

**ANALISIS REDUKSI LOGAM BERAT PADA LIMBAH AIR TAMBANG NIKEL  
DI PT VALE INDONESIA TBK**



**TIARA**

**H041 20 1080**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**ANALISIS REDUKSI LOGAM BERAT PADA LIMBAH AIR TAMBANG NIKEL  
DI PT VALE INDONESIA TBK**

**TIARA**

**H041 20 1080**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**ANALISIS REDUKSI LOGAM BERAT PADA LIMBAH AIR TAMBANG NIKEL  
DI PT VALE INDONESIA TBK**

TIARA

H041 20 1080

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Biologi

pada

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SKRIPSI**

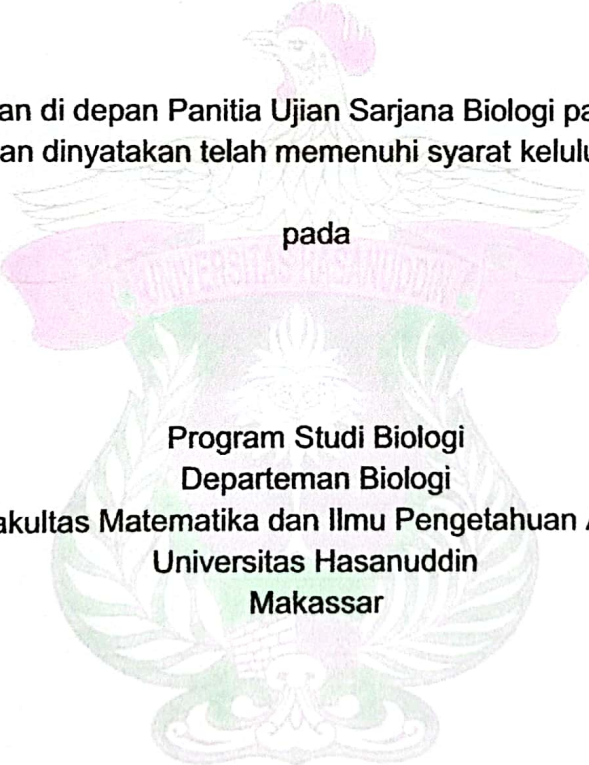
**ANALISIS REDUKSI LOGAM BERAT PADA LIMBAH AIR TAMBANG NIKEL  
DI PT VALE INDONESIA TBK**

**TIARA**  
**H041 20 1080**

Skripsi

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Biologi pada 07 Oktober 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada



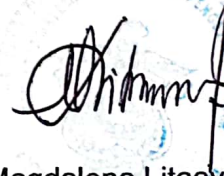
Program Studi Biologi  
Departemen Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ardieng, M.Si  
NIP 196507041992031004

Mengetahui:  
Ketua Program Studi



Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.  
NIP 196409291989032002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Reduksi Logam Berat Pada Limbah Air Tambang Nikel di PT Vale Indonesia Tbk" adalah benar karya saya dengan arahan Dr. Ambeng, M.Si sebagai pembimbing tugas akhir. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 07 Oktober 2024



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih-Nyalah sehingga skripsi dengan judul “Analisis Reduksi Logam Berat Pada Limbah Air Tambang Nikel di PT Vale Indonesia Tbk” dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan untuk menyelesaikan skripsi ini, antara lain kepada:

1. Pembimbing skripsi saya, Bapak Dr. Ambeng, M.Si yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian ini hingga penelitian ini dapat diselesaikan.
2. Tim penguji skripsi saya, Bapak Doddy Priosambodo, S.Si., M.Si, yang juga merupakan pembimbing akademik saya, serta ibu Dr. Juhriah, M.Si yang telah banyak memberikan masukan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan selama masa perkuliahan.
3. Ketua Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc
4. Seluruh bapak/ibu dosen, staff dan laboran yang telah memberikan banyak ilmu serta bantuan.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Tomalego dan Ibu Masniati. Saudara dan saudara tercinta Meltin, Iswanto dan Alfin yang telah banyak memberikan dukungan, kasih sayang dan mendoakan saya secara tulus sehingga diberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Muh. Firdaus Muttaqi dan Idiahstuty Lestari selaku PIC penulis di PT Vale yang telah banyak membimbing dan membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. Bapak Daniel dan seluruh *Analyst Process Technology Environment Laboratorium* yang telah membantu dalam melakukan analisis laboratorium di PT Vale.
8. Bapak Harun selaku PIC *area Nursery* atau Taman Kehati PT Vale Indonesia yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian di area tersebut.
9. Tim sampler *Environment* PT Vale Indonesia yang telah membantu penulis dalam melakukan pengambilan sampel di area PT Vale
10. Kepada seluruh bapak dan Ibu di Departemen *Environment and Permit Management*, serta seluruh pihak PT Vale Indonesia yang telah memberikan saya kesempatan dan bantuan selama melaksanakan penelitian ini di PT Vale.
11. Teman-teman Tugas Akhir di PT Vale Indonesia, Febby dan Muh. Fauzan Zulfany
12. Teman-teman PMKO Filadelfia MIPA\_Farmasi Unhas Esthy, Graciella, dan Priska yang telah mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman Biologi 2020 yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan lancar.

