

**AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN
KETERSEDIAAN TIMBAL (Pb) AKIBAT PEMBERIAN
AMANDEMEN BIOCHAR DAN BAKTERI *Bacillus sp.* PADA
LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT**

SKRIPSI



Oleh:

BELLA AGIT SOLEKHAH
NPM: 18025010187

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**

SKRIPSI

**AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN
KETERSEDIAAN TIMBAL (Pb) AKIBAT PEMBERIAN
AMANDEMEN BIOCHAR DAN BAKTERI *Bacillus sp.* PADA
LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT**

Oleh:

Bella Agit Solekha
NPM. 18025010187

**Telah diajukan pada tanggal:
06 Oktober 2023**

**Skrripsi ini Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Rossyda Priyadarshini, MP
NIP. 19670319 199103 2001


Dr. Ir. Maroeto, MP
NIP. 19660719 199103 1001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian

**Koordinator Program Studi S1
Agroteknologi**


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


Dr. Ir. Tfi Mujoko, MP
NIP. 19660509 199203 1001

SKRIPSI

**AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN
KETERSEDIAAN TIMBAL (PB) AKIBAT PEMBERIAN
AMANDEMEN BIOCHAR DAN BAKTERI *Bacillus sp.* PADA
LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT**

Oleh:

BELLA AGIT SOLEKHAH

NPM: 18025010187


Telah direvisi pada tanggal:
23 Oktober 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Rosyda Priyadarshini, MP
NIP. 19670319 199103 2001


Dr. Ir. Marocto, MP
NIP. 19660719 199103 1001

LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 19 tahun 2002 tentang Hak Cipta dan Pemendiknas Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi, maka saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bella Agit Solekhah
NPM : 18025010187
Program Studi : Agroteknologi
Tahun Akademik : 2018/2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**“AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN KETERSEDIAAN TIMBAL
(Pb) AKIBAT PEMBERIAN AMANDEMEM BIOCHAR DAN BAKTERI
(*Bacillus sp.*) PADA LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT”**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 23 Oktober 2023

Yang menyatakan



Bella Agit Solekhah
NPM: 18025010187

**AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN KETERSEDIAAN TIMBAL (Pb)
AKIBAT PEMBERIAN AMANDEMEN BIOCHAR DAN BAKTERI (*Bacillus* sp.)
PADA LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT**

*DEHYDROGENASE ENZYME ACTIVITY AND PLUMBUM (Pb) AVAILABILITY AS A
RESULT OF GIVING AMENDMENT BIOCHAR AND BACTERIA (*Bacillus* sp.) ON LAND
CONTAMINATED WITH HEAVY METALS*

Bella Agit Solekhah¹, Rossyda Priyadarshini^{1*}, Maroeto¹

1) Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur

*) Corresponding author: rossyda_p@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran logam berat di dalam tanah telah menjadi masalah global seiring dengan meningkatnya produktivitas pada bidang industri. Salah satu jenis logam berat yang banyak digunakan dalam kegiatan industri dan menyebabkan pencemaran lingkungan adalah timbal (Pb). Logam berat sangat sulit terdegradasi di alam sehingga keberadaannya dapat mengganggu atau merusak kehidupan mikroorganisme di dalam tanah dan berpengaruh pada enzim yang dihasilkan mikroorganisme tersebut. Enzim dehidrogenase sebagai enzim interseluler, lebih sensitif terhadap keberadaan kontaminan dibandingkan dengan enzim ekstraseluler. Oleh karena itu, enzim dehidrogenase dapat dijadikan sebagai indikator kontaminasi logam berat di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan sifat biokimia tanah khususnya aktivitas enzim dehidrogenase dan ketersediaan logam berat timbal (Pb) akibat pemberian amandemen biochar dan bakteri *Bacillus* sp. pada lahan tercemar logam berat. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama yaitu pemberian amandemen biochar sekam padi (D) dengan dosis 0 ton.ha⁻¹ (D0), 20 ton.ha⁻¹ (D1), 40 ton.ha⁻¹ (D2), dan 60 ton.ha⁻¹ (D3). Faktor kedua yaitu pemberian bakteri *Bacillus* sp. (B) dengan dosis 0 ml.kg⁻¹ (B0) dan 25 ml.kg⁻¹ tanah (B1). Kombinasi perlakuan yang dihasilkan sebanyak 8 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 24 unit percobaan. Pengambilan sampel tanah dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 1.5 bulan masa inkubasi, sehingga terdapat 4 interval pengamatan. Hasil penelitian ini didapatkan kombinasi perlakuan biochar sekam padi dan bakteri *Bacillus* sp. memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan aktivitas enzim dehidrogenase, nilai tertinggi pada inkubasi minggu ke-6 perlakuan D3B1 (Dosis biochar 60 ton.ha⁻¹ dan pemberian *Bacillus* sp. 100 ml) sebesar 2465.53 TPF/g dan berpengaruh nyata terhadap penurunan ketersediaan logam berat timbal (Pb), nilai terendah ketersediaan Pb terdapat pada inkubasi minggu ke-6 perlakuan D3B1 (Dosis biochar 60 ton.ha⁻¹ dan pemberian *Bacillus* sp. 100 ml) sebesar 1.26 ppm.

Kata kunci: *bacillus* sp., biochar, enzim dehidrogenase, lahan tercemar, logam berat, timbal

ABSTRACT

Heavy metal pollution in soil has become a global problem along with increasing productivity in the industrial sector. One type of heavy metal that is widely used in industrial activities and causes environmental pollution is lead (Pb). Heavy metals are very difficult to degrade in nature so that their presence can interfere with or damage the life of microorganisms in the soil and affect the enzymes produced by these microorganisms. Dehydrogenase enzyme as an intercellular enzyme, is more sensitive to the presence of contaminants compared to extracellular enzymes. Therefore, the dehydrogenase enzyme can be used as an indicator of heavy metal contamination in the soil. This study aims to assess changes in soil biochemical properties, especially dehydrogenase enzyme activity and the availability of heavy metal lead (Pb) due to the provision of biochar amendments and *Bacillus* sp. bacteria on heavy metal polluted land. The experimental design used in this study was a Randomized Complete Factorial Design (RALF) consisting of 2 factors. The first factor is the provision of rice husk biochar amendments (D) with a dose of 0 tons.ha⁻¹ (D0), 20 tons.ha⁻¹ (D1), 40 tons.ha⁻¹ (D2), and 60 tons.ha⁻¹ (D3). The second factor is the application of *Bacillus* sp. bacteria (B) at a dose of 0 ml.kg⁻¹ (B0) and 25 ml.kg⁻¹ soil (B1). The resulting treatment combinations were 8 treatments, each treatment was repeated 3 times so that there were 24 experimental units. Soil sampling was carried out every 2 weeks during the 1.5 month incubation period, so there were 4 observation intervals. The results of this study showed that the combination of rice husk biochar treatment and *Bacillus* sp. bacteria gave a real effect on increasing the activity of the dehydrogenase enzyme, the highest value in the 6th week of incubation of D3B1 treatment (60 tons.ha⁻¹ biochar dose and 100 ml *Bacillus* sp. administration) of 2465.53 TPF/g and had a real effect on reducing the availability of heavy metals lead (Pb), the lowest value of Pb availability was in the 6th week of incubation of D3B1 treatment (60 tons.ha⁻¹ biochar dose and 100 ml *Bacillus* sp. administration) of 1.26 ppm.

Keywords: *bacillus* sp., biochar, dehydrogenase enzyme, heavy metal, lead, polluted land

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul **“AKTIVITAS ENZIM DEHIDROGENASE DAN KETERSEDIAAN TIMBAL (Pb) AKIBAT PEMBERIAN AMANDEMEMEN BIOCHAR DAN BAKTERI *Bacillus sp.* PADA LAHAN TERCEMAR LOGAM BERAT”**. Penyusunan skripsi ini disusun sebagai penelitian guna untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Ir. Rosyda Priyadarshini, MP. Selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, dorongan serta arahan dalam menyelesaikan skripsi dan pelaksanaan penelitian.
2. Bapak Dr. Ir. Maroeto, MP. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, dorongan serta arahan dalam menyelesaikan skripsi dan pelaksanaan penelitian.
3. Bapak Ir. Siswanto, MT. Selaku Dosen Penguji pertama yang telah memberikan masukan kritik dan saran dalam menyempurnakan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Ir. Wanti Mindari, MP. Selaku Dekan Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur sekaligus Dosen Penguji kedua yang telah memberikan masukan kritik dan saran dalam menyempurnakan penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Tri Mujoko, MP. Selaku Koordinator Program Studi S1 Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat baik motivasi, moriil, materiil, maupun doa-doa kepada penulis dalam pelaksanaan serta penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman agroteknologi 2018, teman-teman kelas E dan teman-teman minat ilmu tanah yang telah memberikan bantuan, dukungan serta segala motivasinya.

8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan proposal skripsi.

Semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan, limpahan, berkah, rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, Amiin. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurang dalam penulisan, sehingga penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat mendukung untuk kemajuan dan berkembangnya penulis dimasa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 23 Oktober 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Logam Berat dan Dampaknya	5
2.1.1 Timbal (Pb).....	6
2.2 Remediasi Tanah Tercemar.....	7
2.2.1 Bioremediasi	8
2.3 Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	10
2.4 Biochar Sekam Padi	11
2.5 Enzim Tanah	14
2.5.1 Enzim Dehidrogenase	15
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim Tanah.....	17
2.7 Hubungan Lahan Tercemar Logam Berat dengan Aktivitas Enzim Dehidrogenase...	20
2.8 Peran Bakteri <i>Bacillus</i> sp. pada Lahan Tercemar Logam Berat	21
2.9 Peran Biochar pada Lahan Tercemar Logam Berat.....	22
2.10 Standart Baku Mutu Logam Berat	24
III. METODELOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.1.1 Tempat Penelitian	25
3.1.2 Waktu Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat	26

3.2.2	Bahan	26
3.3	Metode Penelitian	27
3.4	Kerangka Berfikir.....	27
3.5	Alur Penelitian.....	29
3.6	Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.6.1	Pengambilan Sampel Tanah	30
3.6.2	Analisis Karakteristik biochar	32
3.6.3	Isolasi dan Perhitungan Koloni Bakteri <i>Bacillus</i> sp.	32
3.6.4	Analisis Karakteristik Tanah	33
3.6.5	Analisis Mikrobiologi.....	37
3.7	Parameter Penelitian.....	39
3.8	Analisis Data	39
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1	Karakteristik Tanah.....	40
4.2	Karakteristik Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	42
4.3	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Aktivitas Enzim Dehidrogenase.....	44
4.4	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Populasi Mikroba	47
4.5	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Ketersediaan Timbal (Pb ²⁺).....	50
4.6	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap pH.....	54
4.7	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Redoks.....	57
4.8	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap KTK	61
4.9	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap N-Tersedia	63
4.10	Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. Terhadap C-Organik.....	68
V.	PENUTUP.....	73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	LAMPIRAN.....	86
	Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	86
	Lampiran 2. Metode Analisis Laboratorium	87

Lampiran 3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam	93
Lampiran 4. Dokumentasi Kegiatan Lapang	101
Lampiran 5. Dokumentasi Analisis Laboratorium	103
Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Isolasi Mikroba.....	105

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Biochar	13
Tabel 2.2	Nilai Ambang Batas (NAB) Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman	24
Tabel 3.1	Kombinasi Perlakuan Dosis Biochar dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.	27
Tabel 3.2	Denah Petak Percobaan.....	27
Tabel 3.3	Variabel Pengamatan	39
Tabel 4.1	Karakteristik Tanah Sebelum Diberi Perlakuan	40
Tabel 4.2	Karakteristik Biochar Sekam Padi dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	43
Tabel 4.3	Nilai Aktivitas Enzim Dehidrogenase Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp ..	44
Tabel 4.4	Nilai Populasi Mikroba Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp ...	48
Tabel 4.5	Nilai Ketersediaan Timbal (Pb^{2+}) Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp ..	51
Tabel 4.6	Nilai pH H ₂ O Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	56
Tabel 4.7	Nilai pH H ₂ O Setelah Pemberian Setiap Perlakuan.....	57
Tabel 4.8	Nilai Redoks Setelah Pemberian Setiap Perlakuan.....	59
Tabel 4.9	Nilai KTK Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp	62
Tabel 4.10	Nilai NH ₄ ⁺ Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp	64
Tabel 4.11	Nilai NH ₄ ⁺ Setelah Pemberian Setiap Perlakuan	65
Tabel 4.12	Nilai NO ₃ ⁻ Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	67
Tabel 4.13	Nilai NO ₃ ⁻ Setelah Pemberian Setiap Perlakuan.....	67
Tabel 4.14	Nilai C-Organik Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	70
Tabel 4.15	Nilai C-Organik Setelah Pemberian Setiap Perlakuan.....	71

Lampiran

L. 1	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	86
L. 3.1	T-Test Biochar dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. terhadap Variabel Aktivitas Enzim Dehidrogenase.....	93
L. 3.2	T-Test Biochar dan Bakteri <i>Bacillus</i> sp. terhadap Variabel Pb ²⁺	93
L. 3.3	Anova Variabel Populasi Mikroba Inkubasi Minggu ke-2.....	94
L. 3.4	Anova Variabel Populasi Mikroba Inkubasi Minggu ke-4.....	94

L. 3.5 Anova Variabel Populasi Mikroba Inkubasi Minggu ke-6.....	94
L. 3.6 Anova Variabel pH H ₂ O Inkubasi Minggu ke-0	94
L. 3.7 Anova Variabel pH H ₂ O Inkubasi Minggu ke-2	95
L. 3.8 Anova Variabel pH H ₂ O Inkubasi Minggu ke-4	95
L. 3.9 Anova Variabel pH H ₂ O Inkubasi Minggu ke-6	95
L. 3.10 Anova Variabel Redoks Inkubasi Minggu ke-0	95
L. 3.11 Anova Variabel Redoks Inkubasi Minggu ke-2	96
L. 3.12 Anova Variabel Redoks Inkubasi Minggu ke-4	96
L. 3.13 Anova Variabel Redoks Inkubasi Minggu ke-6	96
L. 3.14 Anova Variabel KTK Inkubasi Minggu ke-0	96
L. 3.15 Anova Variabel KTK Inkubasi Minggu ke-6	97
L. 3.16 Anova Variabel NH ₄ ⁺ Inkubasi Minggu ke-0.....	97
L. 3.17 Anova Variabel NH ₄ ⁺ Inkubasi Minggu ke-2.....	97
L. 3.18 Anova Variabel NH ₄ ⁺ Inkubasi Minggu ke-4.....	97
L. 3.19 Anova Variabel NH ₄ ⁺ Inkubasi Minggu ke-6.....	98
L. 3.20 Anova Variabel NO ₃ ⁻ Inkubasi Minggu ke-0	98
L. 3.21 Anova Variabel NO ₃ ⁻ Inkubasi Minggu ke-2	98
L. 3.22 Anova Variabel NO ₃ ⁻ Inkubasi Minggu ke-4	98
L. 3.23 Anova Variabel NO ₃ ⁻ Inkubasi Minggu ke-6	99
L. 3.24 Anova Variabel C-Organik Inkubasi Minggu ke-0	99
L. 3.25 Anova Variabel C-Organik Inkubasi Minggu ke-2	99
L. 3.26 Anova Variabel C-Organik Inkubasi Minggu ke-4	99
L. 3.27 Anova Variabel C-Organik Inkubasi Minggu ke-6	100
L. 3.28 Matriks Korelasi Parameter Pengamatan.....	100

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
Gambar 2.1	Logam Timbal (Pb)	6
Gambar 2.2	Proses Mikroorganisme Dalam Bioremediasi Logam Berat.....	9
Gambar 2.3	Bakteri <i>Bacillus</i> sp.	10
Gambar 2.4	Mekanisme Penjerapan Logam Berat Oleh Biochar	23
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Kerangka Berfikir.....	28
Gambar 3.3	Alur Penelitian.....	29
Gambar 3.4	Peta Titik Sampling.....	30
Gambar 4.1	Aktivitas Enzim Dehidrogenase Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp ..	45
Gambar 4.2	Hubungan Aktivitas Enzim Dehidrogenase dengan Pb Tersedia.....	46
Gambar 4.3	Populasi Mikroba Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp	47
Gambar 4.4	Hubungan Populasi Mikroba dengan Aktivitas Enzim Dehidrogenase	49
Gambar 4.5	Ketersediaan Timbal (Pb ²⁺) Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp ...	52
Gambar 4.6	Hubungan Populasi Mikroba dengan Ketersediaan Timbal (Pb).....	53
Gambar 4.7	Nilai pH H ₂ O Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	55
Gambar 4.8	Nilai Redoks Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	58
Gambar 4.9	Hubungan Redoks dengan Aktivitas Enzim Dehidrogenase.....	60
Gambar 4.10	Nilai KTK Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	61
Gambar 4.11	Nilai NH ₄ ⁺ Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp	63
Gambar 4.12	Nilai NO ₃ ⁻ Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	66
Gambar 4.13	Nilai C-Organik Setelah Pemberian Biochar dan <i>Bacillus</i> sp.....	69
Gambar 4.14	Hubungan C-Organik dengan Pb Tersedia	72