

TA/TL/2022/1422

## **TUGAS AKHIR**

# **POTENSI RESTORASI LAHAN GAMBUT MENGUNAKAN APLIKASI BAKTERI ENDOFIT DENGAN TANAMAN *TYPHA LATIFOLIA* DALAM SISTEM WETLAND**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**ALYA ZAKIYAH RAHMAYANI**

**17513183**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

## TUGAS AKHIR

### POTENSI RESTORASI LAHAN GAMBUT MENGGUNAKAN APLIKASI BAKTERI ENDOFIT DENGAN TANAMAN *TYPHA* *LATIFOLIA* DALAM SISTEM WETLAND

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



**ALYA ZAKIYAH RAHMAYANI**  
**17513183**

Disetujui.  
Dosen Pembimbing:

**Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.**  
**NIK. 185130401**

Tanggal: 15 Februari 2022

**Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.**  
**NIK. 875110107**

Tanggal: 15 Februari 2022

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

**Eko Siswono, S.T., M.Sc., ES., Ph.D.**  
**NIK. 025100406**

Tanggal : 15 Februari 2022

## HALAMAN PENGESAHAN

### POTENSI RESTORASI LAHAN GAMBUT MENGGUNAKAN APLIKASI BAKTERI ENDOFIT DENGAN TANAMAN *TYPHA* *LATIFOLIA* DALAM SISTEM WETLAND

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 15 Februari 2022

Disusun Oleh:

**ALYA ZAKIYAH RAHMAYANI**  
17513183

Tim Penguji :

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

(  )

Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

(  )

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.

(  )

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian 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.

Yogyakarta, 15 Februari 2022  
Yang membuat pernyataan



**Alya Zakiyah Rahmayani**  
NIM : 17513183



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Potensi Restorasi Lahan Gambut Menggunakan Aplikasi Bakteri Endofit Dengan Tanaman *Typha Latifolia* dalam Sistem *Wetland*”. Tugas Akhir ini bertujuan sebagai Persyaratan untuk lulus di jenjang strata 1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Abang Muhammad Sofyan, S.E., M.Si. dan Ibu Sri Sulastri, dan adik penulis Nashwa Afrilia Rahmayani yang selalu memberikan doa, dukungan dan nasihat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D., dan Bapak Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., selaku pembimbing Tugas Akhir yang banyak memberikan saran, bimbingan, serta nasihat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan pegawai Program Studi Teknik Lingkungan UII yang telah memberikan ilmu, nasihat, dan bantuan.

7. Teman-teman yang telah membantu selama penelitian As'ad, Lesi, Indah, Dwisep, Sinta, Annisa dan Rizky.
8. Sahabat seperjuangan yang selalu memberikan semangat Anisa, Riska, Salsa, Nandya, Jenika dan Arum.
9. Teman-teman angkatan 2017 di Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis memahami bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan ini, dan belum berhasil mencapai kesempurnaan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai sudut sebagai koreksi di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi pada penelitian berikutnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Desember 2021

*Alya Zakiyah Rahmayani*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## ABSTRAK

ALYA ZAKIYAH RAHMAYANI. Potensi Restorasi Lahan Gambut Menggunakan Aplikasi Bakteri Endofit dengan Tanaman *Typha Latifolia* dalam Sistem *Wetland*. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr.,Ph.D. dan Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

Lahan gambut merupakan lahan yang kaya akan bahan organik, yang berasal dari tanaman yang mati kemudian terdekomposisi di dalam tanah. Iklim Indonesia yang tropis mengakibatkan setiap tahun terjadi musim kemarau, hal ini mengakibatkan lahan gambut menjadi kering hingga menyebabkan kebakaran lahan. Pada lahan gambut bekas terbakar kemudian tergenang mempunyai pH dan kesuburan yang rendah, serta mengandung unsur logam yang tinggi. Sehingga cara memperbaikinya ialah dengan bioremediasi menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan bakteri endofit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan tanaman *Typha latifolia* dalam mereduksi logam berat, penyerapan fosfat, serta menaikkan pH di air genangan. Metode pada penelitian ini menggunakan parameter tinggi tanaman, jumlah pelepah (daun), berat kering tanaman, pH, EC, konsentrasi fosfat di tanah, tanaman dan air serta hasil analisis logam pada tanah, air dan tanaman. Kandungan logam berat ditentukan dengan menggunakan Penyerapan Atom Spektrofotometer (AAS), dan kandungan fosfat ditentukan dengan menggunakan UV-Vis Spektrofotometer. Hasil dari penelitian ini menunjukkan jika tanaman *T.latifolia* dengan pemberian bakteri endofit dapat menaikkan biomassa tanaman serta penyerapan logam Fe dan Zn lebih banyak pada bagian akar yaitu 426,52 ppm dan 86,77 ppm, sedangkan konsentrasi logam Fe dan Zn pada bagian batang 165,47 ppm dan 41,92 ppm. Penyerapan logam Mn lebih banyak pada bagian daun (batang) yaitu 370,67 ppm sedangkan pada bagian akar 164,72 ppm. Pada air yang ditanami *Typha latifolia* dengan inokulasi bakteri endofit mengalami penurunan konsentrasi logam Fe, Mn dan Zn. Pemberian bakteri endofit juga berpengaruh terhadap penyerapan fosfat pada tanaman dengan konsentrasi fosfat pada bagian batang 0,211% dan pada bagian akar 0,084%.

**Kata kunci :** bakteri endofit, gambut, logam berat, *Typha latifolia*

## **ABSTRACT**

ALYA ZAKIYAH RAHMAYANI. *Potential of Peatland Restoration Using Endophytic Bacteria Application with Plants Typha Latifolia in Wetland System.* Supervised by Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr.,Ph.D. and Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

*Peatlands are rich in organic matter derived from dead plants and then decomposed in the soil. The climate in Indonesia is tropical resulted in the every year's dry season, this resulted in the peat becomes dry to cause a fire. On peat burning then flooded has a pH and low fertility, as well as it contains elements of metal is high. So the way to fix it is by bioremediation using plants Typha latifolia and endophytic bacteria. The purpose of this research was to determine the influence of endophytic bacteria on plant growth of Typha latifolia in reducing the heavy metals, the absorption of phosphate, as well as raise the pH in the water. And methods in this study, using the parameters of plant height, number of stem (leaves), dry weight of the plant, the pH, EC, the concentration of phosphate in soil, plant and water as well as the results of the analysis of metals in soil, water and plants. The content of heavy metals was determined using Atomic Absorption Spectrophotometer, and the content of phosphate was determined using a UV-Vis Spectrophotometer. The results of this research showed that plants T.latifolia with endophytic bacteria were able to increase plant biomass and absorption of Fe and Zn metals was more at the root, namely 426.52 ppm and 86.77 ppm, while the concentrations of Fe and Zn in the stem were 165.47 ppm and 41.92 ppm. The absorption of Mn was more in the leaves (stems) at 370.67 ppm while at the roots 164.72 ppm. In water planted with Typha latifolia with endophytic bacteria inoculation, the concentrations of Fe, Mn and Zn decreased. Giving endophytic bacteria also affects the absorption of phosphate in plants with phosphate concentrations in the stem 0.211% and in the roots 0.084%.*

**Keywords :** *endophytic bacteria, heavy metals, peat, typha latifolia*

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Karakteristik Lahan Gambut .....	4
2.2 Tanaman Ekor Kucing ( <i>Typha latifolia</i> ) .....	5
2.3 Bioremediasi Oleh Bakteri Endofit .....	6
2.4 Penelitian Terdahulu.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	11
3.2 Metode Penelitian.....	11
3.2.1 Alat.....	11
3.2.2 Bahan .....	13
3.3 Tahapan Penelitian .....	14
3.3.1 Aklimatisasi Tanaman.....	14
3.3.2 Persiapan Media Tanam .....	16
3.3.3 Subkultur dan Pembuatan Inokulum Bakteri Endofit .....	18
3.3.4 Inokulasi Bakteri Endofit pada Tanaman.....	20
3.3.5 Perawatan Tanaman dan Pengukuran Tanaman .....	22
3.3.6 Pengambilan Data Parameter Air.....	22
3.3.7 Pemanenan dan Pengambilan Sampel.....	22
3.3.8 Pengujian Logam Berat pada Jaringan Tanaman, Tanah dan Air...	23
3.3.9 Pengujian Fosfat pada Jaringan Tanaman, Tanah dan Air.....	24

3.3.10	Prosedur Analisis Data .....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Kondisi Lingkungan Penelitian .....	25
4.2	Analisis Parameter Pertumbuhan Tanaman dengan Inokulasi Bakteri Endofit.....	25
4.4.1	Tinggi dan Jumlah Pelepah .....	25
4.4.2	Biomassa Tanaman .....	27
4.3	Data Parameter Lingkungan Tanaman dengan Inokulasi Bakteri Endofit 28	
4.3.1	Hasil Uji pH Sampel Air.....	28
4.3.2	Hasil Uji Nilai EC ( <i>Electrical Conductivity</i> ) pada Air .....	29
4.3.3	Hasil Data Suhu (°C) Iklim Mikro.....	30
4.3.4	Hasil Data Kelembaban (%) Iklim Mikro.....	30
4.4	Hasil Analisis Kandungan Fosfat pada Tanah, Air, Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman .....	31
4.4.1	Hasil Pengujian Fosfat pada Tanah.....	31
4.4.2	Hasil Pengujian Fosfat pada Air .....	32
4.4.3	Hasil Pengujian Fosfat pada Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman.....	33
4.5	Hasil Analisis Kandungan Logam pada Tanah, Air, Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman .....	34
4.5.1	Hasil Analisis Logam Fe (Besi).....	34
4.5.2	Hasil Analisis Logam Mn (Mangan).....	36
4.5.3	Hasil Analisis Logam Zn (Seng).....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		xviii
LAMPIRAN.....		xxii
RIWAYAT HIDUP.....		xxxiii

## DAFTAR TABEL

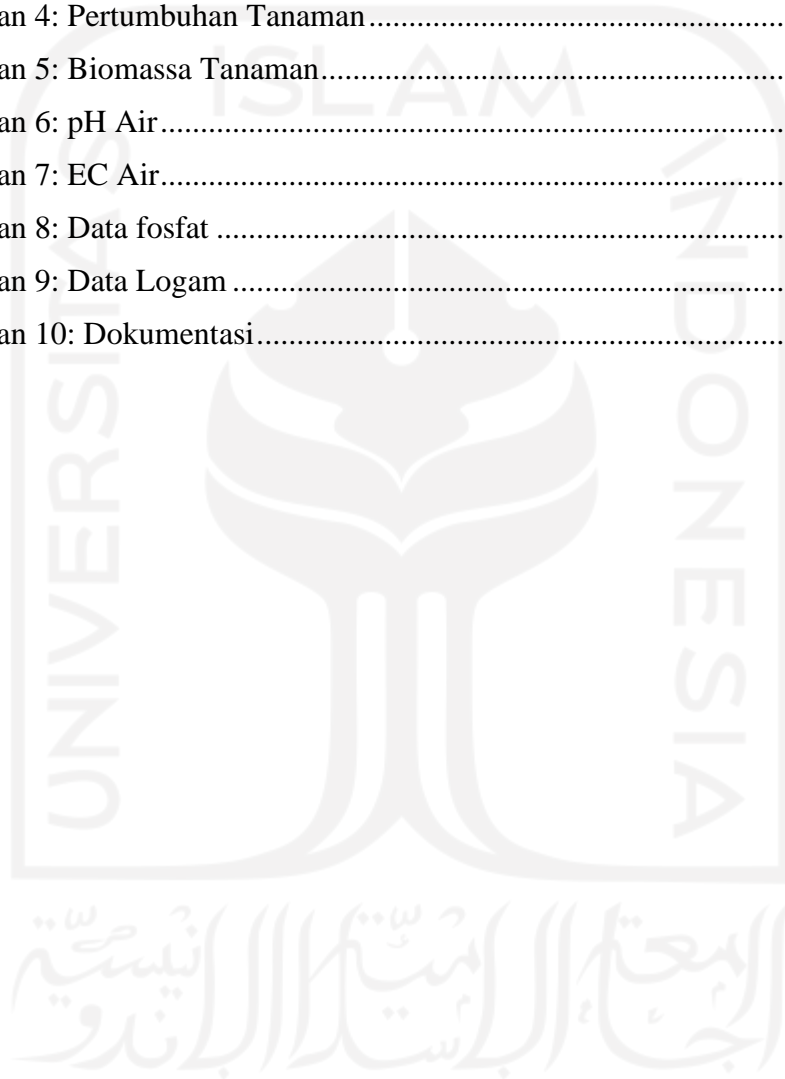
Tabel 3.1 Perhitungan Populasi Bakteri Endofit Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Metode TPC.....	21
Tabel 4.1 Konsentrasi Fosfat pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	32
Tabel 4.2 Konsentrasi Fosfat pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	33
Tabel 4.3 Konsentrasi Fosfat pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	33
Tabel 4.4 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	34
Tabel 4.5 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	35
Tabel 4.6 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	36
Tabel 4.7 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	36
Tabel 4.8 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	37
Tabel 4.9 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	38
Tabel 4.10 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	39
Tabel 4.11 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit.....	40
Tabel 4.12 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman <i>Typha latifolia</i> .....	6
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian .....	14
Gambar 3.2 Proses Aklimatisasi Tanaman .....	16
Gambar 3.3 Desain Tampak Samping Kontainer Wetland Endofit.....	17
Gambar 3.4 Desain Tampak Atas Kontainer Wetland Endofit.....	17
Gambar 3.5 Desain Tampak Samping Kontainer Kontrol Endofit.....	18
Gambar 3.6 Desain Tampak Atas Kontainer Kontrol Endofit.....	18
Gambar 3.7 Tahapan Sub-Kultur Bakteri Endofit .....	19
Gambar 3.8 Tahapan Pembuatan Inokulum Bakteri Endofit.....	20
Gambar 3.9 Tahapan Inokulasi Bakteri Endofit .....	20
Gambar 4.1 Grafik Rerata Tinggi Tanaman <i>Typha latifolia</i> dengan Penambahan Bakteri Endofit.....	26
Gambar 4.2 Grafik Rerata Jumlah Pelepah Tanaman <i>Typha latifolia</i> dengan Penambahan Bakteri Endofit.....	27
Gambar 4.4 Grafik Biomassa Tanaman <i>Typha latifolia</i> dengan Penambahan Bakteri Endofit.....	27
Gambar 4.5 Grafik pH Air pada Bak Kontrol dan Wetland dengan Penambahan Bakteri Endofit.....	28
Gambar 4.6 Grafik EC Air pada Bak Kontrol dan Wetland dengan Penambahan Bakteri Endofit.....	29
Gambar 4.7 Grafik Data Suhu (°C) di <i>Greenhouse</i> .....	30
Gambar 4.8 Grafik Data Humidity (%) di <i>Greenhouse</i> .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Preparasi Sampel Logam Berat .....	xxii
Lampiran 2: Preparasi Sampel Fosfat .....	xxiii
Lampiran 3: Suhu dan Kelembaban Lingkungan.....	xxiv
Lampiran 4: Pertumbuhan Tanaman.....	xxiv
Lampiran 5: Biomassa Tanaman.....	xxv
Lampiran 6: pH Air.....	xxvi
Lampiran 7: EC Air.....	xxvii
Lampiran 8: Data fosfat .....	xxvii
Lampiran 9: Data Logam .....	xxviii
Lampiran 10: Dokumentasi.....	xxxii



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Lahan gambut yaitu lahan yang mengandung banyak bahan organik berasal dari tumbuhan yang belum atau sudah mati kemudian terdekomposisi di dalam tanah. Banyak manfaat yang diberikan oleh lahan gambut terhadap keberlangsungan ekosistem. Badan Restorasi Gambut RI menyebutkan bahwa Indonesia sendiri menyumbang 47% dari luas lahan gambut tropis dunia, hal ini menjadikan Indonesia sebagai Negara pemilik gambut terbesar di kawasan Asia. Lahan gambut dinilai sebagai lahan yang sangat rentan terhadap perubahan karakteristik tanahnya yang merugikan. Oleh karena itu perlu pengelolaan yang khusus dalam melakukan perbaikan terhadap lahan gambut yang mengalami penurunan produktivitas (Masganti *et al*, 2014).

