

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT  
AKAR ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.)  
YANG RESISTEN TERHADAP LOGAM TIMBAL (Pb)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di  
Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**FADHILAH EKA MAHARANI**

**08041381924065**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

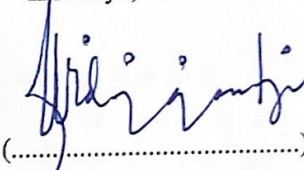
Judul Skripsi : Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Akar Eceng  
Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) Yang  
Resisten Terhadap Logam Timbal (Pb)  
Nama Mahasiswa : Fadhilah Eka Maharani  
NIM : 08041381924065  
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 05 Juni 2023

Indralaya, Juni 2023

Pembimbing :

Dr. Hary Widjajanti, M.Si.  
NIP. 19611212987102001

  
(.....)



## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar : Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Akar Eceng  
Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) Yang  
Resisten Terhadap Logam Timbal (Pb)

Nama Mahasiswa : Fadhilah Eka Maharani

NIM : 08041381924065

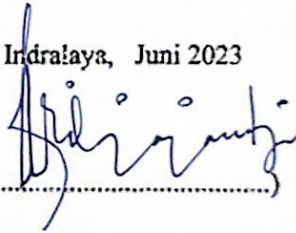
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada  
Tanggal 05 Juni 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan  
masukkan panitia siding ujian skripsi.

Indralaya, Juni 2023

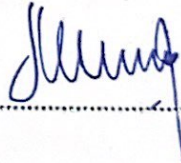
Pembimbing :

Dr. Hary Widjajanti, M.Si.  
NIP. 19611212987102001

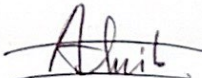
()

Pembahas :

Dra. Muharni, M.Si.  
NIP. 196306031992032001

()

Dr. Salni, M.Si.  
NIP. 198812112019032012

()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si.  
NIP. 197211221998031501

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fadhilah Eka Maharani  
NIM : 08041381924065  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/  
Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Juni 2023  
Penulis,



Fadhilah Eka Maharani  
NIM. 08041381924065



**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fadhilah Eka Maharani  
NIM : 08041381924065  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/  
Biologi  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Akar Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) Yang Resisten Terhadap Logam Timbal (Pb)”

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Juni 2023



Fadhilah Eka Maharani

NIM. 08041381924065

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya ini kupersembahkan sebagai bentuk syukur ku kepada Sang Pencipta ilmu pengetahuan Allah SWT, untuk kedua orang tua hebatku, adikku tercinta, dan kudedikasikan untuk almamater sebagai bentuk pengabdianku....

### MOTTO:

*Karena sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan.*

*Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)*

*(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Akar Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) Yang Resisten Terhadap Logam Timbal (Pb)”. Ucapan terima kasih tidak lupa saya berikan kepada kedua orang tua saya Dr.rer.med. Hamzah Hasyim, S.KM., M.KM dan Yunita Turissiana Dwi, S.KM serta adik saya Fatimah Lathifah Azzahra yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya serta tidak lupa juga saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing saya Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si yang telah memberikan arahan dan masukan selama melaksanakan pengerjaan tugas akhir ini serta kesediaan waktunya untuk berdiskusi.

Begitu banyak pihak yang mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, M.S.C.E, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Hermansyah selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Arum Setiawan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Biologi yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulis menjadi mahasiswa.
4. Ibu Dra. Muharni, M.Si sebagai dosen pembimbing akademik yang memberikan arahan dan bimbingan akademik selama penulis menjadi mahasiswa di jurusan biologi.
5. Bapak Dr. Salni, M.Si dan Ibu Dra. Muharni, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

6. Seluruh dosen dan staf administrasi Jurusan Biologi yang selalu memberikan ilmu, bimbingan dan bantuan kepada penulis.
7. Ibu Rosmania, ST selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi yang telah mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian.
8. Kak Agus Wahyudi, S.Si selaku Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
9. Dewi Permata Sari selaku rekan satu topik penelitian bakteri eceng gondok yang selalu menemani dan membantu penulis selama jalannya penelitian.
10. Sahabat sekaligus keluarga penulis (Dewi, Fifi, Hanin, Jojo, Mowley, Nana, Sabela, Uneyqorn), dan kakak tersayang penulis (Kak Bey, Kak Rei, dan Kak Cinlie) yang selalu memberi semangat, motivasi, bantuan kepada serta senantiasa menemani sejak awal perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
11. Tim Penelitian Mikrobiologi dan Molekuler serta seluruh rekan seperjuangan Biologi angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama perkuliahan.
12. Lefdi Agung Nugraha, S.Si., M.Si yang tak kalah banyak memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berjasa kepada penulis.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi masyarakat maupun civitas akademika lainnya yang ingin melanjutkan penelitian ini sehingga dapat berkembang dengan baik.