14. Serta berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberi informasi bagi para pembaca dan bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi semua.

Makassar, 07 Oktober 2024

Penulis

## ABSTRAK

**TIARA. Analisis Reduksi Logam Berat Pada Limbah Air Tambang Nikel di PT Vale Indonesia Tbk** (dibimbing oleh Dr. Ambeng, M.Si).

Limbah air tambang nikel mengandung logam berat seperti Cr(VI), Fe dan Ni yang bersifat toksik dan mudah larut. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan secara biologis adalah fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman untuk menyerap kontaminan logam berat. Agen fitoremediasi dapat berupa pohon, tanaman air dan rumput-rumputan seperti *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* L., *Vetiveria zizanioides*, *Cyperus rotundus*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat pada limbah air tambang nikel serta akumulasi logam berat pada bagian akar dan daun agen fitoremediasi. Proses analisis logam Cr(VI) dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Logam terlarut dianalisis menggunakan ICP-OES. Akumulasi logam berat pada agen fitoremediasi dilakukan dengan cara destruksi kering yang selanjutnya dianalisis menggunakan ICP-OES. Berdasarkan hasil penelitian, limbah air tambang nikel memiliki Cr(VI) sebesar 0.129 ppm. Penurunan kadar Cr(VI) tertinggi terjadi pada hari ke-5 dengan efektivitas 99.2% dengan menggunakan tanaman apu-apu *Pistia stratiotes* L. Penggunaan agen fitoremediasi mampu menurunkan kadar logam berat pada limbah air tambang. Akumulasi tertinggi Ni dan Fe terjadi pada bagian akar tanaman. Pada bagian akar logam berat akan lebih banyak diserap dibandingkan dengan bagian lainnya. Hal tersebut disebabkan adanya kontak langsung akar dengan media yang mengandung kontaminan logam berat.

**Kata Kunci:** Fitoremediasi; Logam Berat; Limbah Air Tambang; ICP-OES



## ABSTRACT

TIARA. **Analysis of Heavy Metal Reduction in Nickel Mine Wastewater at PT Vale Indonesia Tbk** (supervised by Dr. Ambeng, M.Si).

Nickel mine wastewater contains heavy metals such as Cr(VI), Fe, and Ni which are toxic and easily dissolved. One treatment that can be carried out biologically is phytoremediation, which uses plants to absorb heavy metal contaminants. Phytoremediation agents can be trees, aquatic plants, and grasses such as *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* L., *Vetiveria zizanioides*, *Cyperus rotundus*. This research aims to analyze the heavy metal content in nickel mine wastewater and the accumulation of heavy metals in the roots and leaves of phytoremediation agents. The Cr(VI) metal analysis was carried out using a UV-Vis spectrophotometer. Dissolved metals were analyzed using ICP-OES. The accumulation of heavy metals in phytoremediation agents was carried out by dry digestion which was then analyzed using ICP-OES. Based on research results, nickel mine wastewater has a Cr(VI) of 0.129 ppm. The highest reduction in Cr(VI) levels occurred on day 5 with an effectiveness of 99.2% using apu-apu *Pistia stratiotes* L. plants. The use of phytoremediation agents can reduce heavy metal levels in mine wastewater. The highest accumulation of Ni and Fe occurs in the plant roots. In the roots, more heavy metals will be absorbed than in other parts. This is due to direct contact of the roots with media containing heavy metal contaminants