Lahan gambut tergenang memiliki karakteristik fisika dan kimia yang cukup berbeda dengan lahan tanah biasa. Karakteristik fisika lahan gambut tergenang di antaranya sifat gambut yang dapat menjadi anti air, dapat mengalami kering tak balik (irreversible drying), dan dapat terjadinya penurunan muka tanah. Sedangkan karakteristik kimia tanah gambut yaitu pH tanah yang rendah (pH 2-3), kadar Al, Mn, Fe, asam-asam organik yang tinggi (Noor M *et al*, 2014). Air gambut yang terdapat pada lahan gambut tergenang mengandung kadar logam berat yang tinggi, nilai BOD, COD, TDS dan TSS yang tinggi, serta nilai pH yang rendah (Naswir *et al*, 2014).

Kerusakan ekosistem gambut diakibatkan oleh pengelolaan lahan yang salah dengan pemilihan komoditas bisnis yang tidak sesuai dengan karakteristik lahan gambut. Dan semakin diperparah dengan pengurusan air gambut mengakibatkan kekeringan (kering tak balik) dan hal ini juga yang menjadi pemicu kebakaran (Marlina, 2017). Tanah gambut di Indonesia mempunyai pH yang cukup asam berkisar antara 2,8 - 4,5 ketersediaan unsur-unsur makro N, P, K, serta jumlah unsur mikro pada umumnya juga rendah (Nurhayati, 2014). Pada lahan gambut yang memiliki tingkat kebakaran tinggi memiliki kandungan bahan organik yang rendah sehingga mengakibatkan pH tanah menjadi masam, akibatnya unsur hara mikro pada tanah gambut tersebut juga meningkat (Prawiradijaya dan Kurniawan, 2021).



Pada lahan gambut yang tergenang akan mengakibatkan proses dekomposisi menjadi rendah karena adanya genangan air, lahan gambut tergenang yang terbuka juga akan mengakibatkan terjadinya degradasi lahan, hal ini bisa disebabkan oleh pembuatan drainase yang dalam sehingga menyebabkan lahan gambut tergenang kehilangan air dan menjadi kering. Lahan gambut yang kering akan memicu terjadinya kebakaran hutan (Daryono, 2009).

Untuk memulihkan lahan gambut terbakar yang tergenang maka dilakukan restorasi lahan gambut dengan memanfaatkan tanaman. Pemilihan jenis tanaman yang tepat disesuaikan dengan kondisi lokasi yang akan direhabilitasi. Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan pada kondisi lahan gambut tergenang adalah *Typha latifolia*, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sulthoni (2014) tanaman tersebut mampu mereduksi kandungan logam yang terdapat pada media tanamnya.

Selain itu, penggunaan mikroba dalam membantu pemulihan lahan gambut terbakar yang tergenang juga dapat dilakukan. Salah satunya dengan penggunaan bakteri endofit, dimana bakteri endofit dapat menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*), hormon ini akan mempengaruhi pertumbuhan sel tanaman, mempengaruhi pertumbuhan akar, serta akan menghambat pertumbuhan (Iswanti *et al.*, 2018)

## **1.2 Perumusan Masalah**

Masalah yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi inokulasi bakteri endofit pada *Typha latifolia* dalam mereduksi logam berat pada restorasi lahan gambut bekas terbakar yang tergenang?
2. Bagaimana potensi inokulasi bakteri endofit pada *Typha latifolia* dalam penyerapan kadar fosfat pada restorasi lahan gambut bekas terbakar yang tergenang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisa potensi inokulasi bakteri endofit pada *Typha latifolia* dalam mereduksi logam berat pada restorasi lahan gambut bekas terbakar yang tergenang.

2. Investigasi potensi inokulasi bakteri endofit pada *Typha latifolia* dalam menurunkan kadar fosfat pada air dan tanah restorasi lahan gambut bekas terbakar yang tergenang.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Bagi Perguruan Tinggi

Hasil penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran, khususnya mengenai pengetahuan tentang serapan logam berat pada kawasan gambut sebagai sarana dalam menghasilkan sarjana teknik yang handal dan memiliki pengetahuan mendalam tentang restorasi gambut.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai referensi bahan penelitian mengenai restorasi tanah gambut dan bahan kajian penentuan hipotesis lainnya yang berhubungan.

3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan dan bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan restorasi tanah gambut.

#### **4. Ruang Lingkup**

1. Media tanam tanah gambut yang berasal dari Palangkaraya, Kalimantan Tengah.
2. Isolasi bakteri endofit dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Pengujian logam berat dan fosfat pada jaringan tanaman, air maupun tanah gambut setelah dilakukan inokulasi bakteri endofit.
4. Penelitian, pengamatan dan pelaksanaan dilakukan dalam skala rumah kaca.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karakteristik Lahan Gambut**

Menurut Pasal 1 ayat 1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (PERMENLHK RI) No. P.14/ Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2017 tentang Tata Cara Inventarisasi dan Penetapan Fungsi Ekosistem Gambut, menyebut bahwa Gambut adalah material organik yang terbentuk secara alami dari sisa-sisa tumbuhan yang terdekomposisi tidak sempurna dengan ketebalan 50 (lima puluh) centimeter atau lebih dan terakumulasi pada rawa yang tergenang.

Lahan gambut dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangan, kedalaman, kesuburan dan posisi pembentukannya. Tingkat kesuburan gambut ditentukan oleh kandungan bahan mineral dan basa-basa, bahan substratum / dasar gambut dan ketebalan lapisan gambut (Agus, 2008). Karakteristik fisik tanah gambut yaitu kadar air berkisar 100-1.300% dari berat keringnya atau 13 kali dari bobot tanah gambut tersebut sehingga menyebabkan *BD.bulk density* (berat isi) menjadi rendah. *BD* akan mempengaruhi tingkat kematangan dan kandungan bahan mineral, apabila semakin matang dan semakin tinggi kandungan bahan mineral maka *BD* akan semakin besar dan tanah gambut semakin stabil (tidak mudah mengalami kerusakan) (Ratmini, 2012).

Gambut tergenang permukaan (topogen) terbentuk dari pengaruh pasang surut air dan biasanya gambut tergenang akan memperoleh unsur hara akibat masuknya nutrisi dan dari sedimentasi mineral selama masa luapan air tadi sehingga mengakibatkan tanah gambut jenis ini lebih subur dan memiliki pH rendah sedangkan gambut tergenang atas permukaan atau biasa disebut ombrogen terbentuk dari gambut dangkal dan mengalami kenaikan membentuk sebuah kubah, sehingga tanah gambut ini berada di atas permukaan air tanah. Tanah gambut jenis ini mendapat nutrisi unsur hara hanya dari air hujan, sehingga kesuburan dan pH nya sangat rendah (Krisnohadi, 2011). Lahan gambut yang kering disebabkan oleh sifat kering tak balik, porositasnya yang tinggi, serta kandungan bahan organiknya

yang tinggi juga. Tanah gambut yang kering sangat mudah melepaskan gas CO<sub>2</sub> (Noor, 2014).

Sifat fisik lahan gambut yaitu kadar air tanah gambut, kematangan tanah gambut, berat isi (bulk density), terjadinya penurunan permukaan tanah (subsidence), daya tahan terhadap beban (bearing capacity), dan adanya sifat kering tak balik (*irreversible drying*) (Suswati, 2011). Sedangkan karakteristik kimia tanah gambut yaitu pH tanah yang rendah (pH 2-3), kadar Al, Mn, Fe, asam-asam organik yang tinggi (Noor, 2014). Air gambut yang terdapat pada lahan gambut tergenang mengandung kadar logam berat yang tinggi, nilai BOD, COD, TDS dan TSS yang tinggi, serta nilai pH yang rendah (Naswir, 2014).

Di Indonesia lahan gambut banyak ditemukan di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Setiap tahunnya hampir di semua wilayah Sumatera dan Kalimantan mengalami kebakaran hutan dan lahan. Apabila biomassa tanaman hutan gambut terbakar maka tidak hanya biomassa tanaman saja yang akan terbakar, tetapi juga lapisan gambut bagian atas yang berada dalam keadaan kering. Lapisan gambut ini akan rentan kebakaran apabila muka air tanah lebih dalam dari 30 cm (Widyati, 2011).

Agar lahan gambut yang rusak cepat kembali pulih, maka dilakukan restorasi gambut pada satu kesatuan hidrologis gambut dan untuk perlindungan dan pengaturan tata air alaminya. Restorasi lahan gambut dilaksanakan dengan pendekatan pembasahan kembali (*rewetting*) dilakukan dengan penyekatan kanal untuk meminimalkan turunnya muka air tanah, revegetasi (*revegetation*) yaitu penanaman kembali tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan gambut tersebut, dan revitalisasi ekonomi lokal (*revitalization of local economy*) yaitu komoditas yang bernilai ekonomi yang ramah gambut basah (Gunawan dan Afriyanti, 2019).

## **2.2 Tanaman Ekor Kucing (*Typha latifolia*)**

Pada penelitian ini tanaman yang digunakan adalah *Typha latifolia*. *Typha latifolia* dikenal juga dengan nama ekor kucing merupakan tanaman yang hidup di daerah yang tergenang seperti rawa, memiliki akar berbentuk serabut yang akan memperkuat batang. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman hiperakumulator

yang dapat hidup pada kondisi yang tercemar logam berat, serta dapat menyerap dan mengakumulasi pada bagian akar maupun daun. Tanaman ini mampu hidup pada kondisi tanah yang memiliki tingkat keasaman (pH) 4-10, dan juga mampu hidup pada suhu 10-30 °C (Disyamto, 2014). Tanaman ini yang berasal dari suku Typhaceae dan bangsa Typhales, ciri-ciri tanaman ini yaitu tumbuh membentuk koloni, memiliki amilum, memiliki rizoma, daunnya membentuk dua garis (Irhanni, 2018). Bunga ekor kucing berwarna coklat dan berbentuk seperti sosis, bunga ini terdapat pada bagian ujung atas batang tanaman.

*Typha latifolia* memiliki akar yang panjang dan kuat. Pada limbah tambang batubara tanaman ini digunakan untuk mereduksi logam berat Fe dan Mn dengan menyerap logam tersebut melalui akar (Sulthoni *et al*, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitra *et al* (2013) tanaman *Typha latifolia* dapat digunakan untuk proses remediasi tanah yang tercemar akibat dari aktivitas lumpur lapindo, pada tanah tersebut terkandung logam berat Cd (kadmium).



Sumber :Data Primer, 2021

Gambar 2.1 Tanaman *Typha latifolia*

### 2.3 Bioremediasi Oleh Bakteri Endofit

Bakteri endofit adalah bakteri yang terdapat pada tanaman inang tanpa menyebabkan dampak yang merugikan bagi tanaman. Bakteri endofit dapat masuk

ke dalam jaringan tanaman umumnya melalui akar, namun bagian tanaman yang terpapar udara langsung seperti bunga, batang, daun (melalui stomata) dan kotiledon (Purwanto, 2014). Bakteri endofit yang terdapat dalam jaringan tanaman dapat bersifat obligat atau fakultatif dalam mengkolonisasi inangnya dan pada satu tanaman inang umumnya terdiri dari beberapa genus dan spesies (Irdawati, 2017).

Mekanisme bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memobilisasi serapan hara, toleran terhadap stress pertumbuhan tanaman, regulasi fitohormon, dan ketahanan terhadap penyakit tanaman (Compant *et al*, 2010). Dalam membantu pertumbuhan tanaman, bakteri endofit dapat menghasilkan fitohormon berupa IAA (Indole Acetic Acid) yang berperan untuk memacu pertumbuhan pada tanaman dan biasanya ditemukan pada jaringan meristem. Kemampuan dan keberhasilan bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, memacu rendemen tumbuhan serta mengontrol serangan penyakit tumbuhan disebabkan oleh 2 faktor yaitu kemampuan bakteri endofit mengkolonisasi sistem perakaran dengan baik dan memacu pertumbuhan akar (Susilowati *et al*, 2010).

Bakteri endofit yang tahan logam berat dapat menurunkan logam fitotoksisitas dan mempengaruhi translokasi dan akumulasi logam pada tumbuhan. Endofit yang tahan terhadap logam termasuk dalam berbagai taksa, pada bakteri ini termasuk *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Leifsonia*, *Mikrobakteri*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Xanthomonadaceae*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas*, dan *Sanguibacte*. Logam berat yang dapat direduksi oleh bakteri endofit beberapa diantaranya Zn, Pb, Ni, Cu, dan Cd (Li *et al*, 2012). Pemilihan penggunaan bakteri endofit asli tanah gambut pada penelitian ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, pada penelitian tersebut terbukti jika bakteri endofit dapat membantu tanaman dalam mereduksi logam berat dan menaikkan pH pada tanah gambut terbakar.

Bakteri yang terdapat pada lahan gambut akan melakukan proses dekomposisi terhadap bahan-bahan organik yang ada. Bakteri yang sudah beradaptasi pada lahan gambut yang tercemar dan mengandung logam berat dapat bertahan hidup pada

kondisi toksik tersebut, dan bakteri tersebut akan melakukan proses bioakumulasi sehingga kadar toksisitas pada lahan tersebut akan berkurang.

#### 2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini digunakan sebagai acuan dan penunjang dalam melakukan penelitian. Berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan dengan restorasi lahan gambut dan penyerapan logam berat pada tanaman *Typha latifolia*.