Indralaya, Juni 2023

Fadhilah Eka Maharani  
NIM. 08041381924065



**ISOLATION AND IDENTIFICATION ENDOPHYTIC BACTERIA OF  
WATER HYACINTH ROOTS (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.)  
RESISTANT LEAD (Pb)**

**Fadhilah Eka Maharani  
08041381924065**

**SUMMARY**

The Musi River is a source of water for the people around Palembang City. However, the aquatic environment in the Mus river has been polluted by industrial activities. Lead that accumulates in the air and sediment can then enter the body of living things indirectly through the food chain. Lead that enters the human body can cause chronic diseases because it cannot be decomposed in the environment. Lead pollution can be eliminated by utilizing microbes that live on the roots of aquatic plants that are often found around the Musi river, namely water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.). One of the microbes that can be found in roots is endophytic bacteria. Endophytic bacteria have a mechanism of resistance to heavy metals through bioaccumulation and biosorption which aims to overcome heavy metal toxicity.

This study aims to determine the potential resistance of endophytic bacteria from water hyacinth plant roots to lead supported by the calculation of the amount of endophytic growth (TPC) in media containing lead at concentrations of 130, 160, 190, and 220 ppm. This research was conducted from December 2022 to February 2023 at the Microbiology Laboratory, Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Indralaya.

The stages of the research consisted of isolating endophytic bacteria from the roots of water hyacinth plants, purifying endophytic bacteria, macroscopic observations, microscopic observations using gram staining and endospores, resistance testing using the pour plate method, as well as characterization and detection of endophytic bacterial isolates that were resistant to lead. 4 isolates endophytic bacteria of water hyacinth roots that were resistant to lead were obtained. EGF2 isolate had the highest lead resistance with the highest number of bacterial colonies of  $1,7 \times 10^9$  at a concentration of 220 ppm. EGF7 isolates showed lead resistance at a concentration of 220 ppm as much as  $9,4 \times 10^7$ . EGF4 isolates showed lead resistance at a concentration of 220 ppm as much as  $5,1 \times 10^7$ . EGF9 isolates showed the least number of bacterial concentrations at a concentration of 220 ppm, namely as much as  $1.3 \times 10^7$ . EGF2 isolate is thought to have the same characteristics as genus *Corynebacterium*. EGF4 isolates were thought to belong to the genus *Staphylococcus* and isolates EGF7 and EGF9 were suspected to belong to the genus *Neisseria*.

**Keywords:** water hyacinth roots, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms., endophytic bacteria, heavy metal lead, total plate count (TPC).

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT AKAR ECENG  
GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) YANG RESISTEN  
TERHADAP LOGAM TIMBAL (Pb)**

**Fadhilah Eka Maharani  
08041381924065**

**RINGKASAN**

Sungai Musi merupakan sumber air bagi masyarakat disekitar Kota Palembang. Namun, lingkungan perairan di sungai Musi telah tercemar oleh aktivitas industri. Timbal yang terakumulasi pada air dan sedimen kemudian dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup secara tidak langsung melalui rantai makanan. Timbal yang masuk dalam tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit kronis karena tidak dapat terurai di lingkungan. Pencemaran timbal dapat dihilangkan dengan memanfaatkan mikroba yang hidup dalam akar tanaman air yang sering di jumpai disekitar sungai Musi, yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.). Salah satu mikroba yang dapat ditemukan pada akar adalah bakteri endofit. Bakteri endofit memiliki mekanisme resistensi terhadap logam berat melalui bioakumulasi dan biosorpsi yang bertujuan untuk mengatasi toksisitas logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi resistensi bakteri endofit dari akar tanaman eceng gondok terhadap timbal didukung dengan perhitungan jumlah pertumbuhan bakteri endofit (TPC) dalam media mengandung timbal dengan konsentrasi 130, 160, 190, dan 220 ppm. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2022 sampai dengan Februari 2023 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Tahapan penelitian terdiri dari isolasi bakteri endofit dari bagian akar tanaman eceng gondok, permurnian bakteri endofit, pengamatan maksroskopis, pengamatan mikroskopis dengan perwarnaan gram dan endospora, uji resistensi dengan metode *pour plate*, serta karakterisasi dan identifikasi isolat bakteri endofit yang resisten terhadap timbal. Diperoleh 4 isolat bakteri endofit akar eceng gondok yang resisten terhadap timbal. Isolat EGF2 resistensi timbal tertinggi dengan jumlah koloni bakteri terbanyak sebesar  $1,7 \times 10^9$  pada konsentrasi 220 ppm. Isolat EGF7 menunjukkan resistensi timbal pada konsentrasi 220 ppm sebanyak  $9,4 \times 10^7$ . Isolat EGF4 menunjukkan resistensi timbal pada konsentrasi 220 ppm sebanyak  $5,1 \times 10^7$ . Isolat EGF9 menunjukkan jumlah kepadatan bakteri paling sedikit pada konsentrasi 220 ppm yaitu sebanyak  $1,3 \times 10^7$ . Isolat EGF2 diduga memiliki karakteristik yang sama dengan genus *Corynebacterium*. Isolat EGF4 diduga termasuk genus *Staphylococcus* serta Isolat EGF7 dan EGF9 diduga termasuk genus *Neisseria*.