**Keywords:** Phytoremediation; Heavy metal; Mine Water Waste; ICP-OES

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat .....	3
BAB II METODE PENELITIAN.....	4
2.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	4
2.2 Bahan dan Alat .....	4
2.3 Metode Penelitian .....	4
2.4 Pelaksanaan Penelitian.....	4
2.5 Pengamatan dan Pengukuran .....	5
2.6 Analisis Data .....	6
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....	7
3.1 Konsentrasi Awal Kandungan Limbah Air Tambang.....	7

3. 2 Konsentrasi Cr(VI) Dalam Limbah Air Tambang .....	7
3. 3 Konsentrasi Logam Terlarut Fe dan Ni Dalam Limbah Air Tambang .....	10
3.4 pH Limbah Air Tambang .....	13
3.5 Morfologi Agen Fitoremediasi .....	14
3.6 Akumulasi Logam Berat Pada Agen Fitoremediasi .....	17
BAB IV KESIMPULAN .....	19
4.1 Kesimpulan .....	19
4.2 Saran .....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN .....	25

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Hasil uji awal kandungan limbah.....	7
2. Morfologi Agen Fitoremediasi .....	14

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Analisis Reduksi Logam Berat Cr(VI) Pada Limbah Air Tambang Nikel di PT Vale Indonesia Tbk.....	8
2. Efektivitas Reduksi Cr(VI) selama 14 hari proses fitoremediasi .....	9
3. Konsentrasi Fe selama 14 hari proses fitoremediasi.....	10
4. Konsentrasi Ni selama 14 hari proses fitoremediasi.....	12
5. pH air selama 14 hari proses fitoremediasi .....	13
6. Panjang Akar Agen Fitoremediasi .....	16
7. Konsentrasi Fe selama 14 hari proses fitoremediasi.....	17
8. Konsentrasi Ni selama 14 hari proses fitoremediasi.....	17

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Perhitungan Efektivitas Cr(VI).....	25
2. Dokumentasi Kegiatan.....	28

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki berbagai sumber daya alam berupa tambang serta bahan galian mineral logam dan non logam. Sumber daya alam tersebut dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas hidup masyarakat. Akan tetapi, terdapat berbagai tantangan yang dihadapi saat ini untuk memanfaatkan sumber daya alam dalam sektor pertambangan. Industri pertambangan dapat melakukan hilirisasi hasil tambang dengan cara mengolah hasil tambang menjadi produk setengah jadi atau menjadi produk jadi, sehingga meningkatkan nilai jual tinggi (Yasin et al., 2021).

PT Vale Indonesia Tbk merupakan salah satu perusahaan tambang nikel yang terletak di Sorowako, Sulawesi Selatan. Penambangan nikel PT Vale Indonesia Tbk menggunakan sistem penambangan terbuka dengan metode *Open Cast Mining* dengan cara membuka lahan baru untuk memperoleh bijih nikel. Selama proses kegiatan penambangan bijih nikel akan menghasilkan air limbah yang mengandung logam berat. Limbah tersebut berasal dari air limpasan area tambang, pencucian kendaraan tambang, aktivitas pencucian hasil tambang, pemeliharaan dan perawatan peralatan, serta proses produksi (Safitri et al., 2021). Limbah air tambang nikel mengandung berbagai logam berat yang berbahaya dan mudah larut diantaranya Nikel (Ni), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Besi (Fe), Arsen (As), dan Mangan (Mn). Adanya logam berat tersebut akan meningkatkan risiko kesehatan manusia dan pencemaran bagi lingkungan (Bartzas et al., 2021). Kandungan logam berat yang berada pada lingkungan perairan akan menimbulkan penurunan kualitas air. Hal tersebut disebabkan oleh sifat logam berat yang tidak dapat terurai dan mudah diabsorpsi. Logam berat akan terakumulasi dalam air dan perlahan-lahan turun mengendap dan terakumulasi di sedimen (Wali et al., 2020).

