

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Ekosistem mangrove memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga serta mengatur keseimbangan ekosistem, khususnya lingkungan pesisir. Mangrove berfungsi sebagai pelindung alami dari abrasi, habitat berbagai macam biota perairan, serta filter polutan yang masuk ke ekosistem perairan (Zhang et al., 2025). Selain itu, mangrove juga berperan secara signifikan dalam siklus karbon global dengan kemampuan menyerap karbon dalam jumlah yang cukup tinggi (Adame et al., 2024). Di Indonesia, mangrove memiliki keanekaragaman yang tinggi dan merupakan salah satu ekosistem terpenting yang mendukung kelangsungan lingkungan serta ekonomi di wilayah pesisir (Lanuru & Yusuf, 2019). Muara Sungai Malili, yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki ekosistem mangrove yang cukup luas. Wilayah ini juga menjadi lokasi berbagai aktivitas manusia, seperti pertambangan, industri serta perikanan yang sangat berpotensi dapat menyumbang limbah ke sungai dan perairan sekitarnya (Lanuru & Yusuf, 2019). Limbah yang dihasilkan aktivitas tersebut sering mengandung logam berat, seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb) yang berkemungkinan besar akan menyebabkan mencemari ekosistem di perairan (Indrawati et al., 2022). Hal ini didukung oleh penelitian oleh Nurhasmiati et al (2023) ,ditemukan bahwa terdapat konsentrasi merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) dalam sedimen di hulu dan hilir Sungai Malili.

Kawasan Sungai Malili di Kelurahan Malili, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur, tidak hanya menyediakan sarana dan prasarana umum saja, tetapi juga menjadi tempat wisata sungai dan memperkuat bantaran sungai. Sungai Malili merupakan titik pertemuan dua sub-DAS, yaitu hulu Sub-DAS Larona (Sorowako) dan hilir Sub-DAS Pongkeru (Sulawesi Tenggara). Sub DAS Larona dan Pongkeru merupakan daerah yang banyak terdapat kegiatan pertambangan, seperti adanya pelabuhan pertambangan industri. Perkembangan aktivitas penduduk di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) telah membawa perubahan penggunaan lahan, termasuk peningkatan kegiatan industri, pertanian, perumahan, dan pertambangan, yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai (Priyambada et al. 2008). Selain itu, terjadi tingginya alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan lada, penebangan hutan liar, dan pembangunan kawasan pemukiman (Hallaj et al., 2024).



Pencemaran logam berat menjadi masalah lingkungan serius di wilayah seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb) diketahui merupakan jenis yang memiliki toksisitas yang tinggi, meskipun dalam konsentrasi rendah (Kawy et al., 2025). Sumber pencemaran ini dapat berasal dari penggunaan pestisida, bahan bakar, serta limbah industri (Sri, 2019). Akumulasi logam berat dalam suatu ekosistem mengganggu keberlangsungan hidup biota perairan, kesehatan manusia, serta kualitas lingkungan secara keseluruhan (Jamika et al., 2023).

Merkuri dan timbal dipilih sebagai fokus penelitian dikarenakan karakteristiknya yang sulit terurai, toksisitas tinggi, serta kemampuannya untuk terakumulasi di jaringan makhluk hidup seperti mangrove.

Mangrove memiliki kemampuan yang unik yaitu mampu hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrim seperti salinitas yang tinggi serta fluktuasi pasang surut dan memiliki potensi yang besar dalam menyerap serta mengakumulasi logam berat dari lingkungannya (Hamzah & Pancawati, 2013). *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia* sp. Merupakan dua jenis mangrove yang diketahui memiliki kapasitas yang signifikan dalam proses bioakumulasi logam berat (Sudhir et al., 2022). Melalui mekanisme translokasi, logam berat juga dapat di translokasikan dari akar menuju ke bagian tubuh atau jaringan mangrove lainnya, seperti batang, dan daun (Pasricha et al., 2021). Studi tentang kemampuan mangrove ini sangatlah penting untuk memahami peran mangrove dalam mitigasi pencemaran logam di area pesisir (Sunkur et al., 2023).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa ekosistem mangrove berperan besar dalam mengurangi polutan dari limbah perkotaan. Kandungan logam berat yang tinggi pada ekosistem mangrove sebagian besar disebabkan oleh masukan antropogenik, termasuk limbah domestik, industri, dan pertanian, baik dari buangan pasang surut maupun masukan air tawar dari sungai (Anh et al., 2023). Seperti lahan basah alami lainnya, Mangrove berperan sangat penting dalam menunjang kehidupan ekonomi dan kesehatan masyarakat pesisir, terutama dalam menanggulangi pencemaran logam berat. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa mangrove merupakan salah satu bioakumulator logam berat berbahaya. (Rahman et al., 2022). Jenis mangrove yang sering dijumpai di perairan yaitu mangrove jenis *Rhizophora* dan jenis *Sonneratia*, salah satu mangrove yang mempunyai mekanisme rhizofiltrasi, hal ini didukung oleh penelitian (Mentari et al., 2022), yang menjelaskan bahwa mangrove jenis *Rhizophora* mempunyai potensi sebagai fitoremediator dengan mekanisme rhizofiltrasi sehingga dapat dijadikan sebagai parameter dalam pengukuran kandungan logam berat Hg, dan dalam penelitian Aliviyanti & Isdianto (2020), Mangrove jenis *R. Apiculata* dan *Sonneratia* sp. diketahui memiliki sifat penyerap dan tumbuh subur di lingkungan pesisir. Sedimen di ekosistem mangrove juga memiliki kapasitas tinggi untuk menahan logam berat, tetapi kemampuan untuk menahan logam berat ini bergantung pada usia tanaman dan produksi biomassa (Kariada et al., 2013).

Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji terkait akumulasi logam berat pada mangrove, informasi yang spesifik mengenai translokasi dan bioakumulasi logam berat pada mangrove di Muara Sungai Malili masih sangat terbatas. Penelitian ini menjadi sangat penting untuk mengisi celah tersebut,



potensi pencemaran logam berat yang terbilang tinggi di lingkungan, khususnya dalam mitigasi dampak pencemaran tem perairan.

ini bertujuan untuk menganalisis proses translokasi dan berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada *R. apiculata* dan Muara Sungai Malili. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

memberikan kontribusi serta referensi ilmiah dalam proses pengelolaan ekosistem mangrove, meningkatkan kesadaran terhadap bahaya pencemaran lingkungan, serta mendukung upaya mitigasi pencemaran wilayah pesisir.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa konsentrasi logam Hg dan Pb pada sedimen, akar, batang dan daun mangrove jenis *R.Apiculata* dan *Sonneratia* sp. di area Muara Sungai Malili?
2. Bagaimana mekanisme mangrove jenis *R.Apiculata* dan *Sonneratia* sp. dalam mengakumulasi logam berat Hg dan Pb di area Muara Sungai Malili?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kandungan logam Hg dan Pb pada sedimen, akar, batang, dan daun mangrove jenis *R.apiculata* dan *Sonneratia* sp. di area Muara Sungai Malili.
2. Menganalisis mekanisme mangrove jenis *R.apiculata* dan *Sonneratia* sp. dalam mengakumulasi logam Hg dan Pb di area Muara Sungai Malili.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi terkait pemanfaatan mangrove dalam mereduksi limbah logam berat serta dapat menjadi referensi terkait kebijakan konservasi atau pengelolaan mangrove dalam mengurangi resiko pencemaran.

