regresi Linier .....	71
Tabel 4. 7 Hasil Uji One Way ANOVA .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain Reaktor <i>Composting</i> .....	29
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian .....	30
Gambar 3. 3 Peta pengambilan Sampel .....	32
Gambar 4. 1 Perubahan Suhu Selama Proses <i>Co-Composting</i> .....	43
Gambar 4. 2 Grafik Perubahan pH Harian .....	48
Gambar 4. 3 Persentase Kadar Air Selama Proses <i>Co-Composting</i> .....	51
Gambar 4. 4 Grafik Konsentrasi Fe Variasi Kompos 50%SS : 50%KA .....	55
Gambar 4. 5 Konsentrasi Besi (Fe) Variasi Kompos 70% SS : 30% KA.....	57
Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi Fe Seluruh Komposisi Beserta Kontrol.....	59
Gambar 4. 7 Grafik Populasi Mikroorganisme Tiap 15 Hari .....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Hasil Analisis Uji Fe .....	82
LAMPIRAN B. Hasil Uji Analisis Statistik .....	159
LAMPIRAN C. Hasil Pengukuran Suhu, PH dan Kadar Air Harian .....	167
LAMPIRAN D. Hasil Nilai Fe dan Rasio C/N .....	173
LAMPIRAN E. Total Koloni Mikroorganisme Berdasarkan Metode TPC.....	175
LAMPIRAN F. Penentuan Komposisi Campuran Bahan Baku Kompos .....	176
LAMPIRAN G. Komposisi Kompos dan Tanah Terkontaminasi .....	178
LAMPIRAN H. Dokumentasi.....	180

## 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
Fe	= <i>Ferrum</i> atau Besi
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