Logam berat yang banyak ditemukan pada limbah air tambang nikel berupa Nikel, Besi dan Cr(VI). Nikel (Ni) merupakan logam berat non-esensial yang bersifat beracun bila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dalam jumlah yang besar. Pada manusia akumulasi nikel secara terus menerus akan menyebabkan masalah kesehatan seperti kanker, gangguan pernafasan dan merusak organ hati (Muwarni, 2019). Logam besi (Fe) merupakan unsur komponen biologis bagi makhluk hidup. Paparan dan akumulasi besi secara berlebihan akan meningkatkan resiko kesehatan dan dapat menjadi sumber pencemar bagi lingkungan (Silviana et al., 2020). Kandungan Cr(VI) *chromium hexavalent* juga banyak ditemukan pada limbah air tambang nikel. Logam Cr(VI) berada dalam keadaan teroksidasi tidak stabil dan berisiko tinggi bagi kesehatan karena bersifat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker dan mutagen bagi organisme hidup (Majalis et al., 2022). Kadar logam berat pada limbah air tambang dipengaruhi oleh cuaca, pH, metode dan teknologi pengolahan limbah, serta paparan sinar matahari pada penampungan limbah sebelum pengolahan (Marzuki, 2016).

Salah satu bentuk pengolahan limbah air tambang dapat dilakukan dengan pembuatan *settling pond* untuk mengendapkan air limbah. *Settling pond* dibuat dengan sistem labirin untuk memperlambat laju air serta memaksimalkan pengolahan yang ada (Safitri et al., 2021). Pengolahan air limbah dengan *settling pond* berfungsi untuk menampung air tambang dan mengendapkan partikel-partikel padatan yang terdapat

dalam air. Sehingga diharapkan menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan (Wahyudin et al., 2018). Pengolahan logam berat yang terdapat dalam air limbah tambang dapat juga dilakukan secara kimiawi. Reduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) dapat menggunakan ferro sulfat dengan memanfaatkan ion Fe(II) yang terkandung didalamnya. Ferro sulfat juga berperan sebagai koagulan yang dapat mengendapkan logam terlarut dan padatan-padatan tersuspensi (Majalis et al., 2020). Namun, penggunaan Ferro Sulfat dalam dosis koagulan yang tinggi akan menurunkan efisiensi BOD dan COD. Hal tersebut disebabkan penambahan dosis bahan koagulan sehingga terjadi penambahan ion-ion dengan muatan yang berlawanan yang dapat menimbulkan destabilisasi yang awalnya stabil menjadi tidak stabil. Selain itu, penambahan dosis koagulan secara berlebih juga menyebabkan partikel menggumpal (Lolo & Pambudi, 2020).

Secara biologis, pengolahan limbah air tambang yang mengandung logam berat dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknologi yang memanfaatkan tanaman untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat yang terdapat pada lingkungan tercemar sehingga lingkungan tersebut tidak bersifat toksik lagi. Tanaman yang digunakan memiliki kemampuan cepat tumbuh dan toleran pada lingkungan yang mengandung logam berat. Kemampuan adaptasi yang tinggi juga digunakan sebagai strategi kelangsungan hidup tanaman sehingga memungkinkan menyerap nutrisi yang diperlukan dan dapat tumbuh pada lingkungan yang mencekam. Keberhasilan pemanfaatan agen fitoremediasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu, tingkat toksisitas, suhu, pH, dan karakteristik tanaman (Zhang et al., 2024). Agen fitoremediasi yang digunakan dapat berupa pohon, tanaman air, dan rumput-rumputan yang mampu menyerap logam berat pada air limbah. Spesies tanaman air yang dapat digunakan adalah eceng gondok *Eichhornia crassipes* dan apu-apu *Pistia stratiotes* L. yang memiliki potensi untuk mengolah air limbah yang mengandung logam berat. Tanaman tersebut memiliki kemampuan toleransi yang tinggi sehingga mampu hidup pada lingkungan yang tercemar (Savira & Fitrihidajati, 2024). Apu-apu *Pistia stratiotes* L. memiliki kemampuan menyerap logam berat Cu, Fe, Cd, dan Pb yang terakumulasi pada jaringan akar. Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya tekanan akar, kapilaritas dan transpirasi (Oktaviani et al., 2020).

