

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terkenal sebagai negara maritim karena wilayah lautannya lebih luas daripada daratan serta kekayaan sumber daya alamnya, salah satunya hasil laut yang sangat melimpah (Arianto, 2017). Indonesia merupakan habitat bagi makhluk hidup terdiri dari hutan tropis, perairan darat, dan laut. Salah satu tumbuhan tropis di laut antara lain adalah lamun (Putri et al., 2023). Di Indonesia terdapat 12 jenis lamun yang tersebar di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia, dengan perkiraan luas mencapai 30.000 km² (Muzani et al., 2020).

Keberadaan lamun di perairan pesisir umumnya membentuk ekosistem padang lamun yang memiliki fungsi ekologis penting. Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem perairan dangkal yang produktif dan merupakan pendukung ekosistem laut, karena berada di pesisir serta berhubungan dengan darat dan laut (Brenda et al., 2019). Padang lamun memainkan peran penting dalam kehidupan masyarakat, terutama masyarakat pesisir. Padang lamun menyediakan layanan ekosistem yang berharga, termasuk stabilisasi sedimen dan penyimpanan karbon (Murphy et al., 2021). Padang lamun juga memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga populasi ikan dan biota di suatu perairan secara tidak langsung melalui sebuah rantai makanan (Akhila et al., 2023), namun padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang paling terdampak oleh aktivitas manusia seperti pencemaran laut sehingga membutuhkan pengelolaan dan perlindungan yang lebih baik (Murphy et al., 2021).

Pencemaran laut merupakan masalah yang sangat serius untuk ditangani karena tidak hanya merusak lingkungan namun juga ekosistem. Salah satu indikator gangguan lingkungan di laut adalah logam berat dalam perairan yang berasal dari kegiatan manusia maupun alam, serta logam berat yang dapat membentuk senyawa toksik (Putra et al., 2019). Keberadaan logam berat di perairan laut menjadi perhatian karena sifatnya yang sulit terurai secara alami. Logam berat bersifat akumulatif di lingkungan, sehingga masuknya logam berat ke badan air menyebabkan logam berat tersebut terakumulasi dalam organisme, perairan, maupun sedimen (Adiningtyas et al., 2023). Logam berat dalam suatu perairan dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk berbagai proses metabolisme tetapi jika logam berat tersebut berlebihan akan menyebabkan keracunan. Logam berat dikatakan sebagai pencemar apabila keberadaannya melewati batas baku mutu (Permata et al., 2018).

Pencemaran logam berat dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap lingkungan perairan terutama organisme yang hidup di dalamnya (Roza dan Muhelni, 2019), selain itu, logam berat juga dapat menimbulkan gangguan pada manusia dan ekosistem serta penurunan kualitas perairan laut. Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 g/cm³ (Zamani et al., 2018). Logam berat yang sering terdapat dalam pencemaran air adalah Hg, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, dan Zn dalam bentuk senyawa toksik (Tarigan dan Edward, 2023).

Nikel merupakan unsur logam yang terbentuk secara alami dan paling sering ditemukan di kerak bumi. Nikel sangat dibutuhkan oleh banyak industri, seperti industri baja tahan karat (*stainless steel*), baterai, logam paduan, dan pelapisan logam (Radhica dan Wibisana, 2023). Menurut Li et al (2016) logam berat nikel merupakan logam esensial yang dibutuhkan tanaman karena berperan sebagai kofaktor enzim urease. Lingkungan perairan umumnya memiliki konsentrasi nikel yang rendah. Kelebihan logam nikel dapat menyebabkan berbagai efek buruk pada kesehatan paru, seperti peradangan paru, fibrosis, emfisema, dan tumor pada manusia (Damayanty et al., 2023).

Logam berat tembaga termasuk logam esensial jika kadarnya rendah, namun tergolong berbahaya dalam konsentrasi yang tinggi (Rahayu dan Purnomo 2022). Cemaran tembaga di perairan diakibatkan karena meningkatnya penggunaan logam tembaga pada pestisida dan pembuangan limbah ke perairan. Logam berat tembaga yang berada di lingkungan akan terakumulasi pada air dan sedimen dasar perairan (Juniar et al., 2022). Logam tembaga juga digunakan sebagai campuran cat anti korosi, pengawet kayu yang banyak di gunakan kapal-kapal nelayan yang seiring berjalan waktu akan masuk ke dalam perairan dan terdeposit ke sedimen (Alfadillah et al., 2024). Sedimentasi merupakan salah satu proses yang disebabkan oleh alam dan artifisial manusia yang dapat memberikan perubahan tatanan ekosistem (Rustiah et al., 2019). Perpindahan logam berat yang terlarut dari badan air ke dalam sedimen terjadi apabila terdapat material organik pada permukaan sedimen yang akan mengikat logam tersebut (Rustiah et al., 2019).