No	Penulis	Judul	Hasil
1.	Sulthoni <i>et al</i> , 2014	Kemampuan Tanaman Ekor Kucing ( <i>Typha latifolia</i> ) dan Purun Tikus ( <i>Eleocharis dulcis</i> ) dalam Penurunan Konsentrasi Fe dan Mn dari Air Limbah Pit Barat Pt Pamapersada Nusantara Distrik Kcmb Kabupaten Banjar	Penelitian ini menyebutkan bahwa konsentrasi Fe pada organ tanaman <i>Typha latifolia</i> (ekor kucing) dan purun tikus dapat menyerap menyerap logam Fe dan melokalisasikan Fe tersebut lebih dari 0,1 % pada organ tubuhnya, sehingga tanaman ini berpotensi sebagai tanaman hiperakumulator untuk logam besi karena mampu. Dan pada penelitian terhadap serapan Mn pada kedua tanaman tersebut bahwa akumulasi Mn yang tinggi terdapat pada bagian daun daripada bagian akar.
2.	Nurmalasari, 2020	Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> Mart.) terhadap Krom secara <i>In-Vitro</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok dapat hidup pada daerah yang memiliki kandungan logam berat cukup tinggi, jenis bakteri endofit yang terdapat pada

No	Penulis	Judul	Hasil
			tanaman eceng gondok yaitu spesies yang berasal dari genus <i>Pseudomonas</i> . Bakteri endofit eceng gondok resisten terhadap logam berat krom hingga konsentrasi 750 mg/L. Apabila konsentrasi logam berat krom semakin tinggi maka resistensi bakteri endofit tersebut akan semakin rendah.
3.	Arifuddin, 2021	Uji Resistensi Bakteri Endofit Bambu terhadap Logam Merkuri dan Identifikasi Secara Molekuler dengan Analisis Gen 16S rRNA	Dalam penelitiannya isolat bakteri endofit yang digunakan berasal dari akar beberapa jenis bambu asal Tana Toraja, yaitu bambu blit, bambu hitam dan bambu batik. Setelah dianalisis semua isolat bakteri tersebut resisten terhadap logam merkuri (Hg) sehingga dapat digunakan sebagai bioremediasi pada daerah yang tercemar logam tersebut. Isolat bakteri tersebut dapat hidup pada media yang mengandung HgCl <sub>2</sub> dengan konsentrasi 10-50 ppm.
4.	Prawiradijaya dan Kurniawan, 2021	Intensitas Kebakaran Lahan Gambut Berdampak Pada Kemasaman Tanah Di	Lahan gambut yang memiliki intensitas kebakaran tinggi mengakibatkan pH tanahnya semakin masam, sehingga



No	Penulis	Judul	Hasil
		Kebun Kelapa Sawit, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan	kandungan unsur mikro yang ada di tanah juga meningkat. Pemberian pupuk, pemupukan dengan pelepah kelapa sawit dan juga kapur dapat mempengaruhi kandungan Fe dan Mn, namun pada kandungan Al dan pH tanah tidak berpengaruh nyata.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan selama 90 hari, meliputi persiapan vegetasi tanaman, mempersiapkan media tanam dan analisis sampel setelah tanaman dilakukan pemanenan. Kegiatan persiapan vegetasi, media tanam dan perawatan tanaman dilakukan di rumah kaca yang berlokasi di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dengan titik koordinat 7°41'40.7"S 110°25'38.3"E. dan untuk analisis sampel seperti pengujian logam berat dan fosfat dalam jaringan tanaman, tanah dan genangan air dalam wetland, dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Sampel tanah yang digunakan berupa tanah hutan gambut bekas terbakar yang diambil pada 21 Juli 2019 di KHDTK Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah. Adapun, penelitian pertumbuhan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

#### **3.2 Metode Penelitian**

##### **3.2.1 Alat**

1. **ORP Meter**, untuk mengukur EC dan pH pada air.
2. **Elitech GSP-6**, digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban udara atmosfer pada lokasi penelitian.
3. **Kontainer 1000 Liter**, digunakan sebagai wadah penelitian dengan menggunakan tanaman *Typha latifolia*.
4. **Kontainer 50 Liter**, digunakan sebagai wadah kontrol yang berisi tanah gambut dan digenangi air.
5. **Gunting**, untuk memotong bagian akar dan batang tanaman.
6. **Penggaris**, untuk mengukur tinggi tanaman.

7. **Gelas Plastik**, digunakan pada saat pengujian sampel mingguan berupa pH dan EC.
8. **Cawan Petri**, berfungsi untuk wadah perkembang biakan mikroba.
9. **Zipper Bag Plastik**, digunakan untuk menyimpan sampel tanah ketika pemanenan.
10. **Sarung Tangan Latex**, sebagai alat pelindung diri ketika persiapan dan pengujian sampel di laboratorium.
11. **Pipet Tetes**, digunakan untuk menginjeksikan inokulasi mikroba pada media tanam.
12. **Erlenmeyer**, digunakan sebagai wadah ketika preparasi sampel
13. **Beaker Glass**, digunakan sebagai wadah sampel ketika destruksi.
14. **Corong Kaca**, digunakan sebagai alat bantu dalam memindahkan larutan ke dalam wadah yang lebih kecil.
15. **Pipet Ukur**, berfungsi untuk mengambil/memindahkan larutan sesuai dengan volume yang diinginkan.
16. **Tabung Reaksi**, digunakan sebagai wadah untuk mencampur larutan yang akan diuji.
17. **Kaca Arloji**, digunakan untuk menimbang bahan kimia.
18. **Sendok Sungu**, digunakan untuk mengambil dan memindahkan bahan atau sampel ketika menimbang.
19. **Labu Ukur**, berfungsi ketika menghomogenkan suatu sampel dalam bentuk larutan.
20. **Hotplate**, digunakan ketika memanaskan sampel pada proses destruksi.
21. **Shaker**, digunakan untuk menghomogenkan larutan sampel.
22. **Botol Vial**, untuk menyimpan sampel yang siap untuk di uji dengan alat AAS.
23. **Oven**, berfungsi untuk mengeringkan tanaman setelah di panen.
24. **Ayakan 50 mesh**, digunakan untuk menyaring tanah agar di dapat tanah yang halus.

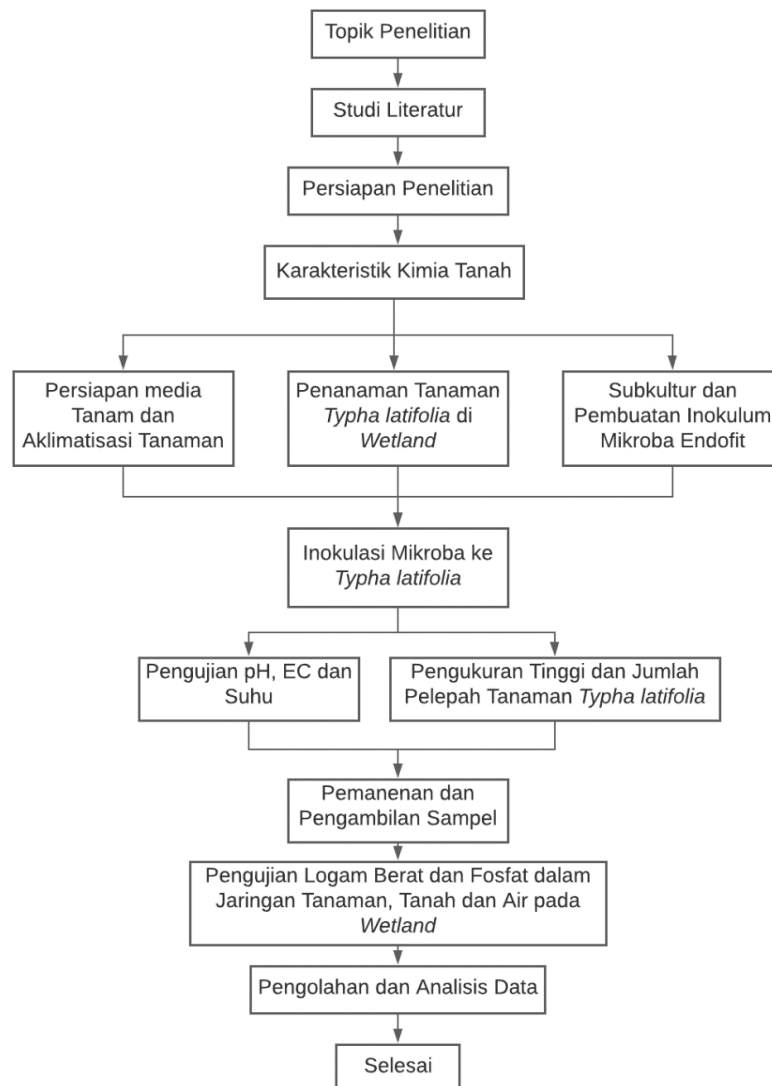
25. **Blender**, digunakan untuk menghaluskan tanaman agar mudah di destruksi.
26. **Amplop Coklat**, digunakan untuk menyimpan sampel batang dan akar ketika panen.
27. **Kertas Padi**, berfungsi untuk membungkus cawan petri yang telah berisi mikroba agar tertutup dan dalam keadaan gelap.
28. **Lemari Asam**, digunakan ketika mencampurkan sampel dengan larutan kimia tertentu agar tidak menyebar ke seluruh ruangan.
29. **UV-VIS Spectrophotometer Orion Aqua Mate 800**, digunakan untuk uji kadar Fosfat pada tanah, air, dan jaringan tanaman.
30. **AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)**, digunakan untuk menganalisis kandungan logam berat pada sampel.

### 3.2.2 Bahan

1. **Bibit *Typha latifolia***, digunakan sebagai tanaman uji dalam penelitian.
2. **Tanah Gambut Terbakar**, digunakan sebagai media tanam dan media yang diujikan dalam remediasi lahan gambut.
3. **PDA (*Potato Dextrose Agar*)**, digunakan sebagai media padat untuk menumbuhkan bakteri endofit.
4. **NA (*Natrium Agar*)**, digunakan sebagai media padat untuk menumbuhkan bakteri endofit.
5. **Nutrient Broth**, digunakan sebagai media cair untuk menumbuhkan bakteri.
6. **HNO<sub>3</sub>**, digunakan untuk melarutkan sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
7. **HClO<sub>4</sub>**, digunakan untuk melarutkan sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
8. **Aquades**, digunakan untuk melarutkan bahan-bahan kimia.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan secara umum dibuat dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

#### 3.3.1 Aklimatisasi Tanaman

Tanaman *Typha latifolia* terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi sebelum digunakan dalam penelitian. Aklimatisasi dilakukan dengan cara menambahkan tanah humus dan pupuk ke dalam wadah dengan kondisi tanah yang digenangi air. Wadah yang digunakan untuk aklimatisasi memiliki ukuran dengan diameter 45 cm dan tinggi 28 cm, tanah yang digunakan dalam

wadah sebanyak 4 kg dengan tinggi tanah dari dasar permukaan wadah adalah 10 cm setelah itu tanah digenangi air, hal ini dilakukan agar tanaman bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru, menghilangkan kandungan lain dalam tanaman agar mengurangi kesalahan dalam penelitian ini. Dilakukan pengamatan serta penyiraman yang dilakukan per dua hari sekali.

Pupuk yang digunakan yaitu pupuk cair *Biogreen*, pupuk cair *Grow Toop B-1*, dan pupuk cair *Grow Toop – D*. Pupuk cair *Biogreen* digunakan untuk mengurangi tingkat stress dan membantu tumbuh kembang tanaman. Pupuk cair *Grow Toop B-1* mempercepat pertumbuhan pada akar tanaman. Pupuk cair *Grow Toop – D* mempercepat pertumbuhan pada daun tanaman.

Penggunaan pupuk cair *Grow Toop B-1* dan *Grow Toop – D* masing-masing dilakukan dengan perbandingan setengah sendok teh pupuk cair untuk 500 ml air. Cara pemberian pupuk cair *Grow Toop B-1* yang telah dilarutkan yaitu dengan melakukan penyemprotan pada batang tanaman yang dekat dengan akar, dan untuk untuk pupuk cair *Grow Toop – D* yang telah dilarutkan yaitu dengan melakukan penyemprotan pada daun tanaman. Sedangkan untuk pupuk cair *Biogreen* dilakukan dengan perbandingan  $\frac{3}{4}$  sendok makan pupuk cair untuk 1 L air. Cara pemberian pupuk *biogreen* yaitu dengan menambahkan 400 ml pupuk yang telah dilarutkan pada setiap wadah aklimatisasi. Pemberian pupuk cair dilakukan per tujuh hari dan proses aklimatisasi dilakukan selama 30 hari. Selesai nya proses aklimatisasi tanaman juga ditandai dengan munculnya tunas baru dan akar yang mengalami pertumbuhan panjang walau tidak signifikan.



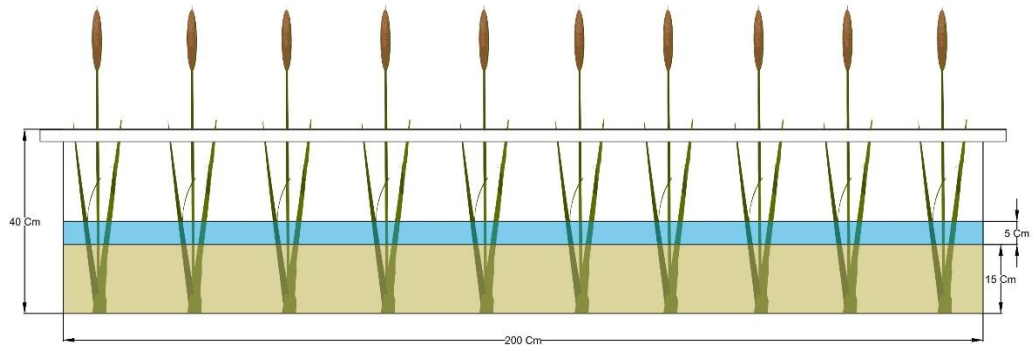
Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 3.2 Proses Aklimatisasi Tanaman

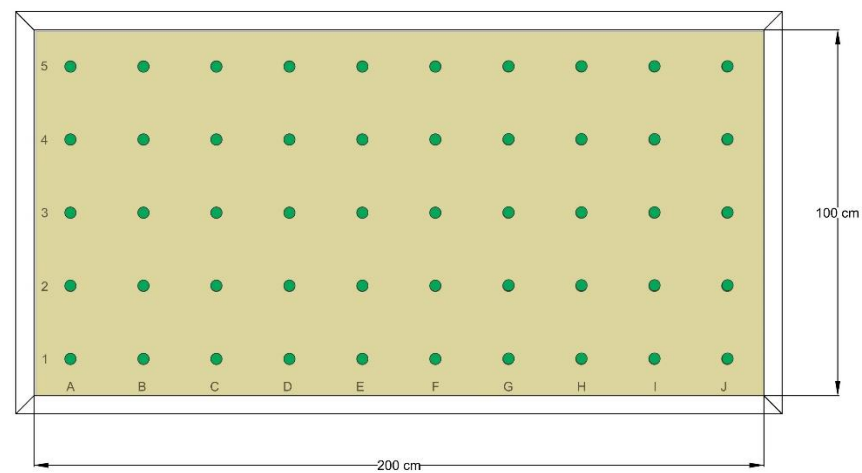
### 3.3.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah gambut terbakar yang diambil dari KHDTK Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah. Kemudian tanah gambut tersebut dimasukkan dalam wadah berupa kontainer yang digunakan sebagai *Wetland* dengan sistem *passive treatment*. Terdapat dua ukuran kontainer yang digunakan, yaitu kontainer 1000 liter dan kontainer 50 liter.