Penelitian Safitri et al., 2021 menemukan bahwa eceng gondok *Eichhornia crassipes* mampu mengabsorpsi logam Cr(VI) dengan efektivitas 48.04%. Penelitian Nursari et al., 2019 mendapatkan efektivitas tertinggi penyerapan Cr(VI) sebesar 63.39% pada tanaman eceng gondok *Eichhornia crassipes* pada fase tumbuh sedang. Tanaman vetiver *Vetiveria zizanoides* memiliki potensi untuk menyerap dan mengakumulasi As, Cd, Cu, Pb, Fe, Zn, Ni dan logam lainnya (Mishra & Chandra, 2022). Pada penelitian Velasco-Arroyo et al., 2024 mendapatkan bahwa tanaman rumput teki *Cyperus rotundus* mampu menyerap Cu sebesar 45%. Selain itu, rumput teki *Cyperus rotundus* juga mampu mengakumulasi As, Cd, Cu, Fe, Ni, Zn dan Pb. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan mengetahui kadar logam berat yang berasal dari limbah air tambang nikel serta mengetahui efektivitas dan akumulasi logam berat dari berbagai agen fitoremediasi dalam menurunkan kadar logam berat pada limbah air tambang.



## **1.2 Tujuan**

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kandungan logam berat pada limbah air tambang nikel
2. Menganalisis akumulasi logam berat pada bagian akar dan daun agen fitoremediasi.

## **1.3 Manfaat**

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi untuk mengetahui efektivitas penggunaan tumbuhan dalam menurunkan kadar logam berat pada limbah air tambang nikel di PT Vale Indonesia Tbk.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Mei 2024 yang bertempat di Nursery PT Vale Indonesia Tbk. Analisis logam berat dilakukan di *Process Technology Environment Laboratorium* PT Vale Indonesia Tbk. Analisis data dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

### 2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah air dari *Proses Plant 2 Pond*, Eceng Gondok *Eichhornia crassipes*, Tanaman Apu-Apu *Pistia stratiotes* L., Vetiver *Vetiveria zizanioides*, Rumput Teki *Cyperus rotundus*, HNO<sub>3</sub>, Diphenyl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 40%, kertas saring Whatman, dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, mortal dan pastel, botol sampel, oven, timbangan digital, hot plate, labu takar 50 ml, labu takar 200 ml, *test tube*, kuvet, corong, pipet tetes, gelas beker, ICP-OES, spektrofotometer UV-Vis, wadah, dan alat tulis.

### 2.3 Metode Penelitian

#### 2.3.1 Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran umum dari lokasi pengambilan sampel ataupun penelitian sehingga memperoleh data representatif. Pengambilan sampel air dilakukan di lokasi *Process Plant 2 Pond*. Karena hasil limbah air tambang pada lokasi tersebut masih berada di atas baku mutu khususnya untuk parameter Cr (VI).

#### 2.3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium yang bersifat eksperimental untuk menganalisis kemampuan agen fitoremediasi dalam menurunkan logam berat pada air tambang nikel. Penelitian ini menggunakan sistem *batch* selama proses fitoremediasi.

### 2.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 2.4.1 Pemilihan Tanaman dan Pengambilan Sampel Air

Pemilihan sampel tanaman menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan karakter tertentu. Tanaman yang dipilih memiliki akar yang panjang, daun berwarna hijau dan segar. Tanaman yang memiliki akar yang lebih panjang dan lebar mampu menyerap lebih banyak logam berat (Nursari et al., 2019).

Sampel air diambil dari *outlet Process Plant 2 Pond* yang merupakan salah satu dari *control point* yang ada di PT Vale Indonesia. Sampel yang diambil sebanyak 84 liter air.

#### 2.4.2 Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi dilakukan sebagai metode awal untuk menyiapkan tumbuhan sehingga mampu beradaptasi dengan lingkungan tumbuh pada perlakuan fitoremediasi. Hasil pertumbuhan yang baik setelah proses aklimatisasi diketahui melalui kondisi fisik tanaman yang berwarna hijau dan tidak layu. Proses aklimatisasi

dilakukan selama 21 hari dengan mengadaptasikan tumbuhan pada media air sumur. Tanaman yang tidak layu dan berwarna hijau segar akan dilanjutkan ke tahapan fitoremediasi pada media limbah air tambang.

#### **2.4.3 Pengolah Sampel Menggunakan Metode Fitoremediasi**

Sampel air dimasukkan sebanyak 7 liter ke dalam wadah yang memiliki panjang 30 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 30 cm. Kemudian tanaman uji coba dimasukkan ke dalam wadah dengan berat basah 200 gr. Metode fitoremediasi dilakukan selama 14 hari. Pada hari ke-0, 5, 9, dan 14 akan dilakukan pengambilan sampel air sebanyak 500 ml menggunakan botol sampel untuk dianalisis kadar pH, Cr(VI), Ni dan Fe pada setiap sampel. Pada Hari ke-0, 7 dan 14 akan dilakukan pengukuran morfologi tanaman berupa panjang akar tanaman. Kandungan logam berat Ni dan Fe pada agen fitoremediasi akan dilakukan pengukuran diawal sebelum perlakuan dan setelah 14 hari diberi perlakuan.