Sumber logam berat bisa berasal dari aktivitas manusia di laut maupun di darat. Aktivitas di laut berasal dari pembuangan sampah-sampah, air ballast dari kapal, kecelakaan kapal tanker dan lain-lain, sedangkan aktivitas manusia di darat dapat berasal dari limbah-limbah domestik, limbah perkotaan, pertambangan, pertanian dan perindustrian serta asap-asap kendaraan (Roza dan Muhelni, 2019). Logam berat memiliki sifat yang sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai. Logam berat mudah terlarut dalam air, kemudian mengendap ke sedimen, serta dapat terakumulasi dalam tubuh biota perairan (Alfadillah et al., 2024). Dalam organisme hidup, logam berat dapat mengalami proses biomagnifikasi dan bioakumulasi. Biomagnifikasi adalah proses masuknya zat kimia dari lingkungan melalui rantai makanan yang menyebabkan tingkat zat kimia yang tinggi dalam organisme, sementara bioakumulasi terjadi ketika pencemar dalam organisme berada dalam konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di lingkungan sekitarnya. Proses ini dapat terjadi melalui beberapa jalan, seperti melalui saluran pernapasan, saluran makanan, dan kulit (Silaen et al., 2025).

Secara alami keberadaan tumbuhan akuatik dalam perairan berfungsi sebagai penyaring dan pengolah air (Irawanto dan Prastiwi, 2019), sehingga pencemaran logam berat dapat diatasi, salah satu metode yang aplikatif dan mampu menangani masalah pencemaran logam berat adalah fitoremediasi (Juhriah et al., 2023). Fitoremediasi adalah bentuk bioremediasi, yang menggunakan proses biologis untuk detoksifikasi situs yang tercemar (Prasetyo, 2021). Fitoremediasi merupakan suatu

sistem dimana tumbuhan itu sendiri dapat menyerap, mengambil, dan mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi berkurang kadarnya, atau menjadi tidak berbahaya, atau bahkan menjadi bahan yang dapat digunakan kembali. Selain itu, fitoremediasi merupakan cara yang efektif karena tidak memerlukan biaya yang mahal dan dilakukan secara alami sehingga dapat diterapkan secara langsung pada lahan tercemar (Irawanto dan Prastiwi, 2019).

Fitoremediasi berfokus pada kemampuan tanaman untuk mentoleransi polutan lingkungan secara unik. Tanaman-tanaman ini dapat didefinisikan sebagai akumulator, hiperakumulator, ekskluder, atau indikator. Tanaman akumulator secara aktif menyerap logam ke dalam biomassa di atas tanah dan hiperakumulator merupakan tanaman yang dapat menyerap logam lebih dari 1% dari berat keringnya. Tanaman ekskluder secara selektif tidak mengambil logam dan sebaliknya dapat mengamankan logam di rizosfer melalui pengendapan sedangkan tanaman indikator mengambil logam dalam jumlah yang cukup sehingga mencapai keseimbangan dengan lingkungan sekitarnya (Putri et al., 2023).

Fitoremediasi melibatkan berbagai mekanisme untuk meremediasi kontaminan logam yang ada di air dan mengubahnya menjadi tidak beracun, yang pertama, rhizodegradasi memungkinkan akar tanaman menyerap kontaminan melalui proses adsorpsi dan absorpsi, efektif untuk meremediasi polutan di badan air. Selanjutnya, fitoekstraksi berfungsi sebagai pengangkut kontaminan dari lingkungan ke dalam tanaman, dimana unsur-unsur logam akan diserap dan ditumpuk di berbagai organ. Fitoakumulasi merupakan mekanisme penyerapan logam berat oleh tumbuhan yang dilakukan melalui akar kemudian ditranslokasikan ke batang atau daun, fitoakumulasi dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti pH, salinitas, dan suhu. Terakhir, fitovolatilisasi yang merupakan proses pembuangan kontaminan yang terakumulasi dari daun ke atmosfer melalui transpirasi, di mana dalam proses ini kontaminan diubah menjadi bentuk larut yang aman selama proses pengangkutannya dari akar ke daun di sepanjang molekul air. Logam akan terakumulasi di epidermis daun dimana kemudian akan dikeluarkan dari tanaman ke lingkungan (Nursagita dan Sulistyaning, 2021). Potensi fitoremediasi tanaman umumnya dievaluasi dengan menentukan faktor biokonsentrasi (BCF), yang digambarkan sebagai rasio konsentrasi polutan di bagian tanaman dengan konsentrasi polutan di media, dan faktor translokasi (TF), yang didefinisikan sebagai rasio akumulasi unsur akumulasi unsur pada pucuk tanaman dibandingkan dengan akar (Putri et al., 2023).