Kontainer 1000 liter ini memiliki dimensi 200 cm x 100 cm x 40 cm. Total tanaman yang digunakan untuk *wetland* adalah 50 tanaman dengan ketinggian 40 cm. Ketinggian tanah gambut dari dasar kontainer yaitu 15 cm, total berat tanah gambut yang digunakan pada satu kontainer untuk mencapai tinggi tanah tersebut adalah 165 kg, setelah itu tanah yang terdapat di dalam kontainer ditambahkan 75 liter air untuk melembabkan tanah tersebut. Kemudian tanah digenangi dengan air sebanyak 62,5 liter untuk mendapatkan ketinggian air 5 cm dari atas permukaan tanah. Sehingga perbandingan antara volume tanah:air adalah 2:1.



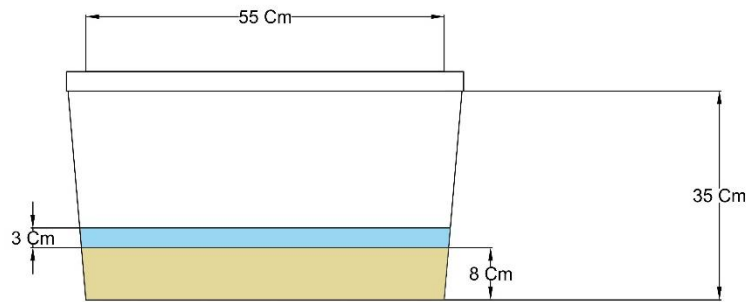
Gambar 3.3 Desain Tampak Samping Kontainer Wetland Endofit



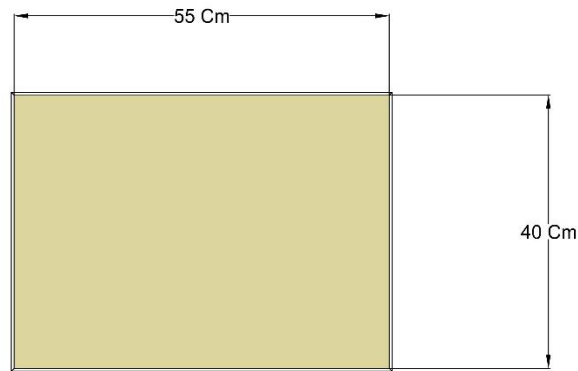
Gambar 3.4 Desain Tampak Atas Kontainer Wetland Endofit

Kontainer kedua digunakan sebagai wadah kontrol yang berisi tanah gambut, air, dan diberi perlakuan bakteri endofit memiliki dimensi 55 cm x 40 cm x 35 cm. Pada kontainer ini berisi tanah gambut sebanyak 6 kg sehingga tinggi tanah 8 cm, kemudian tanah diberi 2 liter air untuk melembabkan tanah. Selanjutnya tanah diberi 7 liter air agar tanah tersebut tergenang, sehingga tinggi air dari permukaan tanah adalah 3 cm.





Gambar 3.5 Desain Tampak Samping Kontainer Kontrol Endofit



Gambar 3.6 Desain Tampak Atas Kontainer Kontrol Endofit

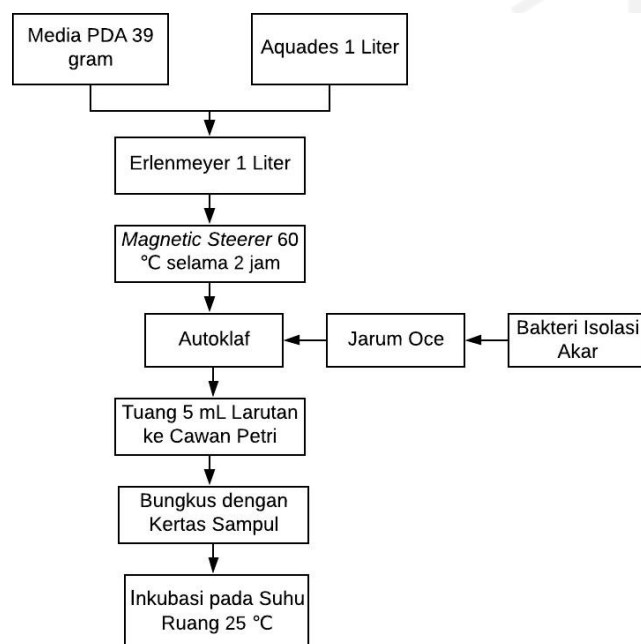
Pada penelitian ini menggunakan sistem passive treatment yaitu pada pengolahan menggunakan pasif tidak lagi adanya penambahan bahan kimia. Pengolahan secara pasif lebih mengutamakan pada terjadinya proses biogeokimiawi yang dimana berlangsungnya secara terus menerus dengan alami dalam peningkatan pH serta terjadinya pengikatan pada logam-logam berat. Pada metode ini, tanaman dipelihara tanpa penambahan pupuk maupun bahan kimia, pemeliharaan tanaman ini dilakukan selama 1 bulan.

### 3.3.3 Subkultur dan Pembuatan Inokulum Bakteri Endofit

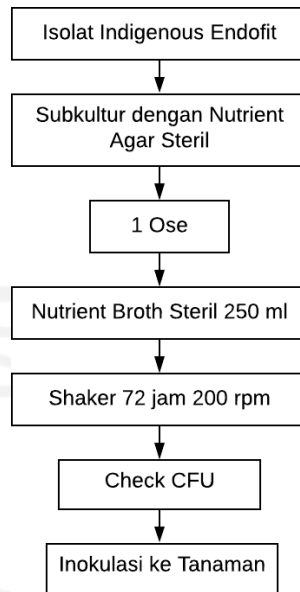
Bakteri endofit yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari akar tanaman *Combretocarpus sp.* (tumih) yaitu salah satu tanaman yang hidup pada lahan gambut asli. Isolasi bakteri endofit dari tanaman tumih sudah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, sehingga pada penelitian kali ini dilakukan sub-kultur dengan tujuan untuk memperbanyak cadangan biakan

mikroba yang ada. Adapun seluruh kegiatan isolasi dan sub-kultur dilakukan di dalam *Laminar Airflow* guna mencegah masuknya kontaminan pada media tempat tumbuhnya bakteri.

Selanjutnya inokulum disiapkan dengan menggunakan nutrient agar steril dan nutrient broth steril. Kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *shaker* 200 rpm selama 72 jam, dan dihitung dengan CFU (Colony Forming Unit).



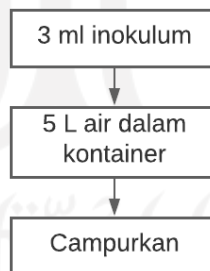
Gambar 3.7 Tahapan Sub-Kultur Bakteri Endofit



Gambar 3.8 Tahapan Pembuatan Inokulum Bakteri Endofit

### 3.3.4 Inokulasi Bakteri Endofit pada Tanaman

Jika pembuatan inokulum sudah selesai, maka bakteri siap untuk diinokulasikan ke tanaman dengan cara 3 ml inokulum diinokulasikan pada 5 liter air atau media tumbuh dalam kontainer.



Gambar 3.9 Tahapan Inokulasi Bakteri Endofit

Sebelum dan sesudah bakteri diinokulasikan pada media tanam, dilakukan perhitungan jumlah koloni mikroba yang terdapat pada kultur murni. Pada gambar 3.4 telah dijelaskan tahapan pembuatan inokulum bakteri, kemudian pada 1 ml inokulum dilakukan pengenceran sebanyak 3 kali yaitu  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , dan  $10^{-5}$ . Cara perhitungan menggunakan uji TPC (*Total Plate*

Count) dengan metode *Pour Plate*, yaitu mengambil sebanyak 1 ml inokulum yang telah diencerkan kemudian dituang ke dalam cawan petri steril. Setelah itu dimasukkan media NA (*Nutrient Agar*) dan PDA (*Potato Dextrose Agar*) ±10 ml pada tiap cawan petri steril yang sudah terisi inokulum. Ratakan media dengan cara menggoyangkan cawan petri dan diinkubasi selama 24-48 jam. Jumlah koloni pada media dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Koloni per ml} = \frac{\sum \text{Koloni per cawan} \times \text{faktor pengenceran}}{1 \text{ ml}} \text{ cfu}$$

Tabel 3.1 Perhitungan Populasi Bakteri Endofit Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Metode TPC

Hari/Tanggal	Isolat	Jumlah Koloni	Pengenceran	Perhitungan TPC (Cfu/ml)
Sabtu, 22 Mei 2021	Endofit.A	-	-	-
	Endofit.B	-	-	-
	Endofit.A	-	-	-
	Endofit.B	-	-	-
	Endofit.A	48	10 <sup>-5</sup>	4650000
	Endofit.B	45	10 <sup>-5</sup>	

Hari/Tanggal	Isolat	Jumlah Koloni	Pengenceran	Perhitungan TPC (Cfu/ml)
Minggu, 18 Juli 2021	NA E1	110	10 <sup>-2</sup>	59000
	NA E1	107	10 <sup>-3</sup>	
	NA E2	215	10 <sup>-2</sup>	26250
	NA E2	31	10 <sup>-3</sup>	
	PDA E1	33	10 <sup>-2</sup>	3300
	PDA E2	44	10 <sup>-2</sup>	4400

Inokulasi dilakukan dengan cara menginjeksikan 3 ml inokulum untuk 5 L air masing-masing pada bak kontrol dan bak kontainer yang berisi tanaman. Jadi pada bak kontainer yang berisi tanaman diinjeksikan sebanyak 84 ml inokulum, dan pada bak kontrol diinjeksikan 4 ml inokulum.

### **3.3.5 Perawatan Tanaman dan Pengukuran Tanaman**

Perawatan tanaman dilakukan dengan cara melakukan penyiraman terhadap tanaman setiap 2 hari sekali pada waktu sore. Dan setiap minggunya juga dilakukan pengecekan tinggi air pada bak kontainer untuk tetap stabil, apabila ketinggian kurang dari 5 cm dari permukaan tanah maka perlu ditambahkan air hingga mencapai 5 cm. Kemudian untuk pengukuran tanaman dilakukan setiap 1 minggu sekali pada waktu pagi hari, pengukuran dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah pelepah dan tinggi air pada bak kontrol dan bak kontainer. Pengukuran pertumbuhan tanaman akan berkaitan dengan kemampuan penyerapan logam berat dan juga kadar fosfat yang terdapat di jaringan tanaman.

### **3.3.6 Pengambilan Data Parameter Air**

Pengambilan data parameter air berupa pH dan EC (*Electrical Conductivity*) pada air genangan di bak kontainer *wetland* dan bak kontrol. Pengujian dilakukan pada minggu ke-3 hingga minggu ke-5 menggunakan alat ORP Meter untuk mengetahui perubahan kondisi air yang terdapat tanaman dan bakteri endofit serta yang hanya diberi bakteri endofit. Pengamatan juga dilakukan terhadap warna air pada masing-masing bak kontainer.

### **3.3.7 Pemanenan dan Pengambilan Sampel**

Proses pemanenan dilakukan setelah 5 minggu pengamatan terhadap tanaman. Tanaman dipisah antara jaringan atas (batang) dan jaringan bawahnya (akar), pemisahan dilakukan dengan cara memotong antara batang dan akar pada bagian leher akar atau  $\pm 1$  cm di atas akar. Setelah dilakukan pemisahan, timbang masing-masing jaringan atas dan jaringan bawah tanaman untuk mendapatkan berat basah, kemudian dimasukkan ke dalam amplop

coklat dan diberi kode masing-masing tanaman. Untuk sampel tanah diambil secukupnya pada tiap titik tanaman dan dimasukkan ke dalam plastik, kemudian tanah dikeringkan dengan cara dijemur dan dianginkan pada udara terbuka. Dan untuk sampel air diambil secukupnya dimasukkan dalam botol plastik dan disimpan dalam lemari pendingin.

Jaringan tanaman yang sudah dimasukkan ke dalam amplop dan telah ditimbang berat basah, selanjutnya dikeringkan untuk mengurangi kadar air pada jaringan dengan di oven pada suhu 70°C selama 72 jam hingga di dapatkan berat konstan tanaman.

### **3.3.8 Pengujian Logam Berat pada Jaringan Tanaman, Tanah dan Air**

Pengujian dilakukan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), adapun logam yang di uji yaitu Fe, Mn dan Zn. Sebelum dilakukan pembacaan logam oleh alat AAS, semua sampel di destruksi terlebih dahulu.

Destruksi yang digunakan adalah destruksi basah, untuk sampel tanah diayak terlebih dahulu dengan ayakan 50 mesh dan diambil sebanyak 1 gram, ditambahkan aquades 50 ml dan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 5 ml. Pada sampel jaringan tanaman terlebih dahulu di blender, timbang sebanyak 0,5 gram, kemudian ditambahkan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 5 ml dan asam perklorat ( $\text{HClO}_4$ ) 0,5 ml. Untuk sampel jaringan tanaman setelah diberi asam kuat didiamkan selama satu malam. Dan untuk sampel air diambil 50 ml, kemudian ditambahkan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Selanjutnya apabila seluruh sampel telah diberi asam kuat, sampel dipanaskan diatas *hotplate* dengan suhu berkisar 100-200 °C hingga terbentuk asap putih. Apabila sampel telah selesai di destruksi, lakukan penyaringan. Sampel dilakukan penyaringan sebanyak dua kali, pertama menggunakan kertas saring whatman no.1 dan penyaringan kedua menggunakan kertas saring whatman no.42, hal ini dilakukan agar tidak ada lagi residu yang tersisa pada sampel. Seluruh pengerjaan destruksi harus dilakukan di dalam ruang asam. Kemudian sampel yang telah disaring dan akan dilakukan pengujian di simpan di dalam botol kaca vial.

### **3.3.9 Pengujian Fosfat pada Jaringan Tanaman, Tanah dan Air**

Pengujian fosfat dilakukan pada sampel tanah, air dan jaringan tanaman. Pertama dilakukan preparasi pada tiap sampel, seluruh tahapan prosesnya sesuai dengan prosedur pada lampiran 2. Pengujian fosfat dengan cara mengukur absorbansi sampel menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis.