### **2.5 Pengamatan dan Pengukuran**

#### **2.5.1 Pengukuran pH Air**

Pengukuran pH air dilakukan dengan metode SNI 06-6989.11-2004 mengenai Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Pengukuran pH air menggunakan pH meter. Sebelum pH meter digunakan akan dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan penyangga 4, 7 dan 10. Kemudian elektroda dikeringkan dengan tisu dan dibilas dengan aquades. Elektroda pH meter dicelupkan ke dalam sampel air sampai menunjukkan pembacaan yang tetap. Nilai yang diperoleh dibaca dan dicatat.

#### **2.5.2 Pengukuran Cr(VI) Pada Sampel Air**

Pengujian logam berat Cr(VI) dilakukan berdasarkan SNI 6989.71:2009 mengenai Air dan Air Limbah – Bagian 71: Cara uji krom heksavalen (Cr-VI) dalam contoh uji secara spektrofotometri. Sampel air diambil sebanyak 300 ml. kemudian disaring menggunakan peralatan vakum. Filtrat yang diperoleh dipindahkan ke labu ukur 50 ml hingga tanda batas. Kemudian filtrat ditetesi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 30% sebanyak 3 tetes dan Diphenyl sebanyak 1.5 ml. Selanjutnya filtrat dihomogenkan dan didiamkan selama 10 menit. Filtrat akan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### **2.5.3 Pengukuran Logam Berat Terlarut Pada Sampel Air**

Pengujian logam terlarut dilakukan dengan metode APHA 3120 yang dianalisis menggunakan ICP-OES. Sampel air diambil sebanyak 300 ml. Kemudian disaring menggunakan peralatan vakum. Filtrat yang diperoleh dimasukkan ke dalam *test tube* dan akan dianalisis menggunakan ICP-OES dengan cara filtrat pada *test tube* disambungkan dengan selang yang terhubung ke alat.

#### **2.5.4 Pengukuran Logam Berat Terlarut Pada Agen Fitoremediasi**

Pengujian logam berat terlarut dilakukan dengan metode APHA 3120 yang dianalisis menggunakan ICP-OES dengan preparasi sampel metode destruksi kering. Tanaman eceng gondok *Eichhornia crassipes*, apu-apu *Pistia stratiotes* L., vetiver *Vetiveria zizanioides*, dan rumput teki *Cyperus rotundus* dicabut dan dipisahkan bagian akar dan daun. Kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Sampel dipotong kecil-kecil dan dikeringkan menggunakan oven selama 12 jam pada suhu 80 °C. Sampel digerus menggunakan mortal hingga halus. Kemudian sampel diayak. Sampel ditimbang sebanyak 0.3 gr. Setelah itu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> sebanyak 10 ml. Sampel dipanaskan menggunakan hot plate hingga larutan menjadi jernih. Sampel disaring menggunakan corong dan kertas saring. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 200 ml dan

ditambahkan aquades hingga tanda batas. Filtrat yang telah diperoleh dipindahkan ke test tube dan akan dianalisis menggunakan ICP-OES dengan cara filtrat pada test tube disambungkan dengan selang yang terhubung ke alat.

### **2.5.5 Pengukuran Morfologi Agen Fitoremediasi**

Pengamatan morfologi tanaman dilakukan di awal sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan hari ke-7 dan 14. Parameter pengukuran morfologi tanaman berupa panjang akar. Panjang akar diukur menggunakan penggaris dari pangkal akar sampai ujung akar.

### **2.5.6 Efektivitas Penurunan Kadar Logam Berat**

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh dapat dihitung efektivitas penurunan logam berat dengan rumus (Devega et al., 2019):

$$E(\%) = \frac{(S_o - S)}{S_o} \times 100\%$$

Keterangan

E : Efisiensi (%)

S<sub>o</sub> : Kadar logam berat sebelum perlakuan (Awal)

S : Kadar Logam berat setelah perlakuan (Akhir)

## **2.6 Analisis Data**

Data hasil penelitian yang telah diolah disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik.