

**REMEDIASI LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN
MENGUNAKAN BIOCHAR DAN *Bacillus* sp.**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Program Studi Agroteknologi



Oleh:

NUR AINI AHADDIYAH
18025010015

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

**REMEDIASI LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN
MENGUNAKAN BIOCHAR DAN *Bacillus* sp.**

Oleh:

Nur Aini Ahaddiyah
NPM. 18025010015

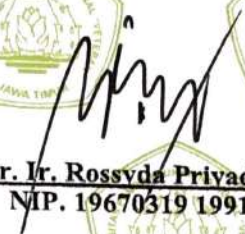
Telah diajukan pada tanggal:
18 Juli 2025

Skripsi Ini Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Rossyda Privadarshini, MP
NIP. 19670319 199103 2001


Dr. Ir. Bakti Wisnu Widjajani, MP
NIP. 19631005 198703 2001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian

Koordinator Program Studi
Agroteknologi


Prof. Dr. Ir. Wanti Mindari, MP
NIP. 19631208 199003 2001


Dr. Ir. Tri Mujoko MP
NIP. 19660509 199203 1001

SKRIPSI

**REMEDIASI LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN
MENGUNAKAN BIOCHAR DAN *Bacillus* sp.**

Oleh:

Nur Aini Ahaddiyah
NPM. 18025010015

Telah Direvisi Pada Tanggal:
18 Juli 2025

**Skrripsi Ini Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran Jawa Timur"**

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Rossyda Privadarshini, MP
NIP. 19670319 199103 2001

Dr. Ir. Bakti Wisnu Widjajani, MP
NIP. 19631005 198703 2001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Aini Ahaddiyah
NPM : 18025010015
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun jua dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 18 Juli 2025

Yang membuat pernyataan


Nur Aini Ahaddiyah
NPM. 18025010015

REMEDIASI LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN MENGUNAKAN BIOCHAR DAN *Bacillus* sp.

ABSTRAK

Pencemaran tanah oleh logam berat, khususnya kadmium (Cd) dan timbal (Pb) merupakan masalah lingkungan global yang serius. Keberadaan logam berat ini dapat terakumulasi dalam rantai makanan dan berdampak buruk pada kesuburan tanah, aktivitas mikroorganisme, serta ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur, merupakan salah satu contoh area yang tercemar logam berat, dengan kandungan Cd dan Pb yang berpotensi merugikan. Remediasi menjadi upaya penting untuk mengurangi kontaminasi ini. Penelitian ini bertujuan untuk: Mengkaji kandungan logam berat (Pb dan Cd) di wilayah terdampak lumpur Lapindo, Mengkaji pengaruh biochar dan *Bacillus* sp. dalam menekan ketersediaan logam berat pada tanah tercemar Pb dan Cd, Mengkaji bahan remediator yang paling efektif dan dosis yang tepat untuk menekan ketersediaan logam berat Pb dan Cd. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor perlakuan: dosis biochar (B0: tanpa biochar, B1: 20 ton/ha, B2: 40 ton/ha) dan konsentrasi inokulan *Bacillus* sp. (C0: tanpa bakteri, C1: 10^5 CFU, C2: 10^8 CFU). Sebanyak 9 kombinasi perlakuan diulang 3 kali, menghasilkan 27 unit percobaan. Sampel tanah tercemar diambil dari Desa Besuki, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Parameter yang diamati meliputi pH, Kapasitas Tukar Kation (KTK), C-organik, serta kadar logam berat Cd dan Pb, yang dianalisis setiap minggu selama empat minggu inkubasi. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) jika terdapat perbedaan signifikan. Pemberian biochar dan *Bacillus* sp. secara signifikan meningkatkan pH tanah, KTK, dan C-organik. Peningkatan pH terjadi karena sifat alkalin biochar dan aktivitas *Bacillus* sp. dalam dekomposisi bahan organik. Peningkatan KTK dan C-organik juga disebabkan oleh penambahan bahan organik yang menyediakan situs adsorpsi dan habitat mikroorganisme. Perlakuan kombinasi biochar 40 ton/ha dan *Bacillus* sp. 10^5 CFU (B2C1) menunjukkan efisiensi penyisihan Cd tertinggi, mencapai 52% (menurunkan kadar Cd dari 2.59 ppm menjadi 1.14 ppm). Perlakuan B2C1 juga paling efektif dalam menurunkan kadar Pb, mencapai efisiensi penyisihan 25%. Terdapat korelasi negatif yang kuat

antara pH dan C-organik dengan kadar logam berat Cd dan Pb. Semakin tinggi pH dan C-organik, semakin rendah ketersediaan logam berat karena mekanisme pengendapan, kompleksasi, dan adsorpsi. Logam berat Cd di wilayah lumpur Lapindo berpotensi sebagai pencemar karena melebihi ambang batas kritis, sedangkan Pb tidak. Penggunaan biochar dan *Bacillus* sp. secara efektif menekan ketersediaan logam berat. Kombinasi biochar 40 ton/ha dan *Bacillus* sp. 10^5 CFU adalah yang paling efektif dalam meremediasi Cd dan Pb.

Kata Kunci: Biochar, *Bacillus* sp., Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Remediasi Tanah.

ABSTRACT

Soil contamination by heavy metals, particularly cadmium (Cd) and lead (Pb) is a serious global environmental issue. These heavy metals can accumulate in the food chain and negatively impact soil fertility, microbial activity, and nutrient availability for plants. The Lapindo mudflow area in Sidoarjo, East Java, serves as an example of heavy metal-contaminated land, with potentially harmful levels of Cd and Pb. Remediation is a crucial effort to mitigate this contamination. This study aims to: Assess the heavy metal content (Pb and Cd) in the area affected by the Lapindo mudflow, Investigate the effect of biochar and Bacillus sp. in reducing the availability of heavy metals in Pb and Cd contaminated soil, Determine the most effective remediator and the appropriate dosage to reduce the availability of heavy metals Pb and Cd. This research employed a Factorial Randomized Block Design with two treatment factors: biochar dosage (B0: no biochar, B1: 20 tons/ha, B2: 40 tons/ha) and Bacillus sp. inoculum concentration (C0: no bacteria, C1: 10^5 CFU, C2: 10^8 CFU). A total of 9 treatment combinations were replicated 3 times, resulting in 27 experimental units. Contaminated soil samples were collected from Besuki Village, Jabon District, Sidoarjo. Observed parameters included pH, Cation Exchange Capacity (CEC), organic carbon (C-organic), and the levels of Cd and Pb, which were analyzed weekly for four weeks of incubation. Data were analyzed using ANOVA, followed by a Honestly Significant Difference (HSD) test if significant differences were found. The application of biochar and Bacillus sp. significantly increased soil pH, CEC, and C-organic. The increase in pH was attributed to the alkaline nature of biochar and the activity of Bacillus sp. in organic matter decomposition. The increase in CEC and C-organic was also due to the

addition of organic matter, which provides adsorption sites and microbial habitats. The combined treatment of 40 tons/ha biochar and 10^5 CFU Bacillus sp. (B2C1) showed the highest Cd removal efficiency, reaching 52% (reducing Cd levels from 2.59 ppm to 1.14 ppm). The B2C1 treatment was also the most effective in reducing Pb levels, achieving a removal efficiency of 25%. A strong negative correlation was observed between pH and C-organic with the levels of Cd and Pb. Higher pH and C-organic content resulted in lower heavy metal availability due to precipitation, complexation, and adsorption mechanisms. Heavy metal Cd in the Lapindo mudflow area has the potential to be a pollutant as it exceeds the critical threshold, while Pb does not. The use of biochar and Bacillus sp. effectively reduced heavy metal availability. The combination of 40 tons/ha biochar and 10^5 CFU Bacillus sp. was the most effective in remediating both Cd and Pb.

Keywords: Biochar, Bacillus sp., Cadmium (Cd), Lead (Pb), Soil Remediation.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan ridho-Nya yang besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat Menggunakan Biochar dan *Bacillus sp.***” yang merupakan salah satu syarat dalam meraih gelar sarjana (S1) dari Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penyusunan skripsi ini banyak dibantu oleh beberapa pihak yang memberikan bimbingan, informasi, petunjuk, fasilitas, dll sehingga dapat tersusunnya skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Rossida Priyadharsini MP., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran dan perhatian serta memberi arahan untuk menyelesaikan proposal skripsi.
2. Ibu Dr. Ir. Bakti Wisnu Widjajani MP., Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran dan perhatian serta memberi arahan untuk menyelesaikan proposal skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Moch. Arifin MP., selaku dosen penguji pertama
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Wanti Mindari MP., selaku dosen penguji kedua serta Dekan Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Dr. Ir. Tri Mujoko MP., selaku Koordinator Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Bapak Mulyorejo dan Almh Ibu Salmah, selaku orang tua yang sudah banyak memberikan dukungan semangat, doa dan dukungan lain kepada penulis.
7. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan semangat, solusi dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini.

Surabaya, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pencemaran Tanah oleh Logam Berat.....	4
2.1.1 Logam Berat Cd.....	5
2.1.2 Logam Berat Pb	6
2.1.3 Baku Mutu Tanah	7
2.2 Remediasi.....	8
2.3 Biochar	9
2.4 <i>Bacillus sp.</i>	11
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Denah Percobaan	16
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.5.1 Uji Pendahuluan.....	17
3.5.2 Pengambilan Sampel Tanah	17
3.5.3 Persiapan Tanah yang akan di Inkubasi	17

3.5.4	Persiapan Suspensi <i>Bacillus</i> sp.....	17
3.5.4.1	Peremajaan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	17
3.5.4.2	Pembuatan Suspensi Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	18
3.5.5	Aplikasi Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	18
3.6	Parameter pengamatan.....	18
3.7	Analisa data.....	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Karakteristik Tanah Awal.....	22
4.2	Dinamika pH, KTK, dan C-organik Akibat Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.	24
4.2.1	Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Dosis Biochar Dan <i>Bacillus</i> sp. terhadap pH Tanah.....	24
4.2.3	Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Dosis Biochar Dan <i>Bacillus</i> sp. terhadap KTK Tanah	26
4.2.4	Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Dosis Biochar Dan <i>Bacillus</i> sp. terhadap C-organik Tanah.....	27
4.3	Dampak Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Logam Berat Cd dan Pb.....	28
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran.....	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
<u>Teks</u>	
Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Logam Berat dalam Tanah	8
Tabel 3.1 Perlakuan Kombinasi Dosis Biochar dan Total Kerapatan Bakteri.....	16
Tabel 4.1 Hasil Analisis Tanah Sebelum Perlakuan.....	22
Tabel 4.2 Rata-Rata pH Setelah Pemberian Kombinasi Biochar dan Bacillus.	24
Tabel 4.3 Rata-rata pH tanah Setelah Pemberian Biochar dan Bacillus.....	25
Tabel 4.4 Rata-rata KTK Setelah Pemberian Biochar dan Bacillus sp.....	26
Tabel 4.5 Rata-rata C-organik setelah pemberian biochar dan Bacillus sp.	27
Tabel 4.6 Kadar Logam Berat Cd Setelah Pemberian Biochar dan Bacillus sp. ..	29
Tabel 4.7 Kadar Logam Berat Pb Setelah Pemberian Biochar dan Bacillus sp. ...	30
Lampiran tabel 1 Hasil Uji ANOVA pH Minggu 1	43
Lampiran tabel 2 Hasil Uji ANOVA pH Minggu 2	43
Lampiran tabel 3 Hasil Uji ANOVA pH Minggu 3	43
Lampiran tabel 4 Hasil Uji ANOVA pH Minggu 4	44
Lampiran tabel 5 Hasil Uji ANOVA C-organik Minggu 1.....	44
Lampiran tabel 6 Hasil Uji ANOVA C-organik Minggu 2.....	44
Lampiran tabel 7 Hasil Uji ANOVA C-organik Minggu 3.....	45
Lampiran tabel 8 Hasil Uji ANOVA C-organik Minggu 4.....	45
Lampiran tabel 9 Hasil Uji ANOVA KTK Minggu 1	45
Lampiran tabel 10 Hasil Uji ANOVA KTK Minggu 2	46
Lampiran tabel 11 Hasil Uji ANOVA KTK Minggu 3	46
Lampiran tabel 12 Hasil Uji ANOVA KTK Minggu 4	46
Lampiran tabel 13 Hasil Uji ANOVA Cd Minggu 1	47
Lampiran tabel 14 Hasil Uji Anova Cd Minggu 2	47
Lampiran tabel 15 Hasil Uji Anova Cd Minggu 3	47
Lampiran tabel 16 Hasil Uji ANOVA Cd Minggu 4.....	48
Lampiran tabel 17 Hasil Uji ANOVA Pb Minggu 1	48

Lampiran tabel 18 Hasil Uji ANOVA Pb Minggu 2	48
Lampiran tabel 19 Hasil Uji ANOVA Pb Minggu 3	49
Lampiran tabel 20 Hasil Uji Anova Pb Minggu 4.....	49

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
	<u>Teks</u>	
Gambar 3. 1	Denah Percobaan	16
Gambar 3 .2	Bagan Alur Penelitian.....	22
Gambar 4.1	Hubungan pH dengan Logam Berat Cd.....	31
Gambar 4.2	Hubungan pH dengan Logam Berat Pb	31
Gambar 4.3	Hubungan C-organik dengan logam berat Cd.....	32
Gambar 4.4	Hubungan C-Organik dengan logam berat Pb	33
Gambar Lampiran 1	Penimbangan Tanah Untuk Analisis	49
Gambar Lampiran 2	Proses shake	49
Gambar Lampiran 3	Analisis Ktk.....	50
Gambar Lampiran 4	Analisis C-organik.....	50
Gambar Lampiran 5	Hasil Peremajaan Bacillus	50
Gambar Lampiran 6	proses penuangan Media Na	50
Gambar Lampiran 7	Pemindahan Bakteri ke media Nb	50
Gambar Lampiran 8	pemcampuran tanah dengan biochar	50
Gambar Lampiran 9	Inkubasi Tanah Penelitian.....	50
Gambar Lampiran 10	Pengukuran pH	50

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
	Lampiran 1 Metode Analisa pH	41
	Lampiran 2 Metode Analisa Kapasitas Tukar Kation (KTK)	41
	Lampiran 3 Metode Analisa C-organik	42
	Lampiran 4 Hasil Uji ANOVA.....	43
	Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian.....	49