### **3.3.10 Prosedur Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil kinerja dari inokulasi bakteri endofit pada tanaman *T.latifolia* dengan kontrol. Kemudian dilakukan analisis reduksi logam dan kandungan fosfat pada tanah, air dan jaringan tanaman dengan membandingkan data pada konsentrasi awal dan akhir dengan pemberian bakteri endofit yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta penambahan standar error untuk mengetahui pengaruh dan kecenderungan antar perlakuan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi Lingkungan Penelitian**

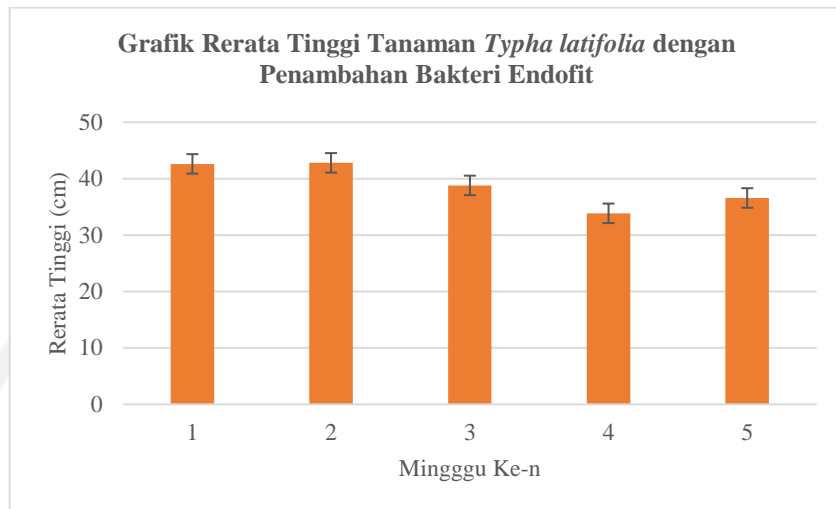
Penelitian ini dilakukan selama 90 hari dilakukan di rumah kaca yang berlokasi di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dengan titik koordinat 7°41'40.7"S 110°25'38.3"E. Proses persiapan media tanam, aklimatisasi tanaman, pengamatan tanaman serta pemanenan dilakukan pada tanggal 20 Maret 2021 hingga tanggal 11 Oktober 2021. Pengamatan dan perawatan terhadap tanaman dilakukan seminggu sekali, hingga akhirnya pemanenan dilakukan setelah 5 minggu pengamatan. Kemudian untuk menganalisis konsentrasi logam dan fosfat pada tanah, air dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia pada tanggal 30 Agustus 2021 hingga tanggal 11 Oktober 2021. Suhu di rumah setiap minggu nya mencapai 33-34 °C.

#### **4.2 Analisis Parameter Pertumbuhan Tanaman dengan Inokulasi Bakteri Endofit**

##### **4.4.1 Tinggi dan Jumlah Pelepah**

Pertumbuhan tinggi tanaman *T.latifolia* pada minggu ke-1 dan minggu ke-2 dengan penambahan bakteri endofit memiliki rerata tinggi 43 cm, mulai mengalami penurunan pada minggu ke-3 setelah perlakuan, minggu ke-4 setelah perlakuan merupakan penurunan yang paling rendah yaitu tinggi rerata tanaman hanya 34 cm, hal ini terlihat pada grafik di Gambar 4.1. Kemudian terjadi kenaikan tinggi rerata tanaman pada minggu ke-5 menjadi 37 cm.

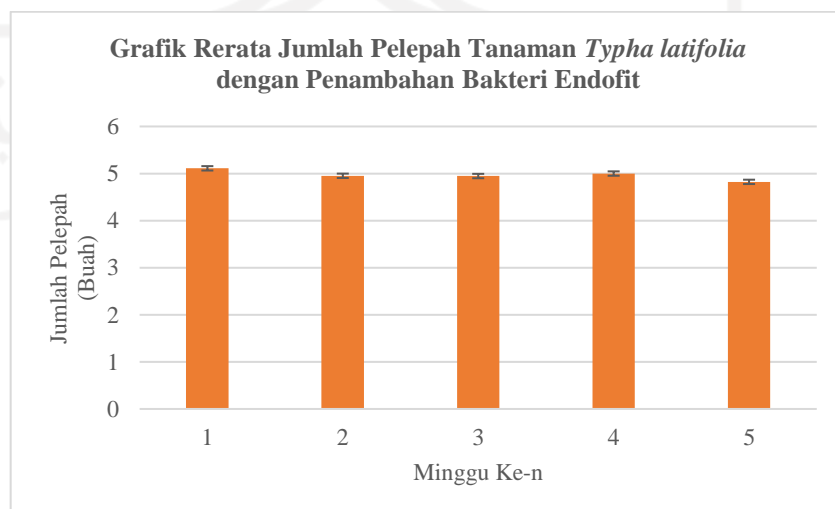




Gambar 4.1 Grafik Rerata Tinggi Tanaman *Typha latifolia* dengan Penambahan Bakteri Endofit

Sejalan dengan terjadinya pertumbuhan tinggi tanaman, pada *T.latifolia* juga mengalami pertumbuhan pelepah (daun). Terlihat pada Gambar 4.2, grafik tersebut memperlihatkan rata-rata jumlah pelepah pada tanaman tiap minggunya adalah 5.

Terjadinya penurunan dan kenaikan tinggi tanaman serta jumlah pelepah pada tanaman disebabkan oleh beberapa tanaman yang mati dan beberapa tanaman mengalami pertumbuhan tunas baru.

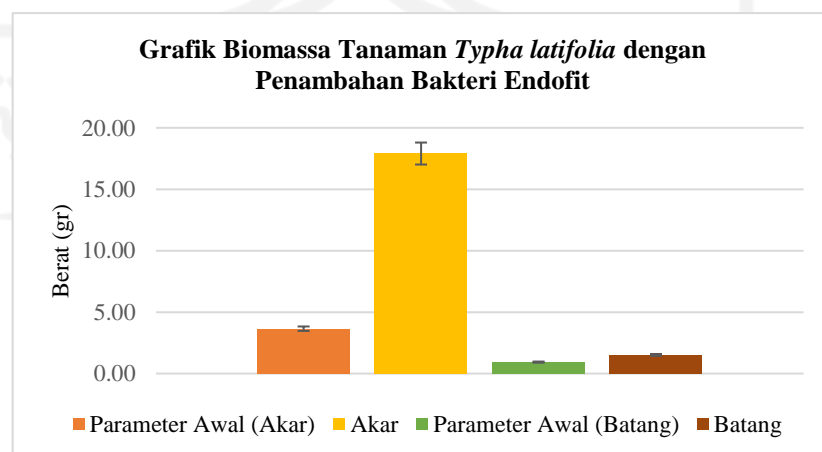


Gambar 4.2 Grafik Rerata Jumlah Pelepah Tanaman *Typha latifolia* dengan Penambahan Bakteri Endofit

#### 4.4.2 Biomassa Tanaman

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap biomassa kering tanaman kontrol (parameter awal) dan tanaman yang mendapat perlakuan bakteri endofit terlihat terjadinya peningkatan pada berat kering tanaman. Berat kering tanaman yang belum diberi perlakuan (parameter awal) pada jaringan atas (batang) 3,65 gram dan berat kering pada jaringan bawah (akar) 0,93 gram. Sedangkan pada tanaman yang telah mendapat perlakuan bakteri endofit berat pada jaringan atas (batang) adalah 1,52 gram dan berat pada jaringan bawah (akar) adalah 17,91 gram. Besarnya berat kering pada tanaman juga dipengaruhi oleh panjang tanaman dan jumlah daun (pelelah) (Putra *et al.*, 2018).

Hal ini dapat terjadi seperti penelitian yang dilakukan oleh (Gusmaini *et al.*, 2013) bahwa pemberian bakteri endofit pada tanaman sambiloto mengalami peningkatan produksi biomassa kering nya. Dan pada penelitian yang dilakukan oleh (Hidayat *et al.*, 2018) bakteri endofit memberikan efek yang nyata terhadap pertumbuhan akar dari tanaman sawit, hal tersebut akibat rangsangan bakteri endofit terhadap produksi fitohormon.



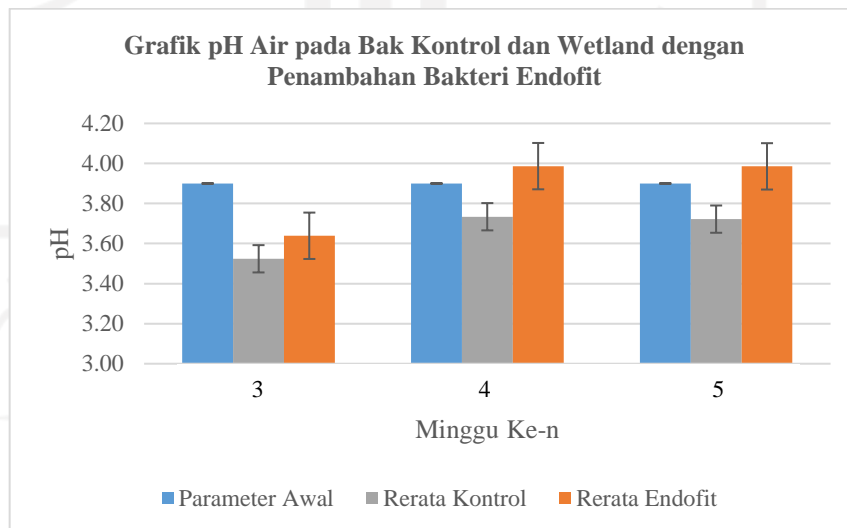
Gambar 4.4 Grafik Biomassa Tanaman *Typha latifolia* dengan Penambahan Bakteri Endofit

### 4.3 Data Parameter Lingkungan Tanaman dengan Inokulasi Bakteri Endofit

#### 4.3.1 Hasil Uji pH Sampel Air

Dari hasil pengujian pH air pada bak kontrol yang hanya diberi perlakuan bakteri endofit berada di bawah dari pH parameter awal, namun terjadi kenaikan pH walaupun tidak terlalu signifikan. Akan tetapi pada bak wetland yang berisi tanaman *T.latifolia* dan diinjeksikan bakteri endofit, pH air yang awalnya masih berada dibawah dari parameter awal terlihat meningkat setiap minggunya. Hal ini menandakan bahwa tanaman *T.latifolia* yang diberi perlakuan bakteri endofit dapat membantu menaikkan pH tanah gambut.

Akan tetapi pH ini tidak sesuai dengan pH media tanam yang disebutkan oleh (Disyamto, 2014) jika *T.latifolia* dapat hidup pada pH 4-10. Hal ini juga yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman *T.latifolia* selama penelitian terdapat beberapa tanaman yang mati karena tidak dapat tumbuh dengan baik.



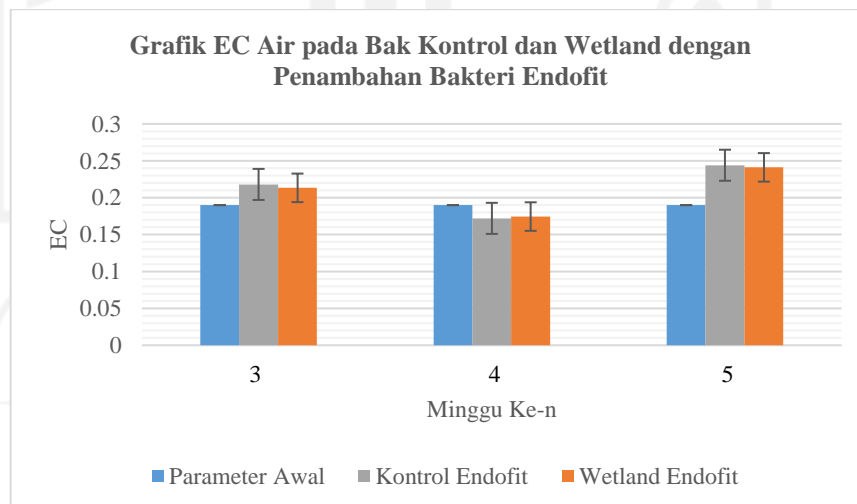
Gambar 4.5 Grafik pH Air pada Bak Kontrol dan Wetland dengan Penambahan Bakteri Endofit

#### 4.3.2 Hasil Uji Nilai EC (*Electrical Conductivity*) pada Air

EC (*Electrical Conductivity*) adalah kemampuan yang dimiliki oleh suatu larutan dalam menghantarkan kandungan ion-ion listrik yang dapat berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman seperti proses fotosintesis pada tanaman, pembentukan dan aktivitas enzim, serta penyerapan ion-ion pada larutan oleh akar (Sutiyoso dalam Laksono, 2020).

Dari hasil penelitian terjadi penurunan dan kenaikan nilai EC pada air yang telah diberi perlakuan bakteri endofit. Nilai EC pada bak kontrol endofit pada minggu ke-1, ke-2 dan ke-3 berturut-turut yaitu 0,22 mS/cm, 0,17 mS/cm dan 0,24 mS/cm. Dan pada bak wetland endofit yang berisi tanaman *T.latifolia* nilai EC pada minggu ke-1, ke-2 dan ke-3 berturut-turut adalah 0,21 mS/cm, 0,17 mS/cm dan 0,24 mS/cm.

Antara bak kontrol endofit dan bak wetland endofit tidak terjadi perbedaan nilai EC. Namun jika dibandingkan nilai EC pada kedua bak tersebut dengan nilai EC air sebelum perlakuan (parameter awal) terjadi peningkatan nilai EC yang dipengaruhi oleh bakteri endofit.

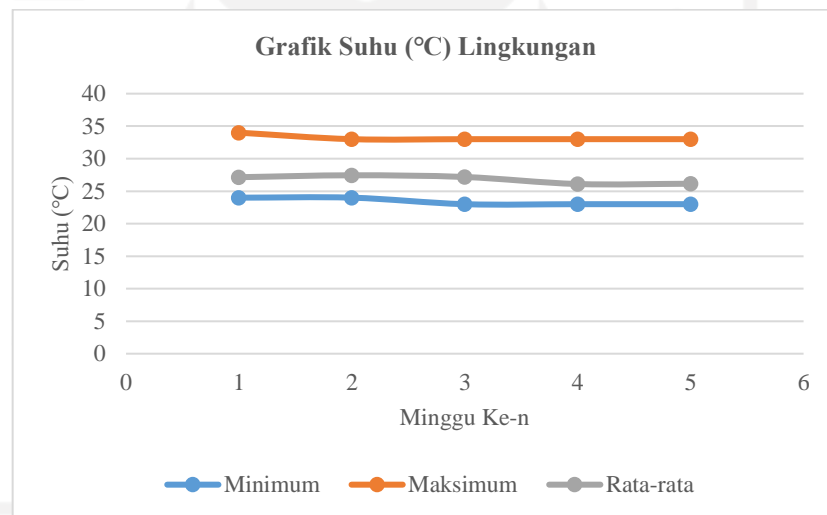


Gambar 4.6 Grafik EC Air pada Bak Kontrol dan Wetland dengan Penambahan Bakteri Endofit

### 4.3.3 Hasil Data Suhu (°C) Iklim Mikro

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Agar tanaman dapat tumbuh dengan baik maka tanaman harus berada di suhu tertentu atau yang biasa disebut suhu optimum (Karmila, 2019).

Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa suhu paling tinggi terjadi pada minggu ke-1 yaitu 34 °C, dan suhu terendah terjadi pada minggu ke-5 yaitu 23 °C. Sehingga suhu rata-rata di *greenhouse* pada minggu ke-1 hingga minggu ke-5 berkisar 26-27,5 °C. Suhu ini masih masuk dalam kategori suhu tempat tanaman *T.latifolia* hidup, yaitu berada pada suhu 10-30 °C (Disyamto, 2014).

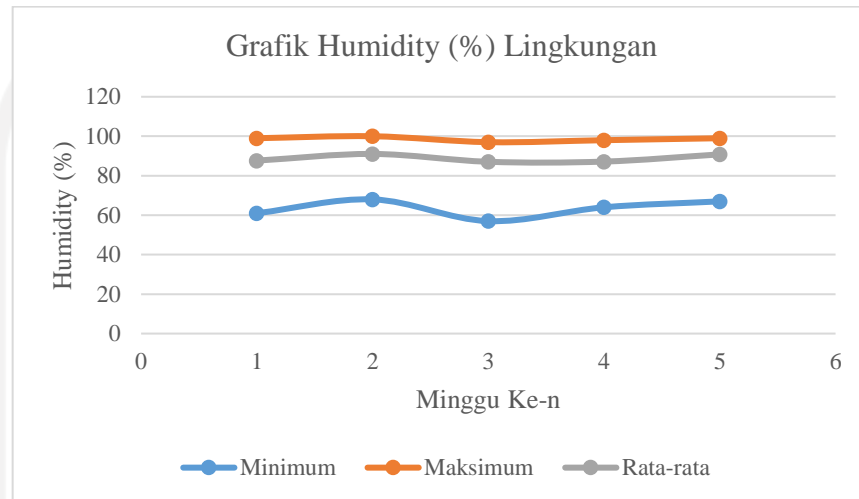


Gambar 4.7 Grafik Data Suhu (°C) di *Greenhouse*

### 4.3.4 Hasil Data Kelembaban (%) Iklim Mikro

Hasil pengukuran kelembaban di area rumah kaca terendah terjadi pada minggu ke-3 57% yaitu ketika suhu berkisar 23°C hingga 33°C, dan kelembaban tertinggi terjadi pada minggu ke-2 penelitian yaitu mencapai 100% ketika suhu di area rumah kaca berkisar 24°C hingga 33°C. Namun rata-rata kelembaban lingkungan penelitian setiap minggunya yaitu 87,1% hingga 91,0%.

Kondisi penelitian yang lembab akan mengakibatkan banyak air yang diserap oleh tanaman dan lebih sedikit yang diuapkan. Hal ini akan mendukung aktivitas pemanjangan sel-sel tanaman, sehingga sel-sel tersebut lebih cepat mencapai ukuran maksimum sehingga tanaman dapat bertambah besar (Karmila, 2019).



Gambar 4.8 Grafik Data Humidity (%) di *Greenhouse*

#### 4.4 Hasil Analisis Kandungan Fosfat pada Tanah, Air, Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman

##### 4.4.1 Hasil Pengujian Fosfat pada Tanah

Terlihat pada tabel 4.1, kandungan fosfat di tanah menurun pada kontainer kontrol endofit dan kontainer wetland endofit. Kontainer kontrol endofit adalah kontainer yang berisi tanah gambut, air dan diberi perlakuan bakteri endofit, sedangkan kontainer wetland endofit merupakan kontainer yang berisi tanah gambut, air, tanaman *Typha latifolia* dan mendapat perlakuan bakteri endofit.

Pada kontainer wetland endofit memiliki konsentrasi fosfat yang paling rendah yaitu 42,65 ppm. Hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi logam besi (Fe) yang tinggi pada tanah bak wetland endofit, diperkuat oleh Annisa (2016) yang mengatakan bahwa menurunnya kandungan fosfat pada tanah dipengaruhi oleh

aluminium (Al) dan besi (Fe) akan membentuk ikatan aluminium fosfat dan besi fosfat yang terikat dengan aluminium sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Akibatnya tanaman yang kekurangan fosfat akan mengalami kerusakan pada sistem perakarannya. Pada akar-akar yang muda akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan daya serap terutama logam berat besi (Fe) menurun.

Tabel 4.1 Konsentrasi Fosfat pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Sampel Tanah	Konsentrasi Fosfat (ppm)
1	Parameter Awal Tanah	69,45
2	Kontrol Endofit	44,13
3	Wetland Endofit	42,65

#### 4.4.2 Hasil Pengujian Fosfat pada Air

Dari hasil penelitian dapat dilihat jika kadar fosfat pada air parameter awal dan air yang diberi perlakuan tidak terlihat perbedaan yang signifikan. Pada parameter awal kadar fosfat 28,83 mg/L, pada bak kontrol endofit 33,53 mg/L dan pada bak wetland endofit 25,37 mg/L.

Fosfat di badan air akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem di perairan tersebut. Apabila kadar fosfat dalam air rendah (<0,01 mg P/L) akan menghambat pertumbuhan ganggang (oligotrop), sedangkan jika kadar fosfat di air tinggi maka akan menyebabkan pertumbuhan ganggang dan tanaman menjadi tinggi atau tidak terbatas (eutrof), sehingga kadar oksigen terlarut di air menjadi berkurang (Saputra, 2020).

Berdasarkan baku mutu kadar fosfat di air mengacu pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air, peruntukkan irigasi tanaman pada kelas IV yaitu kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 5 mg P/L. Sedangkan hasil penelitian menunjukkan jika kadar fosfat melebihi dari baku mutu tersebut. Kandungan fosfat yang tinggi pada air genangan tanah gambut akibat dari

tanah gambut yang kaya akan bahan organik sehingga meningkatkan kadar fosfat di air.

Tabel 4.2 Konsentrasi Fosfat pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Sampel Air	Konsentrasi Fosfat (mg P/L)
1	Parameter Awal Air	28,84
2	Kontrol Endofit	33,53
3	Wetland Endofit	25,37

#### 4.4.3 Hasil Pengujian Fosfat pada Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman

Serapan fosfat pada tanaman *T.latifolia* dengan penambahan bakteri endofit lebih tinggi diserap pada jaringan atas tanaman daripada jaringan bawahnya. Pemberian bakteri endofit mempengaruhi proses penyerapan fosfat pada tanaman, diperkuat oleh pernyataan Gusmaini (2016) dalam penelitiannya bahwa pemberian bakteri endofit diduga dapat membantu dalam melepaskan unsur hara baik dari jerapan mineral tanah maupun dari logam-logam yang mengikat hara P, sehingga tanaman dapat menyerap hara P yang ada di tanah tersebut.

Tabel 4.3 Konsentrasi Fosfat pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Sampel Tanaman	Konsentrasi Fosfat (%)
1	Parameter Awal Akar	0,169
2	Parameter Awal Batang	0,141
3	Akar (Endofit)	0,084
4	Batang (Endofit)	0,211



#### 4.5 Hasil Analisis Kandungan Logam pada Tanah, Air, Jaringan Atas dan Jaringan Bawah Tanaman

Pengujian logam berat dilakukan pada tanah, air dan jaringan tanaman. Logam berat yang dianalisis yaitu Fe, Mn dan Zn dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*).

##### 4.5.1 Hasil Analisis Logam Fe (Besi)

Pada penelitian yang dilakukan selama  $\pm 5$  minggu terlihat pada tabel 4.4 pada tanah kontainer kontrol endofit terjadi penurunan kadar Fe dari tanah yang belum diberi perlakuan (parameter awal) yaitu dari 926,50 ppm menjadi 763,50 ppm, namun pada bak wetland terjadi peningkatan menjadi 1115,00 ppm. Tingginya kandungan Fe pada tanah dapat disebabkan oleh rendahnya pH pada tanah. Berdasarkan buku *Heavy Metal in Soil*, Blackie Academic and Professional tidak ada batas kritis kandungan besi di tanah.

Tabel 4.4 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Fe (ppm)
1	Parameter Awal	926,50
2	Kontrol Endofit	763,50
3	Wetland Endofit	1115,00

Namun berbanding terbalik dengan kandungan Fe pada air, pada kontainer kontrol endofit air mengalami peningkatan kadar Fe sebesar 20,11 ppm, dan pada kontainer wetland endofit kadar Fe turun menjadi 3,72 ppm. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh (Amriani, 2011) pada penelitiannya yang mengatakan bahwa konsentrasi logam pada suatu badan air akan lebih besar terdapat di dalam sedimen dibandingkan di air karena logam berat yang memiliki sifat mudah mengendap.

Konsentrasi logam besi (Fe) pada air tanah gambut jika dibandingkan dengan standar baku mutu air pada Permenkes No.492 Tahun 2010 tentang

persyaratan kualitas air minum melebihi kadar maksimum yang ditetapkan 0,4 mg/L. Dan jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang persyaratan kualitas air minum yang diperuntukkan bagi irigasi tanaman tidak ada penetapan kadar maksimum konsentrasi Fe di air.

Tabel 4.5 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Fe (mg/L)
1	Parameter Awal	12,62
2	Kontrol Endofit	20,11
3	Wetland Endofit	3,72

Sementara itu, konsentrasi logam Fe pada jaringan atas tanaman *T.latifolia* yang diberi perlakuan endofit lebih rendah dibandingkan dengan tanaman parameter awal. Sedangkan pada jaringan bawah konsentrasi Fe tanaman endofit lebih tinggi dibandingkan dari tanaman parameter awal. Secara keseluruhan logam berat Fe lebih banyak terdapat di akar tanaman *T.latifolia*, dimana akar merupakan tempat awal penyerapan Fe yang selanjutnya akan didistribusikan pada jaringan tanaman yang lain seperti batang dan daun. Dan berdasarkan buku *Heavy Metal in Soil*, Blackie Academic and Professional tidak ada menetapkan batas kritis kandungan besi (Fe) pada tanaman.

Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sulthoni, 2014) bahwa logam berat Fe pada tanaman *T.latifolia* lebih banyak terserap pada bagian akar yaitu 32,808 mg/kg dibandingkan pada bagian daun yang hanya 8,301 mg/kg.

Tabel 4.6 Konsentrasi Logam Besi (Fe) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Fe (ppm)
1	Parameter Awal (Akar)	484,50
2	Parameter Awal (Batang)	100,35
3	Akar (Endofit)	426,52
4	Batang (Endofit)	165,47

#### 4.5.2 Hasil Analisis Logam Mn (Mangan)

Mangan (Mn) termasuk dalam unsur hara mikro yang berperan dalam melakukan proses terjadinya fotosintesis, mempengaruhi metabolisme N serta sebagai pengaktif enzim pada tanaman. Kandungan logam Mn pada tanah berkisar 20-3.000 ppm, dan pada tanaman kandungan Mn berkisar 50-200 ppm (Seran, 2017). Dan berdasarkan buku *Heavy Metal in Soil*, Blackie Academic and Professional batas kritis kandungan logam mangan (Mn) di tanah 1.500-3.000 mg/kg dan batas kritis Mn pada tanaman 100-7.000 mg/kg.

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi Mn pada tanah kontrol lebih rendah dari parameter awal yaitu dari 14,58 ppm menjadi 11,83 ppm, namun pada tanah wetland konsentrasi Mn lebih tinggi dari parameter awal yaitu 15,88 ppm.

Tabel 4.7 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Mn (ppm)
1	Parameter Awal	14,58
2	Kontrol Endofit	11,83
3	Wetland Endofit	15,88

Namun konsentrasi Mn di air mengalami penurunan pada kontainer kontrol endofit dan kontainer wetland endofit dari parameter awal, konsentrasi Mn pada air yang tidak diberi perlakuan (parameter awal) 0,56 ppm, pada

kontainer kontrol endofit konsentrasi Mn tidak berbeda jauh dengan parameter awal yaitu 0,44 ppm, hal ini menandakan bahwa pemberian bakteri endofit saja tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi Mn pada air. Pada kontainer wetland yang berisi tanaman *T.latifolia* dan diberi perlakuan bakteri endofit terjadi penurunan yang signifikan dengan kadar Mn menjadi 0,17 ppm.

Ini menandakan bahwa logam Mn tersebut diserap dan diakumulasikan pada tanaman *T.latifolia*. Mangan yang diserap oleh tanaman berbentuk ion  $Mn^{2+}$  yang akan membantu proses respirasi, membantu memperbaiki fungsi kloroplas dan membantu pembentukan hormon IAA (Seran, 2017).

Konsentrasi logam Mn pada air penelitian jika dibandingkan dengan standar baku mutu air pada Permenkes No.492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum masih berada di bawah kadar maksimum yang ditetapkan 0,4 mg/L. Dan jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang persyaratan kualitas air minum yang diperuntukkan bagi irigasi tanaman tidak ada penetapan kadar maksimum konsentrasi Mn di air.

Tabel 4.8 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Mn (mg/L)
1	Parameter Awal	0,56
2	Kontrol Endofit	0,44
3	Wetland Endofit	0,17

Sementara itu, konsentrasi logam Mn pada jaringan atas tanaman *T.latifolia* yang diberi perlakuan endofit lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman parameter awal, konsentrasi jaringan atas parameter awal dan jaringan atas endofit berturut-turut yaitu 58,00 ppm dan 370,67 ppm. Sedangkan pada jaringan bawah konsentrasi Mn tanaman endofit lebih rendah dibandingkan dari tanaman parameter awal, dengan konsentrasi jaringan bawah awal dan jaringan bawah endofit berturut-turut yaitu 211,50 ppm dan 164,72 ppm. Secara keseluruhan logam berat Mn lebih banyak terdapat di

jaringan atas tanaman (batang) *T.latifolia*, hal ini disebabkan logam Mn yang terdapat di akar didistribusikan ke bagian batang melalui jaringan *xylem* dan tidak dapat berpindah pada bagian jaringan tanaman yang lain (Sulthoni, 2014).

Pada jaringan tanaman *T.latifolia* dengan pemberian endofit kadar Mn ini telah melampaui dari batas normal seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Kadar Mn yang melebihi dari batas normal dapat mengakibatkan tanaman mengalami keracunan, ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan munculnya bercak berwarna coklat pada bagian daun (Seran, 2017).

Tabel 4.9 Konsentrasi Logam Mangan (Mn) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Mn (ppm)
1	Parameter Awal (Akar)	211,50
2	Parameter Awal (Batang)	58,00
3	Akar (Endofit)	164,72
4	Batang (Endofit)	370,67

#### 4.5.3 Hasil Analisis Logam Zn (Seng)

Seng (Zn) merupakan salah satu bentuk nutrient yang berfungsi dalam proses biosintesis karotenoid dan klorofil yang akan dimanfaatkan oleh tanaman dalam proses fotosintesis. Seng (Zn) tidak berbahaya dikonsumsi dalam jumlah yang rendah, namun akan menjadi berbahaya jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebih sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan pertumbuhan dan reproduksi (A. Zaeni *et al*, 2021).

Dari hasil penelitian yang disajikan dalam Tabel 4.10 bahwa terjadi penurunan konsentrasi logam seng (Zn) pada kontainer kontrol endofit dan kontainer wetland endofit. Pada tanah yang tidak diberi perlakuan bakteri endofit (parameter awal) konsentrasi Zn sebesar 19,33 ppm, terjadi penurunan

pada kontainer kontrol endofit menjadi 17,18 ppm, dan pada kontainer wetland endofit yang berisi tanaman *T.latifolia* kandungan logam berat yang ada di tanah turun menjadi 13,15 ppm. Hal ini menandakan bahwa tanaman *T.latifolia* dan bakteri endofit dapat menurunkan konsentrasi logam seng (Zn) pada tanah gambut terbakar. Menurut Indradewa (2007), bahwa pada tanah gambut kandungan logam seng (Zn) rendah yang hanya berkisar 10-30 mg kg<sup>-1</sup>, dengan kandungan yang rendah tersebut memungkinkan terjadinya defisiensi seng pada tanaman.

Menurut Alloway (1995) bahwa batas kritis kadar seng (Zn) pada tanah adalah 70-400 mg/kg, dan dari hasil pengujian kadar seng (Zn) pada tanah gambut terbakar masih dibawah dari batas kritis tersebut.

Tabel 4.10 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Tanah dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Zn (ppm)
1	Parameter Awal	19,33
2	Kontrol Endofit	17,18
3	Wetland Endofit	13,15

Namun pada hasil pengujian kadar seng (Zn) di air, pada kontainer kontrol endofit kandungan Zn tinggi yaitu 0,90 ppm, dan pada kontainer wetland kadar Zn rendah yaitu 0,48 ppm. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh (Amriani, 2011) pada penelitiannya yang mengatakan bahwa konsentrasi logam pada suatu badan air akan lebih besar terdapat di dalam sedimen dibandingkan di air karena logam berat yang memiliki sifat mudah mengendap.

Dari hasil penelitian kadar logam seng (Zn) di air jika dibandingkan dengan baku mutu pada Permenkes No.492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum masih berada di bawah kadar maksimum yang ditetapkan 3 mg/L. Dan jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang persyaratan kualitas air minum yang diperuntukkan bagi irigasi

tanaman, hasil penelitian masih berada di bawah kadar maksimum logam seng di air yaitu 2 mg/L.

Tabel 4.11 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Air dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Zn (mg/L)
1	Parameter Awal	0,41
2	Kontrol Endofit	0,90
3	Wetland Endofit	0,48

Sementara itu, konsentrasi logam seng (Zn) pada jaringan atas dan jaringan bawah tanaman *T.latifolia* yang diberi perlakuan endofit lebih rendah dibandingkan dengan tanaman parameter awal. Konsentrasi jaringan atas awal, jaringan bawah awal, jaringan atas endofit dan jaringan bawah endofit berturut-turut yaitu 48,90 ppm, 109,50 ppm, 41,92 ppm dan 86,77 ppm. Secara keseluruhan pada tanaman *T.latifolia* logam berat Zn banyak terakumulasi pada jaringan bawah (akar) daripada jaringan atas (batang), hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan (Fitra A *et al.*, 2013) bahwa *T.latifolia* yang digunakan dalam mereduksi logam Cd pada daerah lumpur lapindo akumulasi logam berat paling tinggi terdapat di akar karena sistem perakaran dari tanaman ini cukup luas, sehingga air dan logam berat yang diserap akan lebih banyak. Tingginya kandungan logam seng pada tanaman parameter awal mengindikasikan adanya kandungan logam berat pada tanah yang digunakan ketika aklimatisasi tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi logam seng (Zn) pada seluruh jaringan tanaman masih berada pada batas normal, karena batas kritis logam berat seng (Zn) pada tanaman adalah 100-900 ppm (Alloway, 1995).

Tabel 4.12 Konsentrasi Logam Seng (Zn) pada Tanaman dengan Penambahan Isolat Bakteri Endofit

No.	Nama Sampel	Konsentrasi Zn (ppm)
1	Parameter Awal (Akar)	109,50
2	Parameter Awal (Batang)	48,90
3	Akar (Endofit)	86,77
4	Batang (Endofit)	41,92





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian bakteri endofit mempengaruhi pertumbuhan tanaman *Typha latifolia* serta membantu dalam menyerap logam berat Fe, Mn dan Zn yang terdapat pada air dan tanah gambut terbakar. Penyerapan logam berat besi (Fe) dan seng (Zn) pada tanaman *T.latifolia* banyak terakumulasi pada jaringan bawah, sedangkan logam berat mangan (Mn) banyak terakumulasi pada jaringan atas.
  - Konsentrasi logam Fe (besi) di kontainer wetland endofit yang berisi tanaman *Typha latifolia* dan bakteri endofit pada tanah yaitu 1.115 ppm, pada air konsentrasi Fe 3,72 ppm, dan pada tanaman yang diberi perlakuan endofit konsentrasi Fe di bagian akar 426,52 ppm sedangkan pada bagian batang 165,47 ppm.
  - Konsentrasi logam Mn (mangan) di kontainer wetland endofit yang berisi tanaman *Typha latifolia* dan bakteri endofit pada tanah yaitu 15,88 ppm, pada air konsentrasi Mn 0,17 ppm, dan pada tanaman yang diberi perlakuan endofit konsentrasi Mn di bagian akar 164,72 ppm sedangkan pada bagian batang 370,67 ppm.
  - Konsentrasi logam Zn (seng) di kontainer wetland endofit yang berisi tanaman *Typha latifolia* dan bakteri endofit pada tanah yaitu 13,15 ppm, pada air konsentrasi Zn 0,48 ppm, dan pada tanaman yang diberi perlakuan endofit konsentrasi Zn di bagian akar 86,77 ppm sedangkan pada bagian batang 41,92 ppm.
2. Kadar fosfat tersedia pada tanah gambut terbakar dan kadar fosfat di air yang ditanami *T.latifolia* dan bakteri endofit menurun daripada tanah dan air awal, hal ini diakibatkan oleh bakteri endofit yang dapat membantu penyerapan unsur fosfat oleh tanaman. Konsentrasi fosfat di kontainer wetland endofit yang berisi tanah, air, *Typha latifolia* dan bakteri endofit

pada tanah 42,65 ppm, pada air 25,37 mg P/L, pada jaringan akar 0,084% dan pada jaringan batang 0,211%.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini terdapat beberapa saran yang menunjang bagi penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan bakteri endofit yang cocok bagi restorasi lahan gambut terbakar agar didapatkan hasil yang optimal dalam membantu mereduksi logam berat pada tanah tersebut.
2. Penelitian ini perlu dilanjutkan dalam skala yang lebih luas termasuk skala lapangan, agar dapat dimanfaatkan bagi restorasi pada lahan gambut yang terbakar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I.G. M. Subiksa. 2008. **Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan**. Bogor: Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Alloway, B. J. 1995. **Heavy Metals in Soils**. Blackie Academic and Professional, London, UK, 2nd edition.
- Amriani, Hendrarto, B., dan Hadiyanto, A. 2011. **Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara Granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis* L.) Di Perairan Teluk Kendari**. Jurnal Ilmu Lingkungan. 9(2):45-50.
- Annisa, Susanto, D., dan Sudrajat. 2016. **Kadar Besi (Fe) pada Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus Tricolor* L.) yang Ditanam pada Beberapa Media Tanah Bekas Galian Tambang Batubara Di Samarinda**. Bioprospek. 11(1):33-41.
- Arifuddin, M. dan Al Banna, M.Z. 2021. **Uji Resistensi Bakteri Endofit Bambu terhadap Logam Merkuri dan Identifikasi Secara Molekuler dengan Analisis Gen 16S rRNA**. Agro Bali : Agricultural Journal. 4(1): 42-50.
- Compant, S., C. Clement, & A. Sessitsch. 2010. **Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization**. Soil Biology & Biochemistry. 42:669– 678.
- Daryono, H. 2009. **Potensi, Permasalahan dan Kebijakan yang Diperlukan dalam Pengelolaan Hutan dan Lahan Rawa Gambut Secara Lestari**. Jurnal Analisis Kebijakan Hutan. 6(2):71- 101.
- Disyamto, D. A., Elystia, S., & Andesg, I. 2014. **Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Typha Latifolia* Dengan Proses Fitoremediasi**. JOM FTEKNIK. 1(2):1-13.
- Fitra, A., Rahayu, Y.S dan Winarsih. 2013. **Kemampuan Fitoremediasi *Typha latifolia* dalam Menurunkan Kadar Logam Kadmium (Cd) Tanah yang Tercemar Lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo**. Jurnal Lentera Bio. 2(3):185-189.
- Gunawan, H. dan Afriyanti, D. 2019. **Potensi Perhutanan Sosial dalam Meningkatkan Partisipasi Masyarakat dalam Restorasi Gambut**. Jurnal Ilmu Kehutanan. 13:227-236

- Gusmaini, Sandra, A.A., Munif, A., Sopandie, D. & Bermawie, N. 2013. **Potensi Bakteri Endofit dalam Upaya Meningkatkan Pertumbuhan, Produksi, dan Kandungan Andrografolid pada Tanaman Sambiloto.** Jurnal Littri. 19(4), 167-177.
- Hidayat, F., Rahutomo, S., Farrasati, R., Pradiko, I., Syarovy, M., Sutarta, E. D, & Widayati, W. E. 2018. **Pemanfaatan Bakteri Endofit untuk Meningkatkan Keragaan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).** Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 26(2): 71-78.
- Indradewa, D. 2007. **Peran Seng (Zn) dalam Budidaya Pertanian sebagai Sumber Pangan dan Dampak Defisiensi Seng dalam Pertanian Global.** Prosiding Seminar Nasional Penanggulangan Masalah Defisiensi Seng (Zn): From Farm to Table <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41998>
- Irdawati, Advinda, L., Anggraini, F. 2017. **Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit dari Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight).** Jurnal Bio Science. 1(2):62-69.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., Hasan, W. 2018. **Analisis Limbah Tumbuhan Fitoremediasi (*Typha Latifolia*, *Eceng Gondok*, *Kiambang*) Dalam Menyerap Logam Berat.** Jurnal Serambi Engineering. 3: 344-351.
- Iswanti, A., Asri, M.T. dan Lisdiana, L. 2018. **Potensi Isolat Bakteri Endofit Dari Akar Tanaman Ubi Jalar Sebagai Penghasil Hormon Indole Acetic Acid.** Jurnal LenteraBio. 7(2) : 110-114.
- Karmila, R & Andriani, V. 2019. **Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Kacang Tolo (*Vigna* sp.).** Stigma. 12(1):49-53.
- Krisnohadi, A. 2011. **Analisis Pengembangan Lahan Gambut untuk Tanaman Kelapa Sawit Kabupaten Kubu Raya.** Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika. 1:1-7.
- Laksono, R.A. 2020. **Efektivitas Nilai EC (*Electrical Conductivity*) Terhadap Produksi Selada Merah (*Lactuca sativa* L.) Varietas Red Rapid Pada Sistem Hidroponik Rakit Apung.** PASPALUM:Jurnal Ilmiah Pertanian. 8(1):1-7.
- Li, H.-Y., Wei, D.-Q., Shen, M. and Zhou, Z.-P. 2012. **Endophytes and their role in phytoremediation.** Fungal Divers. 54:11–18.
- Marlina, S. 2017. **Pengelolaan Ekosistem Gambut Pasca Kebakaran Lahan Gambut di Provinsi Kalimantan Tengah.** Media Ilmiah Teknik Lingkungan. 2(1):26-30.

- Masganti, Wahyunto, Ai Dariah, Nurhayati, dan Rachmiwati Yusuf. 2014. **Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi di Provinsi Riau**. Jurnal Sumberdaya Lahan. 8(1):59-66.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi, & Sani. 2014. **Activation of Bentonite and Application for Reduction pH, Color, Organik Substance, and Iron (Fe) in the Peat Water**. Science Journal of Chemistry. 1(5):74-82.
- Noor, M., Nursyamsi, D., Alwi, M., dan Fahmi, A. 2014. **Prospek Pertanian Berkelanjutan di Lahan Gambut: dari Petani ke Peneliti dan Peneliti ke Petani**. Jurnal Sumberdaya Lahan. 8(2):69-79.
- Nurhayati, Razali, Zuraida. 2014. **Peranan Berbagai Jenis Bahan Pembenh Tanah Terhadap Status Hara P dan Perkembangan Akar Kedelai Pada Tanah Gambut Asal Ajamu Sumatera Utara**. Jurnal Floratek. 9:29-38.
- Nurmalasari, A., Oedjijono, dan Lestari, S. 2020. **Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) terhadap Krom secara In-Vitro**. Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed. 2(2):266-272.
- Prawiradijaya, G.I. dan Kurniawan, S. 2021. **Intensitas Kebakaran Lahan Gambut Berdampak Pada Kemasaman Tanah Di Kebun Kelapa Sawit, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung**. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 8(1): 107-114.
- Purwanto, U. M. S., Pasaribu, F. H., Bintang, M. 2014. **Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Potensinya sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri**. Jurnal Current Biochemistry. 1(1):55-57.
- Putra, M.K., Syekhfani dan Kusumarini, N. 2018. **Ekstraksi merkuri dari limbah pengolahan bijih emas menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dengan penambahan EDTA dan kompos**. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 5(2): 847-856.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. **Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air**. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010. **Persyaratan Kualitas Air Minum**. Jakarta.

- Ratmini, N. P. S. 2012. **Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pengembangan Pertanian**. Jurnal Lahan Suboptimal. 1(2):197-206.
- Saputra, I.G.D., Sumiyati dan Sucipta, I.N. 2020. **Kualitas Air pada Irigasi Subak di Bali**. Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian). 8(2):257-265.
- Seran, R. 2017. **Pengaruh Mangan Sebagai Unsur Hara Mikro Esensial Terhadap Kesuburan Tanah dan Tanaman**. Bio – Edu : Jurnal Pendidikan Biologi. 2(1):13-14.
- Sulthoni, M., Badruzsauhari, Yusran, F. dan Pujawati, Eni, D. 2014. **Kemampuan Tanaman Ekor Kucing (*Typha latifolia*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Penurunan Konsentrasi Fe dan Mn dari Air Limbah PIT Barat Pamapersada Nusantara Distrik KCMB Kabupaten Banjar**. EnviroScienteeae. 10(2):80–87.
- Susilowati, D.N., N. Hidayatun, Tasliah, & K. Mulya. 2010. **Keragaman Bakteri Endofitik Diisolasi dari empat Varietas Padi dengan Metode ARDRA**. Berita Biologi. 10(2):241-248.
- Suswati, D., Hendro S, B., Shiddieq, D., dan Indradewa, D. 2011. **Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Rasau Jaya III Kabupaten Kubu Raya untuk Pengembangan Jagung**. Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika. 1:31-40
- Widyati, E. 2011. **Kajian Optimasi Pengelolaan Lahan Gambut Dan Isu Perubahan Iklim**. Tekno Hutan Tanaman. 4(2):57-68.
- Zaeni, Ambardini, A. Sartinah, A.N. Ramadhani, Sartini, A. Amin, G.W. Patiung dan P.E. Susilowati. 2021. **Studi Bioakumulasi Logam Crom (Cr), Seng (Zn) dan Nikel (Ni) pada Tanaman Obat Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis.)**. Akta Kimia Indonesia. 6(1):12-27.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Preparasi Sampel Logam Berat

#### A. Preparasi Sampel Tanah Pengujian Logam Berat

1. Sampel tanah dari masing-masing jenis dan kode tanaman dikering anginkan.
2. Tanah digerus dan diayak dengan ukuran 50 mesh.
3. Kemudian tanah ditimbang 1 gram dan dimasukkan ke gelas beaker kemudian ditambahkan aquadest 50 ml dan diaduk.
4. Tambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan didestruksi di atas *hotplate* pada lemari asam sampai tersisa  $\pm 10$  ml.
5. Disaring menggunakan kertas saring whatman no.1 dan no.42.
6. Encerkan sampel induk dengan aquades sampai tanda batas pada labu ukur ukuran 25 ml dan kocok hingga homogen.
7. Masukkan dan simpan sampel tersebut pada botol vial.

#### B. Preparasi Sampel Tanaman Pengujian Logam Berat

1. Keringkan sampel tanaman menggunakan oven pada suhu 70°C selama 72 jam.
2. Sampel yang sudah kering selanjutnya dicacah dan dihaluskan menggunakan blender.
3. Kemudian setiap sampel tanaman ditimbang 0,5 gram dan dimasukkan ke gelas beaker.
4. Tambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan 0,5 ml HClO<sub>4</sub> dan diamkan selama satu malam.
5. Sampel yang sudah didiamkan selama semalam dipanaskan diatas *hotplate* hingga keluar asap putih atau sampel tinggal tersisa  $\pm 1$  ml
6. Disaring menggunakan kertas saring whatman no.1 dan no.42.
7. Encerkan sampel induk dengan aquades sampai tanda batas pada labu ukur ukuran 25 ml dan kocok hingga homogen.
8. Masukkan dan simpan sampel tersebut pada botol vial.

### **C. Preparasi Sampel Air Pengujian Logam Berat**

1. Pipet 50 ml sampel air genangan dan masukkan ke dalam gelas beaker.
2. Tambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan didestruksi di atas *hotplate* pada lemari asam sampai tersisa  $\pm 15-20$  ml.
3. Disaring menggunakan kertas saring whatman no.42.
4. Encerkan sampel induk dengan aquades sampai tanda batas pada labu ukur ukuran 25 ml dan kocok hingga homogen.
5. Masukkan dan simpan sampel tersebut pada botol vial.

### **Lampiran 2: Preparasi Sampel Fosfat**

#### **A. Preparasi Sampel Uji Fosfat pada Tanah dengan Metode Bray**

1. Timbang 2,5 gram sampel tanah yang telah dihaluskan dan masukkan ke dalam gelas beaker.
2. Tambahkan larutan pengekstrak Bray dan Kurt I sebanyak 25 ml, kocok agar homogen selama  $\pm 5$  menit.
3. Saring larutan sampel menggunakan kertas saring whatman no.1.
4. Sampel yang telah disaring dipipet sebanyak 2 ml dan masukkan ke dalam tabung reaksi.
5. Tambahkan pereaksi pewarna fosfat 10 ml, kocok dan diamkan selama 30 menit.
6. Ukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 693 nm.

#### **B. Preparasi Sampel Uji Fosfat pada Air**

1. Pipet 50 ml contoh uji secara duplo dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer.
2. Tambahkan 1 tetes indikator fenolftalein. Jika terbentuk warna merah muda, tambahkan tetes demi tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N sampai warna hilang.



3. Tambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan.
4. Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit

### C. Preparasi Sampel Uji Fosfat pada Tanaman

1. Dari sampel hasil destruksi dipipet 1 ml dan masukkan ke dalam tabung reaksi.
2. Tambahkan 9 ml aquades dan homogenkan.
3. Sampel yang telah diencerkan diambil sebanyak 2 ml dan masukkan ke dalam tabung reaksi.
4. Tambahkan pereaksi pewarna P 10 ml, kocok sampai homogen dan diamkan selama 30 menit.
5. Ukur absorbansi larutan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 693 nm.

### Lampiran 3: Suhu dan Kelembaban Lingkungan

Parameter Lingkungan						
Minggu ke-n	Suhu (°C)			Humidity (%)		
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Minimum	Maksimum	Rata-rata
1	24	34	27,2	61	99	87,6
2	24	33	27,4	68	100	91,0
3	23	33	27,2	57	97	87,1
4	23	33	26,1	64	98	87,2
5	23	33	26,1	67	99	90,8

### Lampiran 4: Pertumbuhan Tanaman

Tinggi Tanaman (cm)					
Kode Tanaman	Minggu ke-				
	1	2	3	4	5
A	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00

B	42,08	47,40	45,00	0,00	0,00
C	41,56	40,40	0,00	0,00	0,00
D	42,80	49,50	49,50	49,53	49,53
E	44,24	50,18	50,18	50,25	50,25
F	45,92	53,37	50,56	55,29	58,71
G	33,67	33,67	38,75	34,00	33,67
H	44,50	48,46	54,21	53,64	58,43
I	46,17	47,00	46,14	48,83	47,17
J	43,20	58,00	53,67	47,00	68,00
Total	43	43	39	34	37

Jumlah Pelepah					
Kode Tanaman	Jumlah Pelepah Minggu ke-				
	1	2	3	4	5
A	3	0	0	0	0
B	10	5	6	0	0
C	11	5	0	0	0
D	16	12	10	9	9
E	19	17	18	18	19
F	13	12	14	16	16
G	9	5	4	3	3
H	43	39	32	30	28
I	6	6	7	6	6
J	8	3	3	3	1
Total	138	104	94	85	82

### Lampiran 5: Biomassa Tanaman

NO	Sampel	Berat Basah		Berat Kering	
		Akar (Gram)	Batang (Gram)	Akar (Gram)	Batang (Gram)
1	Komposit 1	78,05	11,22	12,80	1,07
2	Komposit 2	83,40	16,24	15,18	2,09
3	Komposit 3	99,3	12,02	25,74	1,39
Rata-rata		86,92	13,16	17,91	1,52

**Lampiran 6: pH Air**

Bak Kontainer											
pH (Air)											
	Titik Sampling									Rata-rata	Parameter Awal
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Minggu ke-1 ( 12 juni 2021)	3,71	3,72	3,64	3,74	3,7	3,62	3,53	3,53	3,56	3,64	3,90
Minggu ke-2 ( 20 juni 2021)	4,02	3,98	3,98	3,94	4,01	3,95	4,01	4,04	3,95	3,99	3,90
Minggu ke-3 ( 27 juni 2021)	4,03	3,99	3,98	4,01	3,93	3,96	4,04	3,93	4,00	3,99	3,90
Rerata	3,92	3,90	3,87	3,90	3,88	3,84	3,86	3,83	3,84		

Bak Kontrol							
pH (Air)							
	Titik Sampling					Rata-rata	Parameter Awal
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5		
	1	2	3	4	5		
Minggu ke-1 ( 12 juni 2021)	3,49	3,55	3,54	3,57	3,47	3,52	3,9
Minggu ke-2 ( 20 juni 2021)	3,81	3,72	3,67	3,64	3,83	3,73	3,9
Minggu ke-3 ( 27 juni 2021)	3,78	3,73	3,78	3,64	3,68	3,72	3,9
Rerata	3,69	3,67	3,66	3,62	3,66		

**Lampiran 7: EC Air**

Bak Kontainer												
EC (Air)												
	Titik Sampling										Rata-rata	Parameter Awal
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Minggu ke-1 ( 12 juni 2021)	0,20	0,21	0,22	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,22	0,21	0,19	
Minggu ke-2 ( 20 juni 2021)	0,17	0,18	0,18	0,17	0,16	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,19	
Minggu ke-3 ( 27 juni 2021)	0,24	0,23	0,26	0,23	0,26	0,24	0,24	0,26	0,21	0,24	0,19	
Rerata	0,20	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,23	0,20			

Bak Kontrol							
EC (Air)							
	Titik Sampling					Rata-rata	Parameter Awal
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5		
	1	2	3	4	5		
Minggu ke-1 ( 12 juni 2021)	0,21	0,21	0,24	0,21	0,22	0,22	0,19
Minggu ke-2 ( 20 juni 2021)	0,17	0,18	0,18	0,17	0,16	0,17	0,19
Minggu ke-3 ( 27 juni 2021)	0,24	0,23	0,26	0,23	0,26	0,24	0,19
Rerata	0,21	0,21	0,23	0,20	0,21		

## Lampiran 8: Data fosfat

### A. Fosfat Tanah

Tanah						
Sampel Tanah	Absorbansi (y)	a	b	Konsentrasi mg P/L ( $x = (y-b) / a$ )	fp	Konsentrasi (ppm) kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tersedia
Parameter Awal Tanah	0,582	0,0608	0,017	9,29	1	69,45
Kontrol Endofit	0,376	0,0608	0,017	5,90	1	44,13
Wetland Endofit	0,364	0,0608	0,017	5,71	1	42,65

### B. Fosfat Air

Sampel Air	Absorbansi (y)	a	b	Konsentrasi mg P/L ( $x = (y-b) / a$ )	fp	Konsentrasi mg P/L
Parameter Awal Air	0,284	0,4898	0,0015	0,58	50	28,84
Kontrol Endofit	0,330	0,4898	0,0015	0,67	50	33,53
Wetland Endofit	0,250	0,4898	0,0015	0,51	50	25,37

### C. Fosfat Jaringan Tanaman

Tanaman						
Sampel Tanaman	Absorbansi (y)	a	b	Konsentrasi mg P/L ( $x = (y-b) / a$ )	fp	Konsentrasi P (ppm)
Parameter Awal Akar	0,646	0,0608	0,017	10,35	10	0,169
Parameter Awal Batang	0,543	0,0608	0,017	8,65	10	0,141
Komposit 1 (Akar)	0,214	0,0608	0,017	3,24	10	0,053
Komposit 2 (Akar)	0,453	0,0608	0,017	7,17	10	0,117
Komposit 3 (Akar)	0,328	0,0608	0,017	5,12	10	0,083
Rerata Akar						0,084
Komposit 1 (Batang)	0,646	0,0608	0,017	10,35	10	0,169

Komposit 2 (Batang)	0,884	0,0608	0,017	14,26	10	0,233
Komposit 3 (Batang)	0,875	0,0608	0,017	14,11	10	0,230
Rerata Batang						0,211

## Lampiran 9: Data Logam

### A. Logam Fe (Besi)

Tanah					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi ppm (mg/kg)
1	Parameter Awal	3,706	10	37,060	926,50
2	Wetland Endofit	4,460	10	44,600	1115,00
3	Kontrol Endofit	3,054	10	30,540	763,50

Air					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi ppm (mg/L)
1	Parameter Awal	1,262	10	12,620	12,62
2	Wetland Endofit	0,372	10	3,720	3,72
3	Kontrol Endofit	2,011	10	20,110	20,11

Tanaman					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi ppm (mg/kg)
1	Parameter Awal (Akar)	9,690	1	9,6900	484,50
2	Parameter Awal (Batang)	2,007	1	2,0070	100,35
3	Komposit 1 (Akar)	8,379	1	8,3790	418,95
4	Komposit 2 (Akar)	7,626	1	7,6260	381,30
5	Komposit 3 (Akar)	9,586	1	9,5860	479,30
Rerata Akar					426,52
6	Komposit 1 (Batang)	2,956	1	2,9560	147,80
7	Komposit 2 (Batang)	2,229	1	2,2290	111,45

8	Komposit 3 (Batang)	4,743	1	4,7430	237,15
Rerata Batang					165,47

## B. Logam Mn (Mangan)

Tanah					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Parameter Awal	0,583	1	0,583	14,58
2	Wetland Endofit	0,635	1	0,635	15,88
3	Kontrol Endofit	0,473	1	0,473	11,83

Air					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/L)
1	Parameter Awal	0,559	1	0,559	0,56
2	Wetland Endofit	0,174	1	0,174	0,17
3	Kontrol Endofit	0,444	1	0,444	0,44

Tanaman					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Parameter Awal (Akar)	0,423	10	4,230	211,50
2	Parameter Awal (Batang)	1,160	1	1,160	58,00
3	Komposit 1 (Akar)	2,777	1	2,777	138,85
4	Komposit 2 (Akar)	1,634	2	3,268	163,40
5	Komposit 3 (Akar)	1,919	2	3,838	191,90
Rerata Akar					164,72
6	Komposit 1 (Batang)	0,984	10	9,840	492,00
7	Komposit 2 (Batang)	0,512	10	5,120	256,00

8	Komposit 3 (Batang)	0,728	10	7,280	364,00
Rerata Batang					370,67

### C. Logam Zn (Seng)

Tanah					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Parameter Awal	0,773	1	0,773	19,33
2	Wetland Endofit	0,526	1	0,526	13,15
3	Kontrol Endofit	0,687	1	0,687	17,18

Air					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/L)
1	Parameter Awal	0,408	1	0,408	0,41
2	Wetland Endofit	0,484	1	0,484	0,48
3	Kontrol Endofit	0,900	1	0,900	0,90

Tanaman					
No.	Nama Sampel	Pembacaan (mg/L)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Parameter Awal (Akar)	0,219	10	2,190	109,50
2	Parameter Awal (Batang)	0,978	1	0,978	48,90
3	Komposit 1 (Akar)	0,866	1	0,866	43,30
4	Komposit 2 (Akar)	0,217	10	2,170	108,50
5	Komposit 3 (Akar)	0,217	10	2,170	108,50
Rerata Akar					86,77
6	Komposit 1 (Batang)	0,768	1	0,768	38,40



7	Komposit 2 (Batang)	0,788	1	0,788	39,40
8	Komposit 3 (Batang)	0,959	1	0,959	47,95
Rerata Batang					41,92



## Lampiran 10: Dokumentasi



Proses aklimatisasi tanaman



Proses subkultur mikroorganisme



Proses perhitungan koloni



Proses persiapan media tanam



Proses inokulasi bakteri endofit



Preparasi sampel untuk uji logam

## RIWAYAT HIDUP

Alya Zakiyah Rahmayani, atau akrab disapa Alya, lahir di Sanggau, 27 Januari 1999. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Abang Muhammad Sofyan, S.E., M.Si dan Ibu Sri Sulastri. Menempuh pendidikan di MIN Teladan Sanggau tahun 2005-2011, SMPN 1 Sanggau tahun 2011-2014, SMAN 1 Sanggau tahun 2014-2017, dan melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selain kuliah penulis juga mengikuti organisasi di bidang non-akademik seperti ZeroWaste sebagai staff media. Tidak hanya dalam kegiatan non akademik, penulis juga turut serta dalam menjadi asisten laboratorium Praktikum Teknik Lingkungan II pada tahun 2020.

Pada bulan Januari 2021, penulis berkesempatan untuk belajar dan ikut serta dalam penelitian yang dibentuk oleh dosen dan melaksanakan penelitian di Rumah Kaca milik Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Laboratorium Kualitas Lingkungan untuk menyelesaikan studi di program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.