1.5 Kerangka Penelitian

Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena global yang saat ini menjadi perhatian. salah satu perubahan penggunaan lahan terbanyak yaitu pembangunan aktivitas industri pertambangan. Industri pertambangan merupakan langkah-langkah strategis dalam pengembangan daerah yang dapat meningkatkan perekonomian suatu daerah, meliputi aspek fisik, sosial, dan lingkungan. Tujuan pembangunan industri adalah untuk meningkatkan dan memajukan kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat melalui pemanfaatan sumber daya alam (Abisiswondo et al., 2014). Namun, jika kegiatan ini tidak dikelola dengan baik, maka tidak hanya akan berdampak positif tetapi juga berdampak negatif.

Dampak negatif yang sering terjadi pada kegiatan pembukaan lahan untuk pertambangan adalah terjadinya perubahan bentang alam, berkurangnya keanekaragaman hayati, erosi dan sedimentasi, serta masalah utama yang paling umum terjadi adalah pencemaran lingkungan, baik lingkungan daratan maupun perairan. Risiko lingkungan yang timbul akibat kegiatan pertambangan merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan tercapainya pembangunan



mencegah lingkungan yang rusak yang tentunya akan yang akan memengaruhi pencapaian tujuan pembangunan nan et al., 2023).

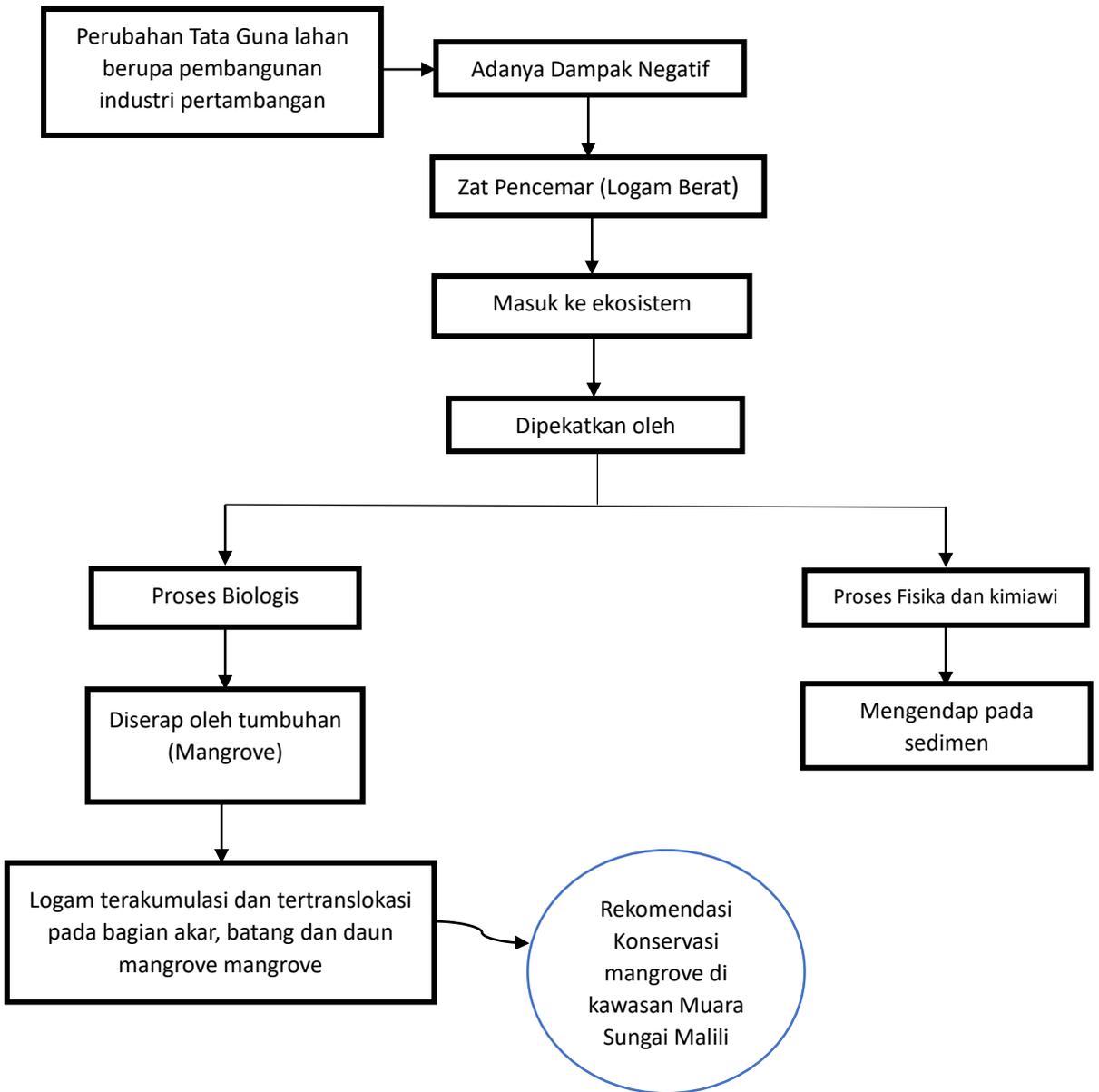
gai merupakan wilayah yang berpotensi terjadi pencemaran n non domestik seperti pabrik dan industri. Salah satu jenis bagi organisme hidup adalah merkuri (Hg), suatu logam berat. at menimbulkan dampak kesehatan tergantung pada tempat

terikatnya mereka di dalam tubuh. Apabila konsentrasi logam ini tinggi maka akan menjadi ancaman bagi ekosistem terutama jika masuk ke dalam rantai makanan. Oleh karena itu, sangat perlu dilakukan pemantauan kadar logam berat dalam air dan larutannya (Anh et al., 2023).

Berdasarkan dampak lingkungan yang dikhawatirkan akan terjadi tentunya diharapkan berbagai solusi pengelolaan lingkungan hidup agar dapat mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat adanya aktifitas pertambangan. Salah satu proses yang dapat dilakukan yaitu melakukan reklamasi lahan (rehabilitasi) terhadap lokasi yang terdampak atau yang menjadi potensi wilayah tercemar. Jenis rehabilitasi yang dapat dilakukan yaitu penanaman mangrove. Mangrove setidaknya memiliki tiga fungsi, yaitu fungsi ekologi, fungsi fisik, dan fungsi ekonomi. Vegetasi mangrove memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi konsentrasi polutan dalam air. Selain terakumulasi di sedimen, logam berat juga dapat terakumulasi di struktur hutan bakau. Ekosistem mangrove juga berperan penting sebagai perangkap polutan bagi berbagai unsur logam dan unsur hara, yang berasal dari daratan dan lautan (Setiawan, 2015).

Oleh karena itu, mangrove merupakan vegetasi dengan beragam manfaat. Hutan bakau telah menjadi tujuan wisata yang populer, dengan industri pariwisata menjadi industri potensial karena mempromosikan pendekatan berkelanjutan dan konservasi sumber daya alam. Pengelolaan ekosistem mangrove akan memberikan manfaat besar dalam menjaga kualitas lingkungan. Rehabilitasi mangrove juga dapat menjadi alternatif bagi perusahaan yang ingin memberikan kontribusi nyata bagi lingkungan dan masa depan berkelanjutan bagi planet ini (Arifanti et al., 2022).





Gambar 1. Kerangka berfikir



BAB II
TOPIK PENELITIAN I
KONSENTRASI LOGAM BERAT Hg DAN Pb PADA SEDIMEN, AKAR, BATANG,
DAN DAUN MANGROVE JENIS *R. Apiculata* DAN
***Sonneratia* sp.**

2.1 Abstrak

Pencemaran logam berat di perairan telah menjadi perhatian global. Permasalahan ini terus berkembang dan menjadi sangat serius dalam skala global. Karena toksisitasnya, dampak pencemaran logam berat dapat menjadi masalah bagi organisme. Selain itu, logam berat tidak dapat dihilangkan dan dapat terakumulasi secara biologis. Pencemaran logam berat dapat terjadi pada ekosistem mangrove karena ekosistem tersebut kaya akan sulfida, bahan organik yang tinggi dan kondisi redoks. Logam Berat yang masuk ke ekosistem mangrove bisa berasal dari sungai. Ekosistem mangrove memiliki kapasitas untuk menyimpan logam berat. Kondisi ini akan membahayakan bagi rantai makanan karena akan terjadi perpindahan material dan energi serta logam berat akan terangkut ke tingkat trofik tertinggi. Dengan demikian, organisme pada setiap tingkat trofik akan terkontaminasi. Jika hal ini terjadi, ekosistem mangrove akan mengalami degradasi. Ekosistem mangrove penting karena memiliki produktivitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam Hg dan Pb pada sedimen, akar, batang, dan daun mangrove jenis *R. Apiculata* dan *Sonneratia* sp. di Area Muara Sungai Malili. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dalam proses analisis konsentrasi logam berat digunakan metode *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy* (ICP-OES). Hasil menunjukkan konsentrasi logam berat tertinggi pada sedimen, dilanjutkan dengan konsentrasi logam berat pada bagian akar mangrove yang diduga karena jaringan akar yang memiliki interaksi atau kontak langsung dengan sedimen yang telah terkontaminasi oleh logam berat yang mengendap. Konsentrasi logam berat pada mangrove jenis *Sonneratia* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi logam berat pada mangrove jenis *R. apiculata*.

Kata kunci: logam berat, mangrove, *R. apiculata*, *Sonneratia* sp, malili

2.2 Pendahuluan

Eksplorasi sumber daya alam seperti pertambangan merupakan industri yang sangat menguntungkan secara finansial bagi perekonomian suatu negara



jual yang tinggi di pasar dunia. Namun, setiap eksploitasi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, baik kegiatan penambangan, yang biasanya dilakukan di kawasan pesisir, dapat menyebabkan kerusakan lingkungan umum, termasuk polusi air, pencemaran lingkungan terjadi ketika kondisi lingkungan, seperti air, mengalami perubahan yang dapat membahayakan bagi

kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan, akibat adanya benda asing seperti sampah, limbah industri, minyak, dan logam berat yang berbahaya, yang diakibatkan oleh kegiatan manusia dan mengakibatkan terganggunya fungsi organ tubuh manusia. lingkungan tidak lagi seperti sebelumnya (Gunawan et al., 2015).

Sumber pencemaran air pesisir biasanya adalah limbah industri, air limbah rumah tangga, air limbah kota, aktivitas pengiriman, pertanian, dan akuakultur. Kontaminan utama yang ditemukan dalam limbah meliputi sedimen, nutrisi, logam beracun, pestisida, patogen, serpihan, dan zat yang mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air. Polutan dari industri, pertanian, dan rumah tangga di darat dapat menimbulkan dampak negatif. tidak hanya di perairan sungai, tetapi juga di perairan pesisir dan laut. Dampaknya antara lain kerusakan hutan bakau, terumbu karang, populasi berbagai jenis biota akuatik, abrasi pantai, hilangnya benih udang, dan lain sebagainya. Sumber pencemaran air pesisir biasanya berasal dari limbah industri yang dibuang langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan yang memadai. Limbah ini dapat berupa zat kimia berbahaya, logam berat, serta limbah organik yang mencemari ekosistem laut. Akibatnya, kualitas air menurun, mengancam kehidupan biota laut, dan berdampak pada kesehatan manusia yang mengonsumsi hasil laut dari perairan tercemar. Selain itu, pencemaran ini juga dapat merusak ekosistem pesisir, seperti terumbu karang dan hutan bakau, yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah industri yang lebih ketat serta penerapan teknologi ramah lingkungan sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap perairan pesisir. (Santosa, 2013).

Polusi air merupakan masalah regional dan global dan terkait erat dengan polusi udara dan penggunaan lahan. Limbah cair dari industri, serta limbah padat dan domestik, merupakan penyebab utama pencemaran air. Logam berat merupakan salah satu polutan air yang paling berbahaya bagi kesehatan manusia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) menyarankan untuk menghindari konsumsi makanan laut. mengandung logam berat. Logam berat telah lama dikenal sebagai zat beracun yang berpotensi tinggi terakumulasi dalam tubuh manusia dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Polusi air merupakan masalah regional dan global yang memiliki dampak luas terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pencemaran ini sering kali terkait erat dengan polusi udara, di mana zat berbahaya dari atmosfer, seperti hujan asam, dapat mengendap di sumber air dan memperburuk kualitasnya. Selain itu, perubahan penggunaan lahan, seperti deforestasi dan urbanisasi, juga berkontribusi terhadap pencemaran air dengan



an permukaan yang membawa limbah industri, pertanian, dan
i. Akibatnya, ekosistem perairan terganggu, keanekaragaman
i ketersediaan air bersih bagi masyarakat menjadi semakin
ra itu, pendekatan terpadu dalam pengelolaan lingkungan
ngatasi polusi air secara efektif, dengan mempertimbangkan
n polusi udara dan perubahan penggunaan lahan (Jais et al.,

Mangrove adalah suatu ekosistem lahan basah intertidal yang unik yang terdapat di wilayah pesisir tropis dan subtropis. Ekosistem mangrove merupakan salah satu yang paling kaya akan karbon di dunia. Hutan mangrove memberikan manfaat ekonomi dan sosial yang besar bagi penduduk setempat, serta memiliki manfaat ekologis yang signifikan, seperti pemurnian air, penyerapan karbon, dan penyediaan habitat untuk berbagai spesies. Pemetaan yang tepat waktu dan akurat terhadap pola temporal dan spasial mangrove menjadi kunci penting untuk melindungi dan memulihkan ekosistem yang penting ini (Hu et al., 2023)

Mangrove hidup di ekosistem pasang surut, berinteraksi dengan air payau, sungai, laut, dan wilayah daratan. Interaksi ini memberikan ekosistem mangrove keanekaragaman hayati yang besar, menjadikannya lahan basah paling produktif di dunia, termasuk Indonesia. Mangrove hidup di ekosistem pasang surut, berinteraksi dengan air payau, sungai, laut, dan wilayah daratan. Interaksi ini berarti ekosistem mangrove mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi, sehingga menjadi lahan basah paling produktif di dunia, termasuk Indonesia (Ulyah et al., 2022).

Mangrove merupakan komunitas tumbuhan atau spesies tumbuhan individu yang membentuk komunitas di zona intertidal. Mangrove mempunyai fungsi ekologis yang mampu menciptakan iklim mikro yang baik, meningkatkan kualitas air dan sebagai tempat mencari makan; tempat pemijahan dan pemijahan berbagai jenis ikan, udang, krustasea dan biota laut lainnya (Setiawan, 2015). Mangrove mempunyai fungsi sebagai perangkap alami polutan, juga dapat menjadi perangkap logam berat ada perairan. Menurut Kariada dan Irsadi (2013), hutan bakau atau sering disebut hutan bakau merupakan kawasan ekosistem pesisir yang memperlihatkan ciri khas dan khas. Salah satu keunikan dan ciri khas mangrove adalah dapat berfungsi sebagai biofilter, pengikat dan perangkap polutan. Mangrove dapat mengurangi konsentrasi polutan dalam air. Selain daun mangrove, akar mangrove juga mampu mengakumulasi logam berat (Dewi et al., 2018). Namun menurut Kariada dan Irsadi (2013), kemampuan mengakumulasi logam berat berbeda-beda pada setiap spesies.

Mangrove merupakan komunitas tumbuhan yang tumbuh di zona intertidal, yaitu area pesisir yang terendam air laut saat pasang dan tergenang sebagian saat surut. Tumbuhan mangrove memiliki adaptasi khusus, seperti akar napas dan kelenjar garam, yang memungkinkan mereka bertahan di lingkungan dengan salinitas tinggi dan tanah berlumpur. Keberadaan mangrove sangat penting bagi ekosistem pesisir karena berfungsi sebagai habitat bagi berbagai jenis biota, melindungi garis pantai dari abrasi, serta menyerap karbon dioksida untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Selain itu, hutan mangrove juga berperan



bah dan mencegah pencemaran air pesisir. Oleh karena itu, rehabilitasi hutan mangrove sangat diperlukan untuk menjaga sistem pesisir dan keberlanjutan sumber daya alam (Dewi et al.,



Gambar 2. Mangrove *R. Apiculata* (Dokumentasi pribadi, 2023).

Berikut merupakan taksonomi dari *R. apiculata*:

Regnum : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Classis : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Familia : Rhizophoraceae
Genus : *Rhizophora*
Species : *Rhizophora apiculata* Blume.

(Sumber Plantamor, 2024)

Rhizophora apiculata Blume (Gambar 2), adalah salah satu spesies dari keluarga Rhizophoraceae yang ini adalah salah satu spesies yang paling melimpah dan penting dalam ekosistem hutan bakau. *R. apiculata* adalah tanaman berkayu yang tumbuh cepat (bakau yang tumbuh cepat) dan menunjukkan tingkat adaptasi yang tinggi terhadap faktor lingkungan seperti jenis substrat, fluktuasi salinitas, pasang surut, kandungan bahan organik, suhu dan pH. Karena adaptasi ini, spesies ini dapat hidup dan tumbuh di hampir semua zona hutan mangrove, mulai dari zona pesisir hingga tepian sungai. Ini sejalan dengan kemampuan adaptasi dan tingkat kelangsungan hidup tinggi dari spesies *Rhizophora* terhadap lingkungan, yang membuatnya mudah hidup di berbagai daerah. Sistem akar tunggang dari spesies ini mampu mengendapkan lumpur pada substrat yang ditumbuhi tanaman, yang menyebabkan peningkatan kelembaban dan kerapatan lumpur di area tersebut. (Usman et al., 2022).

Mangrove *R. apiculata* memiliki fungsi ekonomi dan ekologi yang sangat penting bagi ekosistem pesisir. Secara ekonomi, jenis mangrove ini dimanfaatkan



arang, kayu bakar, serta bahan konstruksi karena kayunya tahan terhadap air. Selain itu, akar-akarnya yang rapat menjadi habitat bagi jenis ikan, kepiting, dan udang, yang mendukung sektor perikanan dan meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir. Dari segi ekologi, mangrove berperan dalam melindungi garis pantai dari abrasi dan gelombang laut, serta menyerap karbon untuk mengurangi dampak perubahan iklim, serta mencegah banjir air yang mengalir ke laut. Keberadaan mangrove ini juga

mendukung keanekaragaman hayati dengan menyediakan tempat berlindung dan berkembang biak bagi berbagai organisme laut dan burung. Oleh karena itu, pelestarian *R.apiculata* sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem pesisir serta mendukung keberlanjutan ekonomi masyarakat yang bergantung padanya (Usman et al., 2022).

Salah satu genus mangrove yang juga tersebar luas di Indonesia adalah *Sonneratia* (gambar 3). Mangrove ini memiliki karakteristik morfologi sebagai berikut: memiliki habitus pohon atau perdu dengan tinggi yang dapat mencapai 16 meter. Akarnya berbentuk kerucut dan digunakan untuk bernapas. Batangnya berkulit halus, retak atau berlubang dalam arah longitudinal, dan memiliki warna kulit yang bervariasi dari krem hingga coklat. Daunnya tunggal dan bersilangan, berbentuk oblong hingga bulat telur terbalik, dengan ujung yang bulat atau berlekuk, dan panjangnya berkisar antara 5 hingga 10 cm. Bunga-bunganya tersusun dalam 1 hingga beberapa kelompok, muncul di ujung atau cabang pohon, dengan mahkota berwarna putih dan kelopak terdiri dari 6-8 helai, yang dapat berwarna merah atau hijau. Benang sari berlimpah dan berwarna putih, dengan diameter berkisar antara 5 hingga 8 cm, dan bunga ini hanya mekar dalam waktu satu hari. Buahnya memiliki diameter sekitar 3,5-4,5 cm, berwarna hijau dengan permukaan yang halus, dan kelopak yang menutupi dasar buah berbentuk cawan dengan helai yang tersebar atau melengkung. Buah ini mengandung sekitar 150-200 biji dan memiliki tipe biji normal (Danong et al., 2019).



Gambar 3. Mangrove *Sonneratia* sp. (Dokumentasi, 2023).



Ekonomi dari *Sonneratia* sp.:

Kingdom: Plantae
Phylum: Eukaryota
Class: Magnoliophyta
Order: Magnoliopsida
Family: Sonneratiaceae

Genus : *Sonneratia*
Species : *Sonneratia* sp.
(Sumber Plantamor, 2024).

Mangrove *Sonneratia* sp. memiliki peran penting dalam ekologi dan ekonomi, terutama di ekosistem pesisir. Secara ekologis, jenis mangrove ini berfungsi sebagai penyerap karbon yang efektif, membantu mengurangi dampak perubahan iklim dengan menyimpan karbon dalam biomassa dan tanah. Akar napasnya yang khas juga berperan dalam menstabilkan sedimen, mencegah abrasi, serta menyaring polutan dari air yang mengalir ke laut. Selain itu, *Sonneratia* sp. menyediakan habitat bagi berbagai biota laut, seperti ikan, kepiting, dan moluska, yang berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati. Dari segi ekonomi, buah mangrove ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, seperti pembuatan sirup atau minuman fermentasi, sementara kayunya sering digunakan sebagai bahan bakar dan konstruksi. Selain itu, ekosistem yang didukung oleh *Sonneratia* sp. juga mendukung sektor perikanan dan pariwisata berbasis ekowisata, yang memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir. Oleh karena itu, upaya konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan mangrove *Sonneratia* sp. sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem serta mendukung kesejahteraan masyarakat sekitar (Danong et al., 2019).

Mangrove merupakan komunitas tumbuhan atau spesies tumbuhan individu yang membentuk komunitas di zona intertidal. Mangrove mempunyai fungsi ekologis yang mampu menciptakan iklim mikro yang baik, meningkatkan kualitas air dan sebagai tempat mencari makan; tempat pemijahan dan pemijahan berbagai jenis ikan, udang, krustasea dan biota laut lainnya (Setiawan, 2015). Mangrove mempunyai fungsi sebagai perangkap alami polutan, juga dapat menjadi perangkap logam berat ada perairan. Menurut Kariada dan Irsadi (2013), hutan bakau atau sering disebut hutan bakau merupakan kawasan ekosistem pesisir yang memperlihatkan ciri khas dan khas. Salah satu keunikan dan ciri khas mangrove adalah dapat berfungsi sebagai biofilter, pengikat dan perangkap polutan. Mangrove dapat mengurangi konsentrasi polutan dalam air. Selain daun mangrove, akar mangrove juga mampu mengakumulasi logam berat (Dewi et al., 2018). Namun menurut Kariada dan Irsadi (2013), kemampuan mengakumulasi logam berat berbeda-beda pada setiap spesies.

Jenis limbah yang berpotensi membahayakan lingkungan adalah limbah yang termasuk dalam kategori bahan berbahaya dan beracun (B3) yang mengandung logam berat. Logam berat adalah unsur logam dengan massa jenis lebih dari 5 g/cm³, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg dan Pb



ensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi dat et al., 2013).

is dengan simbol kimia Hg yang berarti "perak cair", adalah perak yang berbentuk cair pada suhu ruangan, berwarna putih dengan sifat konduktif listrik yang cukup baik, namun di sisi lain perak yang buruk. Merkuri membeku pada suhu -38. 90°C dan 357°C. Merkuri adalah unsur kimia yang sangat beracun yang

dapat bercampur dengan enzim dalam tubuh manusia, menyebabkan hilangnya kemampuan enzim untuk bertindak sebagai katalis bagi fungsi tubuh yang penting. Logam Hg ini dapat diserap oleh tubuh melalui saluran pencernaan dan kulit. Karena sifatnya yang beracun dan mudah menguap, uap merkuri sangat berbahaya jika terhirup, bahkan dalam jumlah yang sangat kecil. Merkuri merupakan racun kumulatif, artinya sejumlah kecil merkuri yang terserap ke dalam tubuh dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kerusakan. Risiko Penyakit Akibat Senyawa Efek merkuri meliputi kerusakan pada rambut dan gigi, hilangnya ingatan, dan gangguan sistem saraf (Ekawanti & Priyambodo, 2020).

Ekosistem mangrove berperan sebagai penyaring alami yang efektif dalam menyerap limbah berbahaya pada sedimen dan perairan melalui berbagai mekanisme biologis dan fisik. Akar mangrove yang rapat mampu memperlambat aliran air, sehingga partikel sedimen yang mengandung polutan seperti logam berat, pestisida, dan hidrokarbon dapat mengendap dan terperangkap di dalamnya. Selain itu, tanaman mangrove memiliki kemampuan fitoremediasi, di mana akar mereka menyerap dan mengakumulasi zat beracun, sementara mikroorganisme dalam sedimen membantu mengurai limbah organik menjadi senyawa yang lebih aman. Proses ini tidak hanya mengurangi kadar pencemaran di lingkungan pesisir tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem perairan dengan meningkatkan kualitas air dan menyediakan habitat bagi berbagai organisme laut (Priandeni et al., 2024).

Pencemaran merkuri di laut dan wilayah pesisir menimbulkan risiko besar terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Merkuri dapat terakumulasi dalam jaringan organisme laut, yang kemudian dapat meningkatkan risiko keracunan merkuri pada manusia yang mengonsumsi makanan laut dari perairan yang terkontaminasi. Merkuri dapat terakumulasi dalam tubuh manusia melalui konsumsi ikan dan kerang yang terkontaminasi. Paparan merkuri dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, seperti kerusakan sistem saraf, gangguan sistem kekebalan tubuh, dan kerusakan otak. ginjal dan juga dapat membahayakan janin pada wanita hamil. Paparan merkuri pada anak-anak dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf, yang mengakibatkan gangguan kognitif dan perilaku yang parah. Selain itu, pekerja pengolahan emas dan mineral sering terpapar merkuri, yang berdampak negatif pada kesehatan mereka. Pencemaran merkuri di pesisir dan lautan sangat memengaruhi kehidupan penduduk dan keberlanjutan ekosistem laut. Oleh karena itu, perlu diterapkan strategi yang efektif mengurangi atau menghilangkan polusi merkuri (Sugiana et al., 2022).



juga dikenal sebagai timah hitam atau plumbum, itu adalah logam ini berwarna putih keperakan atau abu-abu, dengan berat atom 207,2. Timbal memiliki titik leleh rendah yaitu 327,74 °C. Di alam, timbal terdapat dalam bentuk senyawa seperti sulfat, dan timbal karbonat. Timbal dapat ditemukan secara aktivitas manusia, seperti pertambangan, produksi logam, dan penggunaan bahan bakar yang mengandung timbal.

menyebabkan kontaminasi timbal pada makanan dapat berasal dari lingkungan sekitar atau dari proses pengolahan, penanganan, dan pengemasan makanan. Sebagai logam berat yang beracun, timbal sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Aktivitas manusia yang intensif memainkan peran utama dalam pencemaran lingkungan oleh logam berat. Timbal di lingkungan dalam konsentrasi tinggi dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Paparan timbal dapat menyebabkan berbagai gejala, seperti kram. perut, nyeri perut, sembelit, mual, muntah, sakit kepala, pingsan, bahkan koma. Timbal dapat terakumulasi dalam tubuh dan menimbulkan efek toksik yang bersifat akut maupun kronis (Hasanah, 2022).

Tingginya kadar logam Pb (timbal) di air laut atau perairan kemungkinan disebabkan oleh aktivitas di area dok kapal, yang mencakup pengecatan kapal, pembersihan, pengelasan, dan pembuatan kapal. Aktivitas-aktivitas ini dapat menghasilkan pencemaran logam Pb karena cat yang digunakan untuk pengecatan kapal diduga mengandung timbal. Timbal (Pb) sering ditemukan dalam cat kapal karena berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan dan mencegah korosi pada permukaan logam. Penggunaan bahan bakar kapal juga turut berkontribusi terhadap pencemaran timbal di perairan. Penambahan Tetra Ethyl Lead ($Pb(C_2H_5)_4$) ke dalam bahan bakar kapal untuk meningkatkan bilangan okтана dapat menyebabkan pelepasan gas buang yang mengandung timbal, yang berbahaya bagi lingkungan. Aktivitas pelabuhan, dengan berbagai kegiatan manusia di sekitarnya, dapat menjadi sumber utama pencemaran logam berat di perairan (Rizkiana et al., 2017).

Tingginya kadar logam Pb (timbal) di air laut atau perairan kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas di area dok kapal yang menghasilkan limbah logam berat. Sumber utama pencemaran ini bisa berasal dari cat kapal yang mengandung timbal, pelapukan lambung kapal, serta sisa bahan bakar dan oli yang mengandung senyawa berbahaya. Selain itu, proses perbaikan dan pengecatan kapal sering kali menghasilkan limbah yang tidak terkelola dengan baik, sehingga mencemari perairan sekitar. Akumulasi timbal di ekosistem laut dapat berdampak negatif pada organisme perairan, seperti ikan dan kerang, yang kemudian berisiko masuk ke rantai makanan manusia. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan limbah yang lebih ketat serta penerapan teknologi ramah lingkungan di industri perkapalan untuk mengurangi pencemaran timbal di perairan (Hasanah, 2022).

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Waktu dan Tempat



Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2024. Penelitian dilakukan di wilayah Muara Sungai Malili, Desa Balantang, Kecamatan Wuwu Timur. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.



Gambar 4. Peta titik lokasi pengambilan sampel di Muara Sungai Malili, Desa Balantang, Kecamatan Malili

Penentuan Lokasi pengambilan data dilakukan berdasarkan pertimbangan Kawasan mangrove Muara Sungai Malili, Desa Balantang (Gambar 4). Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun. Stasiun 1 berada di wilayah dekat dengan sungai, Stasiun 2 wilayah dekat tambak, dan stasiun 3 wilayah terluar.

2.3.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain sampel sedimen, akar, batang, dan daun mangrove jenis *R. Apiculata* dan *Sonneratia* sp., akuades, kertas saring *whatman*, asam perklorik ($HClO_4$), dan asam nitrat (HNO_3).

2.3.2.2 Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa *thermometer*, Salinometer, pH meter, ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy*) (Fisher, 2006), *sentrifuge*, botol sampel, plastic sampel, pipa paralon, *coolbox*, label penanda, Erlenmeyer, hotplate, gelas ukur, alat tulis, corong, cawan porselen, dan pipet tetes.



ian

data

1 sampel sedimen mangrove

sampel sedimen dilakukan menggunakan tabung PVC cm dan panjang 30 cm tegak lurus permukaan sedimen (0-10) ar *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2008).

Pipa PVC yang menembus sedimen diangkat kembali dengan cara menutup bagian atas pipa. Hal ini dilakukan untuk membuat pipa kedap udara, karena sedimen dalam pipa dapat naik. Sedimen dikumpulkan dan ditempatkan dalam wadah sampel plastik. sesuai dengan kode lokasi pengambilan sampel yang ditandai sebelumnya untuk menghindari kontaminasi. Setiap sampel ditempatkan dalam lemari es berisi es batu dan dikirim ke laboratorium untuk analisis lebih lanjut. (Syafira et al., 2023).

2. Pengambilan Sampel Akar Mangrove

Bagian akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia sp.* yang diambil adalah bagian yang terendam dalam sedimen karena Potensi akumulasi logam berat pada bagian ini lebih besardibandingkan bagian lainnya. Kriteria mangrove yang terlihat akarnya adalah pohon mangrove yang tingginya ≥ 3 -5 meter. Pengambilan sampel dilakukan langsung dengan alat pemotong, masing-masing sampel diambil sekitar 100 g dan dimasukkan ke dalam sampel plastik,Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam lemari es. Sampel kemudian dianalisis menggunakan ICP (Supriyantini et al., 2017).

3. Pengambilan Sampel Batang Mangrove

Sampel batang mangrove yang digunakan adalah kulit batang *R.apiculata* dan *Sonneratia sp.* Sampel kulit batang yang diambil adalah yang terkena pasang surut air laut sebanyak ± 500 g dan pengambilan sampel dilakukan pada setiap spesies. Sampel dibersihkan dengan menggunakan air, kemudian dimasukkan dalam plastik sampel yang telah diberi label dan diletakkan di dalam *cool box*. Sampel yang telah diperoleh kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

4. Pengambilan Sampel Daun Mangrove

Sampel daun muda dikumpulkan saat air surut menggunakan tangan atau alat pemotong. Sampel dikumpulkan secara langsung dan acak di setiap stasiun, hingga 10 hingga 20 daun di setiap titik pengambilan sampel. Sampel kemudian ditempatkan dalam kantong plastik dan kemudian disimpan dalam kotak sampel. Sampel penelitian kemudian dikirim ke laboratorium untuk dianalisis. (Khairuddin et al., 2018).



2.3.3.2 Analisis Kandungan Logam Berat

1. Analisis kandungan logam Hg dan Pb pada sedimen mangrove

Sampel sedimen ditimbang sebanyak 2gram menggunakan timbangan analitik. ditambahkan HNO_3 pekat sebanyak 10mL. Sampel yang sudah menjadi larutan dipanaskan selama 30 menit dengan menggunakan hotplate, kemudian ditambahkan HClO_4 sebanyak 3 tetes dan dipanaskan kembali. Setelah itu, dilakukan pengenceran dilakukan dengan menggunakan aquades hingga volume 50mL dan dihomogenkan serta disaring menggunakan kertas *whattman* untuk mendapatkan filtrat sampel. Hasil filtrat sampel kemudian dianalisis menggunakan metode ICP-OES untuk mengetahui kandungan logam berat Hg dan Pb

2. Analisis kandungan logam Hg pada akar, batang, dan daun Mangrove

Spesies mangrove diamati adalah yang dominan di ketiga lokasi stasiun *R.apiculata*, dan *Sonneratia* sp. Sampel daun, batang dan akar dikeringkan, dihaluskan dan ditimbang masing-masing sebanyak 2gram, ditambahkan HNO_3 pekat sebanyak 10mL lalu larutan sampel dipanaskan selama 30 menit dengan menggunakan hotplate. Ditambahkan larutan HClO_4 sebanyak 3 tetes kemudian dipanaskan kembali. Setelah itu pengenceran dilakukan dengan menggunakan aquades hingga menghasilkan volume sebanyak 50mL dan dihomogenkan serta disaring menggunakan kertas *whattman* untuk mendapatkan filtrat sampel. Hasil filtrat sampel kemudian dianalisis menggunakan metode ICP-OES untuk mengetahui kandungan logam berat Hg dan Pb.

2.3.3.3 Pengukuran Parameter Lingkungan

1. Suhu

Gunakan *thermometer* yang dilakukan pengukuran langsung di area stasiun penelitian, setelah diukur kemudian dicatat hasil pengukuran yang telah tercantum atau terbaca pada skala thermometer. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk tiap stasiun untuk mendapatkan hasil yang baik.

2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan pH meter. pH diukur dengan cara mencelupkan langsung pH meter pada air di stasiun penelitian yang telah ditentukan, kemudian hasil yang didapatkan dicatat.

3. Salinitas

Pengukuran salinitas air dilakukan dengan cara mengambil sampel air pada masing-masing stasiun pengambilan data menggunakan wadah/botol sampel. Kemudian diukur menggunakan *Handrefractometer* dengan cara sampel air di ambil menggunakan pipet tetes sebanyak 1 mL kemudian ditetesi pada alat dan dicatat hasil pengukuran yang telah didapatkan.



diukur menggunakan ORP meter. Sampel sedimen diambil dan dimasukkan ke dalam botol plastik sampel kemudian diukur di laboratorium. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk tiap stasiun untuk mendapatkan hasil yang baik.

BAB III
TOPIK II
MEKANISME MANGROVE JENIS *R. apiculata* DAN *Sonneratia* sp. DALAM
MENGAKUMULASI LOGAM BERAT Hg DAN Pb

3.1 Abstrak

R.apiculata dan *Sonneratia* sp. merupakan dua jenis mangrove yang dijumpai di Indonesia dan merupakan jenis mangrove yang mampu mengakumulasi logam berat. Kemampuan akumulasi logam berat yang dimiliki mangrove dapat menjadi indikator untuk menilai tingkat pencemaran logam berat di wilayah perairan. Logam berat masuk kedalam tubuh tumbuhan mangrove dalam bentuk ion-ion yang di adsorpsi oleh akar. Kemampuan akumulasi logam berat oleh mangrove dapat diprediksi dengan cara menghitung nilai *Bio Concentration Factor* (BCF) atau faktor Biokonsentrasi dan menghitung nilai *Translocation Factor* (TF). Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis mekanisme mangrove *R.apiculata* dan *Sonneratia* sp. dalam mengakumulasi logam Hg di Area Muara Sungai Malili. Metode penelitian ini yaitu analisis kemampuan *R.apiculata* dan *Sonneratia* sp dalam menyerap logam dari lingkungan melalui tingkat *Bio Concentration Factor* (BCF) serta melihat potensi mangrove sebagai fitoremediator menggunakan analisis *Translocation Factor* (TF). Hasil terkait analisis biokonsentrasi logam berat Hg dan Pb pada mangrove jenis *R.Apiculata* dan *Sonneratia* sp. didapatkan nilai BCF dari kedua jenis mangrove bersifat excluder ($BCF < 1$), sedangkan nilai *Translocation Factor* (TF) bersifat fitostabilisasi ($TF < 1$). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pembatasan penyerapan logam berat pada lingkungan, namun Ketika masuk ke organ tumbuhan maka logam berat akan di imobilisasi dengan cara diakumulasi, diadsorpsi pada permukaan akar dan diendapkan pada zona akar.

Kata kunci: akumulasi, translokasi, mangrove, *r.apiculata*, *sonneratia*, malili

3.2 Pendahuluan

Mangrove merupakan suatu komunitas tumbuhan atau suatu individu jenis tumbuhan yang membentuk komunitas di daerah pasang surut. Mangrove memiliki fungsi ekologis yang mampu menciptakan iklim mikro yang baik, memperbaiki kualitas air, sebagai tempat mencari makan; tempat memijah dan tempat



Optimized using
trial version
www.balesio.com

erbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya
angrove memiliki fungsi sebagai salah satu perangkap alami
menjadi perangkap logam berat yang terdapat diperairan.
n Irsadi (2013) Hutan mangrove atau sering disebut hutan
ebagian wilayah ekosistem pantai yang mempunyai karakter
h satu karakter unik dan khas yang dimiliki mangrove yaitu
ungsi sebagai biofilter, agen pengikat dan perangkap polutan.

Mangrove dapat mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang terdapat di perairan. Selain bagian daun mangrove, akar mangrove juga mampu mengakumulasi logam berat (Dewi et al., 2018). Namun, menurut Kariada dan Irsadi (2013) kemampuan untuk mengakumulasi logam berat berbeda untuk tiap spesies.

Organisme perairan yang dapat secara langsung terpengaruh oleh pencemaran logam merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) adalah tanaman mangrove, karena banyak ditemukan di daerah muara sungai dan pesisir pantai. Mangrove memiliki berbagai fungsi ekologis, seperti menyediakan tempat mencari makan, berkembang biak, dan memijah bagi udang, ikan, kerang, dan kepiting. Selain itu, tanaman mangrove juga memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi konsentrasi bahan pencemar di lingkungan perairan. Tambahan, logam berat dapat terakumulasi tidak hanya dalam sedimen, tetapi juga dalam struktur fisik tanaman mangrove itu sendiri (Ismail et al., 2020).

Mangrove adalah jenis tumbuhan yang istimewa karena dapat tumbuh di lingkungan dengan tingkat salinitas yang tinggi. Mangrove memiliki banyak peran dalam hal fisik, ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan bagi masyarakat dan daerah pesisir. Akar-akar yang kuat dari mangrove mampu menangkap sedimen dan mencegah terjadinya abrasi. Selain itu, mangrove juga dapat bertindak sebagai benteng alami melawan gelombang pasang yang sering dihadapi oleh komunitas pesisir. Keberlanjutan hutan mangrove juga berkontribusi pada menjaga keberagaman biota yang hidup di sekitarnya. Salah satu kemampuan unik yang dimiliki oleh mangrove adalah kemampuannya dalam melakukan fitoremediasi, yaitu proses membersihkan lingkungan yang tercemar dengan menggunakan tumbuhan. Proses fitoremediasi ini dapat meliputi penghancuran, inaktivasi, atau immobilisasi polutan menjadi bentuk yang tidak berbahaya. Teknik fitoremediasi ini sangat cocok diterapkan di daerah pesisir dengan menggunakan mangrove sebagai tumbuhan remediasi karena ekosistem mangrove memiliki kemampuan alami untuk membersihkan lingkungan dari berbagai zat pencemar, khususnya logam berat, dalam perairan pesisir (Suci & Sulistyoning, 2021).

Mangrove juga memiliki peran penting dalam menurunkan konsentrasi polutan, terutama logam berat, dalam lingkungan. Tanaman mangrove mampu menyerap logam berat melalui sistem akarnya dan menyimpannya di dalam jaringan tanaman tersebut. Biokonsentrasi adalah nilai yang menunjukkan kemampuan tanaman untuk menyerap senyawa logam dari tanah atau substrat. Translokasi adalah nilai yang menunjukkan kemampuan suatu senyawa untuk bergerak dari akar tanaman ke bagian lain dari tanaman tersebut. Tanaman yang mempunyai faktor biokonsentrasi dan translokasi >1 dapat digunakan sebagai



biokonsentrasi > 2 dianggap nilai tinggi. Tumbuhan dapat bertindak sebagai fitostabilisator jika mempunyai faktor biokonsentrasi >1 dan <1 , dan sebagai fitoekstraktor jika mempunyai faktor translokasi >1 (Takarina & Pin, 2017).

Fitoremediasi telah terbukti efektif dalam menghilangkan dan mengurangi jenis kontaminan yang terdapat dalam air dan tanah yang tercemar. Jenis tanaman, termasuk rumput dan spesies lainnya, dapat

digunakan dalam proses fitoremediasi. Tanaman hiperakumulator adalah jenis tanaman yang mampu tumbuh di lingkungan dengan konsentrasi logam berat yang tinggi dan memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat tersebut. Dengan menggunakan tanaman hiperakumulator, konsentrasi logam berat dalam lingkungan dapat dikurangi (Takarina & Pin, 2017).

Terdapat beberapa mekanisme yang terlibat dalam proses remediasi pada tanaman tropis untuk mengatasi kontaminan logam dalam air dan mengubahnya menjadi zat yang tidak beracun (Suci & Sulistyning, 2021).

1. Rizodegradasi

Kontaminan di dalam air akan diserap oleh akar tanaman. Proses pengendapan dilakukan sepanjang adsorpsi dan absorpsi logam yang diangkut ke akar tanaman. Mekanisme ini mirip dengan fitoekstraksi, dan untuk hasil yang efektif, mekanisme ini diterapkan untuk meremediasi polutan di badan air atau melalui metode hidroponik.

2. Fitoekstraksi

Fitoekstraksi adalah proses pengangkutan kontaminan dari lingkungan melalui absorpsi dan translokasi. Tumbuhan berperan sebagai transporter logam untuk melewati membran sel. Tumbuhan ini menyerap unsur-unsur dari tanah yang tercemar dan menumpuknya di berbagai bagian tumbuhan. Mekanisme ini sering disebut sebagai phytomining. Spesies tanaman hiperakumulator banyak digunakan untuk menghilangkan kontaminan logam karena memberikan hasil yang lebih efektif dibandingkan dengan tanaman akumulator dan excluder.

3. Fitoakumulasi

Fitoakumulasi ini dapat terjadi melalui xilem, yang mengangkut logam berat atau kontaminan bersama air dan nutrisi dari tanah. Logam berat diangkut melintasi membran sel dengan bantuan phyto siderophores. Setelah logam masuk ke dalam sitoplasma sel tumbuhan, logam dapat dipindahkan ke vakuola sel, di mana kontaminan beracun diubah menjadi bentuk non-toksik melalui proses kompartementisasi. Fitoakumulasi adalah mekanisme di mana tumbuhan menyerap logam berat melalui akarnya, kemudian mentranslokasikannya ke batang atau daun.

4. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi adalah proses di mana kontaminan yang terkumpul di daun dilepaskan ke atmosfer melalui transpirasi. Selama pengangkutan dari akar ke daun, kontaminan diubah menjadi bentuk yang larut dalam air dan tidak beracun, mengikuti aliran molekul air dan proses kompartementasi di vakuola, sehingga dapat dengan mudah menguap.



in

empat Penelitian

i dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2024. dilakukan di wilayah Muara Sungai Malili, Desa Balantang,

Kecamatan Malili Luwu Timur. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Kesehatan, Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

3.3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil analisis konsentrasi logam berat Hg dan Pb pada sedimen, akar, batang, dan daun mangrove jenis *R.apiculata* dan *Sonneratia sp.*

3.3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kalkulator dan alat tulis.

3.3.3 Analisis Data

1. *Bioconcentration Factor* (BCF)

Setelah konsentrasi logam berat pada sedimen serta organ mangrove diketahui, maka data tersebut digunakan untuk analisis /menghitung kemampuan *R.apiculata* dan *Sonneratia sp.* dalam menyerap logam berat jenis merkuri (Hg) dari lingkungan perairan menggunakan perhitungan *Bioconcentration Factor* (BCF). Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai BCF:

$$BCF_{Hg} \left(\frac{l}{kg} \right) = \frac{\text{Logam berat Hg Pada Mangrove} \left(\frac{mg}{kg} \right)}{\text{Logam berat Hg pada Sedimen} \left(\frac{mg}{l} \right)} \quad (1)$$

Jika nilai,

BCF > 1 = Akumulator

BCF < 1 = Excluder

BCF = 1 = Indikator

2. *Translocation Factor* (TF)

Setelah didapatkan hasil perhitungan *Bioconcentration Factor* (BCF), faktor terpenting kedua untuk melihat potensi mangrove sebagai fitoremediator adalah nilai *Translocation Factor* (TF). Nilai TF akan menunjukkan kemampuan mangrove dalam memindahkan logam dari akar hingga ke tajuk. Dari nilai BCF, kemampuan mangrove yang diteliti dalam mengakumulasi logam berat di lingkungan dapat diketahui, sedangkan nilai TF memberikan informasi tentang proses mangrove dalam mengurangi keberadaan logam melalui proses fitoekstraksi atau fitostabilisasi. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai TF:

$$TF_{Hg} = \frac{\text{Logam berat Hg Pada Daun/batang} \left(\frac{mg}{kg} \right)}{\text{Logam berat Hg pada Akar} \left(\frac{mg}{kg} \right)} \quad (2)$$

Jika nilai,

fitostabilisasi

fitoekstraksi.