**Kata Kunci:** akar eceng gondok, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms., bakteri endofit, logam berat timbal, *total plate count* (TPC).

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
SUMMARY .....	ix
RINGKASAN .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Pencemaran Logam Berat di Sungai Musi .....	5
2.2. Logam Berat Timbal.....	6
2.3. Toksisitas Logam Berat Timbal .....	7
2.4. Bioremediasi .....	8
2.5. Eceng Gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart) Solms.) .....	9
2.5.1. Morfologi Eceng Gondok.....	10
2.5.1. Klasifikasi Eceng Gondok.....	11
2.6. Bakteri Endofit.....	11
2.7. Bakteri Endofit Eceng Gondok.....	12
2.8. Mekanisme Resistensi Bakteri Endofit Terhadap Logam Berat.....	13





<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Eceng gondok.....	10
Gambar 4.1. Hasil pengamatan morfologi bakteri endofit yang diisolasi dari akar eceng gondok menggunakan mikroskop stereo perbesaran 4x .....	27
Gambar 4.2. Grafik jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media dengan variasi timbal .....	34
Gambar 4.3. Pengamatan mikroskopis bentuk sel dan endospora isolat bakteri endofit akar eceng gondok dengan perbesaran 1000x .....	38

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil pengamatan morfologi bakteri endofit yang diisolasi dari akar eceng gondok menggunakan mikroskop perbesaran 4x .....	27
Tabel 4.2. Jumlah rata-rata koloni bakteri yang tumbuh pada berbagai variasi konsentrasi timbal. ....	30
Tabel 4.3. Persentase penurunan jumlah rata-rata koloni bakteri .....	33
Tabel 4.4. Karakter morfologi dan karakter fisiologi sel bakteri endofit akar eceng gondok yang resisten terhadap timbal .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi medium yang digunakan .....	54
Lampiran 2. Lokasi pengambilan sampel akar eceng gondok .....	57
Lampiran 3. Data jumlah koloni isolat bakteri eceng gondok yang resisten terhadap timbal dengan berbagai variasi konsentrasi timbal.....	58
Lampiran 4. Data perhitungan jumlah rata-rata koloni bakteri yang tumbuh dalam media <i>Nutrient Agar</i> terhadap variasi konsentrasi timbal .....	59
Lampiran 5. Hasil pemurnian dan pengamatan morfologi bakteri endofit akar eceng gondok .....	60
Lampiran 6. Kemampuan pertumbuhan jumlah koloni isolat bakteri uji dalam media <i>Nutrient Agar</i> dengan variasi konsentrasi timbal.....	61
Lampiran 7. Kemampuan pertumbuhan jumlah koloni isolat bakteri uji dalam media <i>Nutrient Agar</i> tanpa pemberian timbal.....	65
Lampiran 8. Pengujian resistensi isolat bakteri uji .....	66
Lampiran 9. Pengamatan morfologi sel bakteri yang resisten terhadap timbal .....	67
Lampiran 10. Pengujian biokimia terhadap isolat bakteri resisten timbal .....	69



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sungai Musi merupakan sumber air bagi masyarakat disekitar Kota Palembang. Namun, lingkungan perairan di sungai Musi telah tercemar oleh aktivitas industri seperti industri tekstil, petrokimia, karet, serta batubara (Emilia *et al.*, 2013). Selain itu, sungai Musi juga dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan residu zat kimia ke perairan (Putri *et al.*, 2022). Sebagian besar aktivitas industrialisasi belum memiliki pengolahan air limbah yang optimal. Zat kimia yang ditemukan di sepanjang aliran sungai Musi adalah logam berat timbal baik terlarut dan tersuspensi pada air maupun sedimen (Putri *et al.*, 2015).

Perairan dapat tercemar timbal melalui proses pengkristalan timbal di udara. Timbal yang terakumulasi pada air dan sedimen kemudian dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup secara tidak langsung melalui rantai makanan (Maddusa *et al.*, 2017). Akumulasi timbal dalam jangka panjang pada tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit kronis karena timbal bersifat toksik dan tidak dapat terurai di lingkungan (Indrawan dan Putra, 2021). Penyakit kronis yang disebabkan timbal tersebut seperti anemia, ensefalopati, hepatitis, dan sindrom nefritik (Shanbehzadeh *et al.*, 2014).

Pencemaran logam berat dapat dihilangkan dengan memanfaatkan tanaman air. Menurut Singh *et al.* (2012) tanaman air telah menunjukkan kehebatan dalam mengurangi limbah dan menghilangkan racun logam dari perairan yang tercemar. Salah satu tanaman air yang sering di jumpai disekitar sungai Musi yaitu eceng

gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) yang memiliki pertumbuhan cepat dan berpotensi besar untuk mengendalikan pencemaran air. Eceng gondok mampu beradaptasi dengan toleransi yang tinggi dan dapat mengakumulasi logam berat secara efektif (Fahrudin *et al.*, 2018). Eceng gondok dapat menyerap logam berat sejalan dengan penelitian Fahrudin (2020), bahwa eceng gondok mampu menyerap logam berat timbal dengan konsentrasi 4 ppm sebesar 90%.