Lamun tergolong tumbuhan tingkat tinggi dan berbunga (*Angiospermae*) yang sudah sepenuhnya menyesuaikan diri hidup terbenam di laut dangkal (Brenda et al., 2019). Ciri morfologi lamun yaitu memiliki daun, batang/rhizoma dan akar serta dapat berkembang biak secara generatif menggunakan biji dan vegetatif menggunakan tunas (Nor et al., 2024). Morfologi lamun dapat digunakan sebagai bioakumulator dan bioindikator pencemaran logam berat yang berasal dari perairan dan sedimen karena lamun dapat mengakumulasi logam berat (Triyanto et al., 2024). Menurut Zamani et al (2018) logam berat masuk ke dalam lamun melalui dua cara. Cara

pertama logam berat berasal dari perairan laut di sekitar lamun, kemudian masuk ke dalam jaringan daun lamun. Sementara itu, cara kedua logam berat berasal dari translokasi air akropetal di sedimen ke dalam akar dan kemudian menuju ke daun lamun. Spesies lamun yang sering digunakan sebagai bioindikator logam di perairan adalah *Enhalus acorides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Halophila* sp. (Ismarti et al., 2017).

Thalassia hemprichii (*T. hemprichii*) merupakan salah satu jenis lamun yang banyak ditemukan di perairan tropis. *T. hemprichii* dapat dijumpai pada berbagai substrat dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap variasi lingkungan (Noviarini dan Ermavitalini, 2015). Menurut Harum et al (2023) ciri khusus lamun *T. hemprichii* yaitu memiliki daun yang berbentuk oval, daun yang tidak tebal, akar yang sangat halus, batang yang berwarna putih kehijauan dengan rhizoma yang berbentuk horizontal dan beruas-ruas.

Penelitian terkait mengenai akumulasi logam berat pada lamun *T. hemprichii* di Pulau Kelapa Dua yang dilakukan oleh Triyanto et al (2024) menunjukkan bahwa kandungan Pb di air berkisar antara 0,53-1,22 ppm dan nilai tertinggi pada daun lamun yang mencapai 14,5-28 ppm, hal ini menunjukkan lamun *T. hemprichii* terbukti dapat berfungsi sebagai akumulator yang efektif, dengan kemampuan yang tinggi dalam menyerap dan mengakumulasi timbal. Penelitian lain menggunakan lamun *Enhalus acorides* di perairan Batam, Kepulauan Riau, menunjukkan bahwa lamun *Enhalus acorides* dapat berfungsi sebagai indikator dan memiliki kemampuan akumulasi terhadap logam berat Cu dan Pb dengan akumulasi tertinggi terjadi pada bagian daun, dengan kandungan Cu mencapai 10,81 mg/kg dan kandungan Pb mencapai 5,98 mg/kg, dengan nilai TF yang menunjukkan kemampuan lamun *Enhalus acorides* untuk mentranslokasikan Cu lebih tinggi dibandingkan Pb (Ismarti et al., 2017). Penelitian lain oleh Sidi et al (2018) dengan parameter uji logam Cd, Cu, Ni, Pb, dan Zn di muara Beting Merambong, Selat Johor, Malaysia menunjukkan bahwa lamun *Enhalus acorides* berpotensi sebagai bioindikator dan agen fitoremediasi karena dapat mengakumulasi logam pada konsentrasi lebih tinggi di daun dan rimpangnya dibanding akar dengan nilai TF lebih besar dari 1.

Lamun *T. hemprichii* berfungsi sebagai pendukung fungsi ekosistem wilayah pesisir dimana spesies lamun ini merupakan salah satu spesies lamun yang banyak ditemukan di Pulau Barrang Lompo, Sulawesi Selatan. Pulau Barrang Lompo secara astronomis terletak pada 119° 19' 38" – 119° 19' 54" BT dan 5° 2' 44" – 5° 3, 5" LS (Nyompa et al., 2018) dan memiliki luas sekitar 20.64 ha, terletak sekitar 12 km sebelah barat Kota Makassar dan berada di kawasan Kepulauan Spermonde (Hadi et al., 2024). Pulau Barrang Lompo termasuk area kepulauan yang identik dengan banyaknya aktivitas manusia seperti jalur transportasi laut, tumpahan minyak bahan bakar kapal, dan buangan limbah rumah tangga yang menjadi sumber pencemaran logam berat sehingga akan berpengaruh terhadap ekosistem yang ada. Namun demikian, kajian yang secara khusus menganalisis akumulasi logam Ni dan Cu pada lamun *T. hemprichii*, terutama yang mengaitkan distribusi logam pada air, sedimen, dan bagian jaringan lamun masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang membahas mekanisme fitoremediasi Ni dan Cu pada lamun *T. hemprichii* di wilayah pesisir dengan

aktivitas manusia yang tinggi seperti pada pulau Barrang Lompo masih jarang dilakukan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya telah dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis kemampuan lamun *T. hemprichii* dalam mengakumulasi logam dan menentukan kandungan logam berat nikel dan tembaga pada air, sedimen dan lamun *T. hemprichii* serta menganalisis mekanisme akumulasi logam Ni dan Cu pada lamun *T. hemprichii* di pesisir pulau Barrang Lompo dengan menggunakan metode standar adisi dan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana kemampuan lamun *T. hemprichii* dalam mengakumulasi logam berat Ni dan Cu?
2. berapa kandungan logam berat Ni dan Cu pada air, sedimen, dan lamun *T. hemprichii*?
3. bagaimana mekanisme akumulasi logam berat Ni dan Cu pada lamun *T. hemprichii*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menganalisis kemampuan lamun *T. hemprichii* dalam mengakumulasi logam berat Ni dan Cu
2. menentukan kandungan logam berat Ni dan Cu pada air, sedimen, dan lamun *T. hemprichii*?
3. menganalisis mekanisme akumulasi logam berat Ni dan Cu pada lamun *T. hemprichii*

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai peran lamun sebagai bioindikator lingkungan perairan yang tercemar logam Ni dan Cu, serta memberikan data empiris mengenai kadar logam berat tersebut pada air, lamun dan sedimen di pesisir Pulau Barrang Lompo. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan mekanisme akumulasi logam berat pada lamun sehingga dapat menjadi acuan untuk pengembangan strategi konservasi ekosistem lamun. Pemanfaatannya dalam bioremediasi, dan mendukung pengambilan kebijakan dalam upaya mitigasi pencemaran logam berat di wilayah pesisir.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air laut, sedimen, dan lamun *T. hemprichii* yang diperoleh dari pesisir Pulau Barrang Lompo, padatan $\text{Ni}(\text{NO}_2)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck), larutan H_2O_2 30% (Merck), padatan $\text{Cu}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Merck), HNO_3 65% (Merck), kertas saring *whatman* No. 42, akuabides, kertas pH, gas asetilen (C_2H_2), dan *tissue roll*.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *water sampler*, botol polietilen (PE), pipa paralon, plastik *ziplock*, *cool box*, instrumen spektrofotometer serapan atom *Buck Scientific* 502, oven, *hot plate*, neraca analitik, batang pengaduk, sendok tanduk, mortar, alu, dan alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

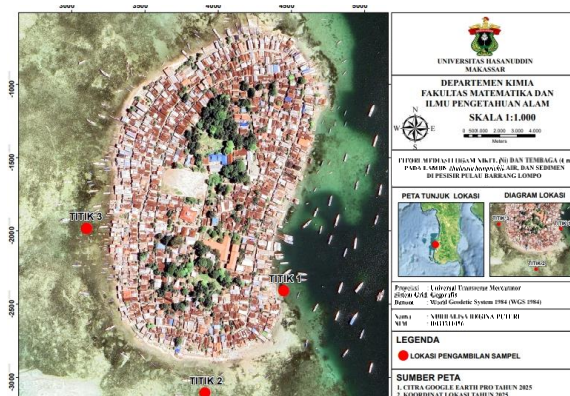
2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan April-Juni 2025. Sampel diambil di pesisir laut Pulau Barrang Lompo, Kelurahan Barrang Lompo, Kecamatan Kepulauan Sangakarrang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Sampel dilakukan pengambilan pada 3 titik di daerah pesisir Pulau Barrang Lompo penentuan titik didasarkan pada persebaran dan keberadaan lamun *T. hemprichii*.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Lokasi	Keterangan	Koordinat
Titik 1	Dermaga Pulau Barrang Lompo	(-5.0502520, 119.3304531)
Titik 2	Dekat PLN	(-5.0526098, 119.3290839)
Titik 3	Kawasan padat penduduk	(-5.0491606, 119.3268741)

2.4.2 Pengambilan Sampel (Air, Sedimen, dan Lamun)

2.4.2.1 Pengambilan Sampel Air (SNI 8995:2021)

Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 1 meter di bawah permukaan air. Sampel air sebanyak 1 liter diambil dengan menggunakan *water sampler* pada tiap stasiun sebanyak tiga kali pengulangan. Sampel air kemudian dimasukkan ke dalam botol PE dan diawetkan dengan HNO_3 hingga pH mencapai ≤ 2 , selanjutnya botol sampel dimasukkan ke dalam *cool box* sebelum dianalisis di laboratorium.

2.4.2.2 Pengambilan Sampel Sedimen (Riyanti et al., 2019)

Sampel sedimen sebanyak 500 gram diambil dengan menggunakan pipa paralon pada tiap stasiun sebanyak tiga kali pengulangan dan dimasukkan dalam *ziplock*. Sampel sedimen yang diperoleh kemudian disimpan dalam *cool box* sebelum dianalisis di laboratorium.

2.4.2.3 Pengambilan Sampel Lamun (SNI 8910:2021)

Pengambilan sampel lamun (daun dan akar) dilakukan secara manual dengan cara dicabut hingga ke akar kemudian dibersihkan dan dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* dan diletakkan dalam *cool box* untuk dianalisis di laboratorium. Pengambilan dilakukan secara acak (*sampling probability*) dimana teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel yang memungkinkan setiap individu lamun dalam populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel.

2.4.3 Preparasi Sampel

2.4.3.1 Preparasi Sampel Air (SNI 8995:2021)

Sampel air dipipet sebanyak 100 mL ke dalam gelas kimia 250 mL kemudian ditambahkan 5 mL HNO_3 65% lalu dipanaskan secara perlahan hingga sisa volumenya 15 mL dan didinginkan. Filtrat sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring *whatman* No. 42 ke dalam labu ukur 50 mL, lalu diatur pH sampel menjadi pH 2 dengan menambahkan HNO_3 , setelah itu ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan lalu dianalisis dengan menggunakan SSA.

2.4.3.2 Preparasi Sampel Sedimen (SNI 8910:2021)

Sampel sedimen dikeringkan pada suhu ruang kemudian digerus. Sampel yang sudah digerus ditimbang sebanyak 1 g kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL lalu ditambahkan HNO_3 6 M sebanyak 5 mL dan H_2O_2 30% sebanyak 5 mL setetes demi setetes melalui dinding gelas kimia lalu diaduk hingga rata. Sampel kemudian dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 110 °C hingga larut lalu diangkat dan didinginkan. Sampel kemudian ditambahkan akuabides sebanyak 10 mL lalu disaring menggunakan kertas saring *whatman* No. 42, filtrat sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL lalu diatur pada pH 2 dengan menambahkan HNO_3 0,5 M. Setelah itu, dihomogenkan hingga tanda batas dan homogenkan. Dianalisis dengan menggunakan SSA.

2.4.3.3 Preparasi Sampel Lamun *T. hemprichii* (SNI 8910:2021)

Sampel lamun *T. hemprichii* (akar dan daun) masing-masing dikeringkan pada suhu ruang selama 2 x 24 jam, lalu sampel lamun dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam lalu digerus. Sampel lamun kering ditimbang sebanyak 1 g kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL lalu

ditambahkan HNO_3 6 M sebanyak 5 mL dan H_2O_2 30% sebanyak 5 mL setetes demi setetes melalui dinding gelas kimia lalu diaduk hingga rata. Sampel kemudian dipanaskan diatas *hotplate* pada suhu 110°C hingga larut lalu diangkat dan didinginkan. Sampel kemudian ditambahkan akuabides sebanyak 10 mL lalu disaring menggunakan kertas saring *whatman* No. 42, filtrat sampel dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL lalu diatur pada pH 2 dengan menambahkan HNO_3 0,5 M. Setelah itu, dihipitkan hingga tanda batas dan homogenkan. Dianalisis dengan menggunakan SSA.

2.4.4 Pembuatan Larutan Standar Ni

2.4.4.1 Pembuatan Larutan Induk Ni 1000 mg/L (SNI 06-6992.6-2004)

Padatan $\text{Ni}(\text{NO}_2)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 0,2478 g kemudian dilarutkan dengan akuabides. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diatur pH menjadi 2 dengan menambahkan HNO_3 . Selanjutnya larutan ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4.2 Pembuatan Larutan Standar Intermediet Ni 100 mg/L

Larutan induk Ni 1000 mg/L dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian dihipitkan dengan menggunakan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4.3 Pembuatan Larutan Standar Intermediet Ni mg/L

Larutan standar intermediet Ni 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian dihipitkan dengan menggunakan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4.4 Pembuatan Larutan Deret Standar Ni (0,0; 0,1; 0,5; 1; 3 dan 5) mg/L

Larutan standar intermediet Ni 10 mg/L dipipet sebanyak 0 mL; 1 mL; 5 mL; 10 mL; 30 mL; dan 50 mL masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan HNO_3 0,01 N sampai tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5 Pembuatan Larutan Standar Cu

2.4.5.1 Pembuatan Larutan Induk Cu 1000 mg/L (SNI 06-6992.5-2004)

Padatan $\text{Cu}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 0,1893 g kemudian dilarutkan dengan akuabides. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diatur pH menjadi 2 dengan menambahkan HNO_3 . Selanjutnya larutan ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5.2 Pembuatan Larutan Standar Intermediet Cu 100 mg/L

Larutan induk Cu 1000 mg/L dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian dihipitkan dengan menggunakan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5.3 Pembuatan Larutan Standar Intermediet Cu 10 mg/L

Larutan standar intermediet Cu 100 mg/L dipipet sebanyak 50 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian dihipitkan dengan menggunakan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5.4 Pembuatan Larutan Deret Standar Cu (0,0; 0,1; 0,5; 1; 3 dan 5) mg/L

Larutan standar intermediet Cu 10 mg/L dipipet sebanyak 0 mL; 1 mL; 5 mL; 10 mL; 30 mL; dan 50 mL masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan HNO_3 0,01 N sampai tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.6 Penentuan Kandungan Logam Ni dan Cu dengan SSA

Penentuan kandungan logam berat pada sampel dilakukan berdasarkan SNI 8910-2021 dan SNI 8995-2021 dengan menggunakan instrumen SSA, dimana lampu katoda sebagai sumber radasi. Analisis logam berat Ni dan Cu menggunakan campuran udara dan asetilen sebagai bahan bakar, dengan panjang gelombang 232 nm untuk Ni dan 324,7 nm untuk Cu. Sampel dan deret standar diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA, kemudian dibuat grafik (kurva kalibrasi) dari data nilai absorbansi dan konsentrasi larutan baku untuk memperoleh hubungan antara konsentrasi logam dari absorbansi yang terukur. Konsentrasi sebenarnya logam dalam sampel dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$C_s = \frac{C \times V \times f_p}{B} \quad (1)$$

Keterangan:

- C_s : kandungan Ni atau Cu dalam sampel
 C : kandungan Ni atau Cu yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)
 V : volume akhir (L)
 B : berat sampel (kg)
 f_p : faktor pengenceran

2.4.7 Penentuan Mekanisme Fitoremediasi (La Nafie et al., 2019)

Data yang telah didapatkan dari pengukuran kandungan logam pada sampel diolah untuk menentukan mekanisme penyerapan logam berat pada lamun dengan cara menghitung nilai BCF dan TF yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2 dan 3.

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi Rata-rata Logam Berat pada Jaringan Tumbuhan}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}} \quad (2)$$

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}} \quad (3)$$

Keterangan:

- BCF = Faktor Biokonsentrasi
 TF = Faktor Translokasi