Mikroba banyak ditemukan pada akar tanaman dimana pada akar terdapat berbagai bahan organik untuk mendukung pertumbuhan mikroba. Mikroba yang dapat ditemukan pada akar adalah bakteri endofit. Bakteri endofit hidup Bersama dalam jaringan tanaman secara mutualisme dengan tumbuhan inangnya tanpa menyebabkan penyakit (Kasi *et al.*, 2015). Bakteri endofit menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Nugraheni *et al.*, 2021). Interaksi antara tanaman dan bakteri endofit menyebabkan eceng gondok dapat mengakumulasi logam berat. Interaksi berupa transfer genetik atau *horizontal gene transfer* dari tanaman ke dalam bakteri endofit menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya (Müller, 2015).

Bakteri endofit memiliki mekanisme resistensi terhadap logam berat melalui bioakumulasi dan biosorpsi yang bertujuan untuk mengatasi toksisitas logam berat (Dawaiyah, 2020). Chen *et al.* (2020) menambahkan bahwa bakteri endofit melindungi tanaman dari toksisitas logam berat dengan mengurangi bioavailabilitas logam berat. Kemampuan resistensi bakteri endofit terhadap logam berat dapat bervariasi sesuai dengan spesies bakteri endofit dan seberapa besar kadar konsentrasi logam berat yang terpapar.

Penelitian Govarthanan *et al.* (2016) diperoleh 5 isolat bakteri endofit resisten timbal pada konsentrasi hambat minimum 450 mg/L dari hasil isolasi akar *Tridax procumbens* dimana bakteri tersebut berasal dari genera *Paenibacillus* dan *Bacillus*. Penelitian Widiatmono *et al.* (2020) diperoleh isolat bakteri yang diidentifikasi berasal dari genera *Bacillus* resisten terhadap timbal dengan konsentrasi 10, 30, dan 50 ppm. Penelitian Belapurkar *et al.* (2016) menemukan bahwa bakteri *Bacillus coagulans* memiliki konsentrasi hambat minimum sebesar 128 ppm terhadap Pb (II) dimana bakteri tersebut setelah 72 jam diinokulasi dalam media mengandung Pb (II) dapat mengurangi Pb (II) dengan konsentrasi 64 ppm sebesar 89%.

Interaksi sinergis yang tercipta antara eceng gondok dan bakteri endofit dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap logam berat (Nurmalasari *et al.*, 2020). Oleh karena itu, penelitian mengenai bakteri endofit pada akar eceng gondok perlu dikaji untuk mengetahui seberapa besar tingkat resistensinya terhadap timbal sebagai salah satu solusi dalam mengurangi cemaran logam berat timbal pada lingkungan perairan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Keberadaan timbal pada air di sungai Musi dapat mengancam kesehatan manusia jika terakumulasi dalam tubuh. Oleh sebab itu, diperlukan solusi untuk mengurangi limbah timbal dengan memanfaatkan bakteri endofit pada akar tanaman eceng gondok. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Apakah terdapat bakteri endofit dari akar eceng gondok yang resisten terhadap logam berat timbal?
2. Bagaimana tingkat resisten bakteri endofit dari akar eceng gondok terhadap logam berat timbal?
3. Bagaimana identitas bakteri endofit dari akar eceng gondok yang berpotensi resisten terhadap logam berat timbal?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui adanya bakteri endofit dari akar eceng gondok yang resisten terhadap logam berat timbal.
2. Menentukan tingkat resisten bakteri endofit dari akar eceng gondok terhadap logam berat timbal.
3. Menentukan identitas bakteri endofit dari akar eceng gondok yang berpotensi resisten terhadap logam berat timbal.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi pemanfaatan bakteri endofit Eceng gondok sebagai alternatif agen bioremediasi yang dapat diaplikasikan ke lingkungan yang tercemar logam berat timbal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Hakim, L., Fitriandi, E., dan Rahmawati. 2018. Deteksi Keberadaan Bakteri Resisten Logam Merkuri (Hg) pada Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Simpi, Sekadau, Kalimantan Barat. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*. 1(2): 56–61.
- Aboul-Enein, A. M., Al-Abd, A. M., Shalaby, E., Abul-Ela, F., Nasr-Allah, A. A., Mahmoud, A. M., and El-Shemy, H. A. 2011. *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms: From Water Parasite to Potential Medicinal Remedy. *Plant Signaling dan Behavior*. 6(6): 834-836.
- Adelodun, A. A., Afolabi, N. O., Chaúque, E. F., and Akinwumiju, A. S. 2020. The potentials of *Eichhornia crassipes* for Pb, Cu, and Fe Removal from Polluted Waters. *SN Applied Sciences*. 2(10): 1-8.
- Afriani, I., Puspita, F., dan Ali, M. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri Endofit dari Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*. 5: 1-14.
- Agustina, C. S. T., dan Lisdiana, L. 2023. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Logam Timbal (Pb) di Perairan Teluk Lamong Surabaya. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 12(1): 101-106.
- Aminullah, R. F., dan Trimulyono, G. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri pada Akar Rhizopora Mucronata yang Terpapar Logam Berat Timbal (Pb). *LenteraBio*. 4(1): 43-49.
- Anas, B., Natasha, S. P., Dwi, P., and Marlis, N. 2019. The Comparation Study of Pasteurized "Fruits Up" Products Using TPC (Total Plate Count) Method. *Agroindustrial Journal*. 6(1): 384-387.
- Angraeni, D. S. 2017. Kemampuan Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Berdasarkan Waktu Paparannya Oleh Bakteri Endapan Sedimen Perairan Sekitar Rumah Susun Kota Makassar. *Doctoral dissertation*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Azubuike, C. C., Chikere, C. B., and Okpokwasili, G. C. 2016. Bioremediation Techniques–Classification Based on Site of Application: Principles, Advantages, Limitations and Prospects. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 32(11): 1-18.

- Belapurkar, P., Goyal, P., dan Kar, A. 2016. *In vitro* Evaluation of Bioremediation Capacity of a Commercial Probiotic, *Bacillus coagulans*, for Chromium (VI) and Lead (II) Toxicity. *Journal of pharmacy dan bioallied sciences*. 8(4): 272.
- Briffa, J., Sinagra, E., and Blundell, R. 2020. Heavy Metal Pollution in The Environment and Their Toxicological Effects on Humans. *Heliyon*. 6(9).
- Budiastuti, P., Rahadjo, M., dan Dewanti, N. A. Y. 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*. 4(5): 119-118.
- Chen, J., Li, N., Han, S., Sun, Y., Wang, L., Qu, Z., Dai, M., and Zhao, G. 2020. Characterization and Bioremediation Potential of Nickel-Resistant Endophytic Bacteria Isolated from The Wetland Plant *Tamarix chinensis*. *FEMS microbiology letters*. 67(12).
- Collin, S., Baskar, A., Geevarghese, D. M., Ali, M. N. V. S., Bahubali, P., Choudhary, R. and Swamiappan, S. 2022. Bioaccumulation of Lead (Pb) and its Effects in Plants: A Review. *Journal of Hazardous Materials Letters*. 100064.
- Dawaiyah, A. 2020. Identifikasi dan Uji Resistensi Logam Berat Timbal (Pb) pada Bakteri yang Diisolasi dari Perairan Paciran Lamongan. *Doctoral dissertation*. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Deng, Z. S., Zhao, L. F., Kong, Z. Y., Yang, W. Q., Lindström, K., Wang, E. T., and Wei, G. H. 2011. Diversity of Endophytic Bacteria Within Nodules of The *Sphaerophysa salsula* in Different Regions of Loess Plateau in China. *FEMS microbiology ecology*. 76(3): 463-475.
- Devinta, A., dan Zulaika, E. 2021. Viability and Production Calcifying Bacterial Endospore on Sand-Cement Carrier. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*. 8(1): 8-13.
- Dhena, M. P. 2017. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibiotik Bakteri Endofit dari Tumbuhan Eceng Gondok [*Eichhornia crassipes* (Mart.)] Di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Doctoral dissertation*. Universitas Andalas.
- Ditjen PPKL dan KLHK. 2019. Statistik Kualitas Air, Udara, dan Tutupan Lahan. Sekretariat Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.

- Eevers, N., Gielen, M., Sánchez-López, A., Jaspers, S., White, J. C., Vangronsveld, J., and Weyens, N. 2015. Optimization of Isolation and Cultivation of Bacterial Endophytes Through Addition of Plant Extract to Nutrient Media. *Microbial biotechnology*. 8(4): 707-715.
- El-Deeb, B., Gherbawy, Y., and Hassan, S. 2012. Molecular Characterization of Endophytic Bacteria from Metal Hyperaccumulator Aquatic Plant (*Eichhornia crassipes*) and Its Role in Heavy Metal Removal. *Geomicrobiology Journal*. 29(10): 906-915.
- Emilia, I., Suheryanto, dan Hanafiah, Z. 2013. Distribusi Logam Kadmium Dalam Air dan Sedimen di Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Sains*. 16(2): 59-64
- Fahruddi, Haedar, N., Santosa, S., dan Wahyuni, S. 2019. Uji Kemampuan Tumbuh Isolat Bakteri dari Air dan Sedimen Sungai Tallo Terhadap Logam Timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*. 10(2): 58–64.
- Fahrudin, F., Haedar, N., Santosa, S., dan Wahyuni, S. 2020. Ekplorasi dan Karakterisasi Biokimia Bakteri Resisten Timbal (Pb) dari Sungai Tallo Makassar. *Jurnal Serambi Engineering*. 5(3).
- Fahrudin, F., Abdullah, A., and Nafie, N. L. 2018. Treatment of Acid Mine Drainage Waste Using Sediment as Source of Sulfate-Reducing Bacteria to Reduce Sulfates. *Pollution Research Paper*. 37(4): 903-907.
- Fahrudin, F., and Tanjung, R. E. 2019. The Study of Bacteria Populations In Phytoremediation of Cadmium Using *Eichhornia crassipes*. In *Journal of Physics: Conference Series*. 1341(2): 022019
- Fahrudin, F. 2020. Absorption of Heavy Metal Lead (Pb) by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and Its Influence to Total Dissolved Solids of Groundwater In Phytoremediation. *Jurnal Akta Kimia Indonesia (Indonesia Chimica Acta)*. 13(1): 10-15.
- Farisna, S. T., dan Zulaika, E. 2016. Resistensi *Bacillus* Endogenik Kalimas Surabaya terhadap Logam Besi (Fe). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 4(2): 84–87.
- Franklin, V., F., Riascos, S., M. and Herrera, T., G. 2021. Are Endophytic Bacteria an Option for Increasing Heavy Metal Tolerance of Plants? A Meta-Analysis of The Effect Size. *Frontiers In Environmental Science*. 8: 603668.

- Ginting, L., Wijanarka, dan Kusdiyantini, E. 2020. Isolasi Bakteri Endofit Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) dan Uji Aktivitas Enzim Amilase. *Berkala Bioteknologi*. 3(2): 1–7.
- Govarthanan, M., Mythili, R., Selvankumar, T., Kamala-Kannan, S., Rajasekar, A., and Chang, Y. C. 2016. Bioremediation of Heavy Metals Using an Endophytic Bacterium *Paenibacillus* sp. RM Isolated From the Roots of *Tridax procumbens*. *3 Biotech*. 6(2): 1-7.
- Hadi, S. N., Dewi, P. S., and Kartini. 2019. Identification of The Ultisol Land Indigenus Bacteria from Banyumas Regency Based on The Characteristics of Morphology, Physiology and Biochemistry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 250(1).
- Hindersah, R., dan Kamaluddin, N. N. 2014. Pengaruh Timbal Terhadap Kepadatan Sel dan Kadar Eksopolisakarida Kultur Cair *Azotobacter*. *Bionatura*. 16(1): 1-5.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneat, H. A., Staley, J.T., and William, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8<sup>th</sup> Edition*. Baltimor: William and Wilkinss.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneat, H. A., Staley, J.T., and William, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9<sup>th</sup> Edition*. Baltimor: William and Wilkinss.
- Huynh, A. T., Chen, Y. C., and Tran, B. N. T. 2021. A Small-Scale Study on Removal of Heavy Metals from Contaminated Water Using Water Hyacinth. *Processes*. 9(10).
- Indrawan, G. S., and Putra, I. N. G. 2021. Heavy Metal Concentration (Pb, Cu, Cd, Zn) in Water and Sediments in Serangan Waters, Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 8(1): 115.
- Iqlima, D., Ardiningsih, P., dan Wibowo, M. A. 2017. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit B2D dari Batang Tanaman Yakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. dan Endl.) H. Rob.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella thypimurium*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 7(1): 36–43.
- Jaroslawiecka, A., and Piotrowska-Seget, Z. 2014. Lead Resistance in Microorganisms. *Microbiology*. 160(1): 12–25.

- Khairunnisa, M., Helmi, T., Z., Darmawi, Dewi, M., Hamzah, A. 2018. Isolasi dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada mbing Kambing Peranakan Etawa (PE). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 2(4): 538-545.
- Kosasi, C., Lolo, W. A., dan Sudewi, S. 2019. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Dari Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Alga *Turbinaria Ornata* (Turner) J. Agardh Serta Identifikasi Secara Biokimia. *Pharmacon*. 8(2): 351-359.
- Kumakauw, V. V., Simbala, H. E. I., dan Mansauda, K. L. R. 2020. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sesewanua (*Clerodendron squamatum* Vahl.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella typhi*. *Jurnal MIPA*. 9(2): 86-90.
- Kumar, R., Nongkhlaw, M., Acharya, C., dan Joshi, S. R. 2013. Growth Media Composition and Heavy Metal Tolerance Behaviour of Bacteria Characterized from The Sub-Surface Soil of Uranium Rich Ore Bearing Site of Domiasiat In Meghalaya. *India Journal of Biotechnology*. 12: 115-119.
- Laskar, R., dan Harlis, H. 2013. Identifikasi Bakteri pada Anak Ikan Patin (*Pangasius pangasius* Ham. buch) yang Sakit di Balai Benih Ikan Simpang Karmio Kabupaten Batanghari. *Sainmatika: Jurnal Sains dan Matematika Universitas Jambi*. 6(1): 221180.
- Lima, H. D. P., and Asencios, Y. J. 2021. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Natural or Carbonized) as Biosorbent to Remove Pollutants in Water. *SN Applied Sciences*. 3(8): 1-18.
- Ludwig-Müller J. 2015. Plants and Endophytes: Equal Partners in Secondary Metabolite Production. *Biotechnology Letters*. 37(7): 1325–1334.
- Maddusa, S., Paputungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., Bagian, G. A., dan Lingkungan, K. 2017. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah; Public Health Science Journal*. 9(2): 153–159.
- Malar, S., Shivendra Vikram, S., JC Favas, P., dan Perumal, V. 2016. Lead heavy Metal Toxicity Induced Changes on Growth and Antioxidative Enzymes Level in Water Hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)]. *Botanical Studies*. 55(1).
- Melati, I. 2022. Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan dan Prospek Riset. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 8(2): 272.

- Mishra, V. K., and Tripathi, B. D. 2008. Concurrent Removal and Accumulation of Heavy Metals by the Three Aquatic Macrophytes. *Bioresource Technology*. 99(15): 7091–7097.
- Mitra, A., Chatterjee, S., Katakai, S., Rastogi, R. P., and Gupta, D. K. 2021. Bacterial Tolerance Strategies Against Lead Toxicity and Their Relevance in Bioremediation Application. *Environmental Science and Pollution Research*. 28(12): 14271-14284.
- Munif, A., Wibowo, A. R., dan Herliyana, E. N. 2015. Bakteri Endofit dari Tanaman Kehutanan sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Agens Pengendali *Meloidogyne* sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11(6): 179-179.
- Ndimele, P. E., Kumolu-Joh, C. A., and Anetekhai, M. A. 2011. The Invasive Aquatic Macrophyte, Water Hyacinth {*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm-Laubach: Pontedericeae}: Problems and Prospects. *Research Journal of Environmental Sciences*. 5(6): 509–520.
- Ngwewa, F., Kasali, G., Mkupasi, E. M., and Katakweba, A. A. 2022. Effects of Heavy Metals on Bacterial Growth, Biochemical Properties and Antimicrobial Susceptibility. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*. 10(1): 9-16.
- Nugraheni, I. A., Setianah, H., dan Wibowo, D. S. 2021. Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Asal Akar Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Biomedika*. 13(1): 48-55.
- Nurmalasari, A., Oedjijono, dan Lestari, S. 2020. Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms. Terhadap Krom secara *In-Vitro*. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 2(2).
- Nursyirwani, N., and Yoswaty, D. 2021. Isolation and Identification of Bacteria from Dumai Marine Waters that Have Potencial as Lead Bioremediation Agents. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*. 2(3): 217-222.
- Panjaitan, F. J., Bachtar, T., Arsyad, I., Lele, O. K., dan Indriyani, W. 2020. Karakterisasi Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan*. 1(1): 9-17
- Pereira, S., Micheletti, E., Zille, A., Santos, A., Moradas-Ferreira, P., Tamagnini, P., and De Philippis, R. 2011. Using Extracellular Polymeric Substances (EPS)-Producing Cyanobacteria for The Bioremediation of

- Heavy Metals: Do Cations Compete for The EPS Functional Groups and Also Accumulate Inside The Cell?. *Microbiology*. 157(2): 451-458.
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1): 38–48.
- Public Health England. 2015. UK Standards for Microbiology Investigation Identification of *Neisseria* species. 3: 2-29
- Pulungan, A. S. S., dan Tumangger, D. E. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase dari Daun Buasbuas (*Premna Pubescens* Blume). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan)*. 5(1): 71.
- Puspita, F., Ali, M., dan Pratama, R. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri *Bacillus* sp. Endofitik Dari Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 6(2): 44-49.
- Putri, D. M. 2017. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibiotik Bakteri Endofit dari Tumbuhan Eceng Gondok [*Eichhornia Crassipes* (Mart.)] di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Doctoral dissertation*. Universitas Andalas.
- Putri, W. A. E., Bengen, D.G., Prartono, T. dan Riani., E. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Cu dan Pb) di Sungai Musi Bagian Hilir. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(2): 453-463.
- Putri, W. A. E., Susanti, M. I., Rozirwan, Hendri, M., dan Agustriani, F. 2022. Status Cemar Logam Berat di Sedimen Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*. 11(2): 177–184.
- Rahayu, A.S dan Gumilar, H.M. 2017. Uji Cemar Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *Indonesian Journal Pharmaceutical Science and Technology*. (4)2: 50-56.
- Rahmatullah, W., Novianti, E., Dewi, A., dan Sari, L. 2021. Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*. 6(2): 83–91.
- Rajkumar, M., Sandhya, S., Prasad, M. N. V., and Freitas, H. 2012. Perspectives of Plant-Associated Microbes in Heavy Metal Phytoremediation. *In Biotechnology Advances*. 30(6): 1562–1574.
- Reynolds, J., Moyes, R., and Breakwell, D. P. 2009. Differential Staining of Bacteria: Endospore Stain. *Current Protocols in Microbiology*. 15(1).

- Sapitri, A., dan Afrinasari, I. 2019. Identifikasi *Escherichia coli* Pada Cincau Yang Dijual di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical And Sciences*. 2(2): 18-23.
- Sayuti, I., dan Hardianti, N. 2016. Identifikasi Bakteri Pada Sampah Organik Pasar Kota Pekanbaru dan Potensinya Sebagai Rancangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Biologi SMA. *Biogenesis*. 13(1): 51-60.
- Sengör, S. S., Barua, S., Gikas, P., Ginn, T. R., Peyton, B., Sani, R. K., and Spycher, N. F. 2009. Influence of Heavy Metals On Microbial Growth Kinetics Including Lag Time: Mathematical Modeling And Experimental Verification. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 28(10): 2020.
- Setianto, H., dan Fahrītsani, H. 2019. Faktor Determinan yang Berpengaruh Terhadap Pencemaran Sungai Musi Kota Palembang. *Media Komunikasi Geografi*. 20(2): 186.
- Sevak, P. I., Pushkar, B. K., and Kapadne, P. N. 2021. Lead Pollution and Bacterial Bioremediation: A Review. *Environmental Chemistry Letters*. 19(6): 4463-4488.
- Shanbehzadeh, S., Vahid Dastjerdi, M., Hassanzadeh, A., and Kiyanzadeh, T. 2014. Heavy Metals in Water and Sediment: A Case Study of Tembi River. *Journal of Environmental and Public Health*. 2014: 1-5.
- Sianipar, G. W. S., Sartini, S., dan Riyanto, R. 2020. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*. 2(2): 83–92.
- Singh, D., Tiwari, A., Gupta, R., Nagar, G., Pradesh, M., and Divya Singh, I. 2012. Phytoremediation of Lead from Wastewater Using Aquatic Plants. *Journal of Agricultural Technology*. 8(1): 1-11.
- Soesetyaningsih, E. 2020. Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Berkala Sainstek*. 8(3): 75–79.
- Sulistiyanto, W. N., dan Trimulyono, G. 2019. Karakterisasi Fenotip dan Indeks Similaritas Isolat *Actinomycetes* yang Memiliki Kemampuan Antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*. 7(3): 112-120.
- Sumardi, S., Salman, F., Agustrina, R., and Yunita, Y. 2019. Effects of Magnetic Fields and Metal Ions (Cu, Pb, Al and Fe) on Growth of Anoxygenic Photosynthetic Bacteria (APB). *Biospecies*. 12(2): 42-50.



- The Royal Botanic Gardens, Kew. 2021. The World Checklist of Vascular Plants (WCVP). In O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, L. Vandepitte, D. Hobern, D. Rensen, P. Schalk, R. E. DeWalt, M. Keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, R. Adlard, E. M. Adriaenssens, C. Aedo, E. Aescht, N. Akkari, S. Alexander, *et al.* *Catalogue of Life Checklist* (4.0).
- Tille, P. M. 2014. *Bailey dan Scott's Diagnostic Microbiology*. In Basic Medical Microbiology (thirteen edition). Mosby.
- Tønjum T, and Putten V., J. Neisseria. *Infectious Diseases*. 2017. 1553-1564.
- Ulfa, A., Suarsini, E., dan Al Muhdhar, M. H. I. 2016. Isolasi Dan Uji Sensitivitas Merkuri Pada Bakteri Dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan. *In Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*. 13(1): 793-799.
- Varghese, R., Krishna, M. P., Babu, A., and Hatha, A. M. 2012. Biological Removal of Lead by *Bacillus* sp. Obtained From Metal Contaminated Industrial Area. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2(2): 756-770.
- Widiatmono, B. R., Susanawati, L. D., dan Agustianingrum, R. 2020. Bioremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Pada Tanah Tercepar Air Lindi (*Leachate*). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 6(3): 11-18.
- Wulandari, D. A., and Vicentia, I. M. 2021. Bioremediation of Pb and Cd Contaminated Soil Using Microorganism: A Review. *Journal of Science and Science Education*. 5(1): 1-11.
- Xu, J., and Wang, X. 2018. Self-healing of Concrete Cracks by Use of Bacteria-Containing Low Alkali Cementitious Material. *Construction and Building Materials*. 167: 1-14
- Yanti, D., Rahmawati, dan Kurniatuhadi, R. 2021. Karakteristik Morfologis dan Fisiologis Bakteri Endofit dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh di Mempawah Mangrove Park (MMP). *Biologica Samudra*. 3(2): 166-183.
- Zhang, C., Ren, H. X., Zhong, C. Q., and Wu, D. 2020. Biosorption of Cr (VI) by Immobilized Waste Biomass from Polyglutamic Acid Production. *Scientific Reports*. 10(1): 3705.