

BAB I PENDAHULUAN

Logam berat adalah kontaminan yang berbahaya bagi lingkungan (Tangahu *et al.*, 2011) Kategori polutan ini sangat toksik karena sifatnya yang tidak dapat terurai. Banyak industri yang menggunakan bahan pencemar berupa logam berat seperti raksa (Hg), kromium heksavalen (Cr(VI)), arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), dan nikel (Ni) (Sastrawijaya, 1991). Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kegiatan pertambangan, limbah rumah tangga, limbah hortikultura, dan limbah industri. Di antara keempat jenis limbah tersebut, limbah industri menjadi penyumbang utama logam berat, karena banyaknya campuran logam berat yang digunakan dalam proses produksi, baik sebagai bahan mentah, bahan tambahan, maupun sebagai zat pendorong. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut dapat mengubah elemen penting dalam siklus metabolisme menjadi racun bagi organisme laut (Kusuma *et al.*, 2015).

Pencemaran logam berat di kawasan muara merupakan interaksi kompleks yang berkaitan erat dengan pemanfaatan logam oleh manusia (Nurhasan *et al.*, 2014). Berdasarkan dari hasil penelitian Silalahi *et al.*, (2023) yang telah dilakukan pada 8 titik stasiun, didapatkan konsentrasi logam timbal terlarut di Perairan Muara Sungai Cisadane berkisar 0,025 mg/L sampai 0,051 mg/L, dengan konsentrasi rata-rata sebesar 0,038 mg/L. Konsentrasi timbal tertinggi berada pada stasiun 7 sebesar 0,051 mg/L. Hal ini dikarenakan, di beberapa titik daerah yang padat dengan aktivitas pelayaran yang banyak menghasilkan limbah Pb dari bahan bakar. Sumber limbah Pb di daerah aktivitas pelayaran berasal dari limbah bahan bakar yang digunakan (Chen *et al.*, 2019).

Timbal (Pb) adalah logam berat yang memiliki tingkat toksisitas teratas jika mengkontaminasi air (Raouf & Raheim, 2017) Logam berat Pb merupakan salah satu logam non-ferrous yang paling banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Timbal (Pb) memiliki efek negatif yang membahayakan pada organisme hidup (Neeti & Prakash, 2013). Berdasarkan Keputusan Menteri LH Nomor 51 Tahun 2004 menetapkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) yang diperbolehkan adalah 0,008 mg/L (ppm). Timbal (Pb) dapat bersumber dari air limbah buangan industri seperti industri otomotif, pembuatan baterai, serta industri kaca dan keramik (Eliescu *et al.*, 2020).

Keberadaan logam berat di lingkungan perlu ditekan atau bahkan dihilangkan sehingga dapat menurunkan konsentrasi logam di lingkungan agar tidak mencapai atau bahkan melebihi ambang batasnya di lingkungan. Namun, aktivitas biologis dipercaya mampu menjadi metode alternatif untuk mengurangi cemaran logam (Dhokpande & Kaware, 2013). Upaya dalam penanggulangan pencemaran saat ini yang mulai dikembangkan adalah dengan memanfaatkan agen biologi yang disebut dengan bioremediasi (Kurniawan & Ekowati, 2016).

Salah satu agen biologis yang digunakan dalam bioremediasi adalah mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan sebagai bioremediator adalah alga, bakteri, dan jamur. Secara umum, kemampuan toleransi yang ditunjukkan oleh jamur terjadi melalui dua mekanisme, yaitu pemisahan secara ekstraselular melalui khelasi dan pengikatan dinding sel serta pemisahan intraselular fisik logam melalui pengikatan ke protein atau ligan lainnya untuk mencegahnya dari kerusakan target selular sensitif logam. Mekanisme ekstraselular berupaya menghindarkan sel dari masuknya logam, sedangkan sistem atau mekanisme intraselular bertujuan untuk mengurangi beban logam dalam sitosol (Anahid *et al.*, 2011). Mikroorganisme membawa materi genetik alami, kemampuan biokimia, dan sifat fisiologis yang membuatnya mampu berperan sebagai agen yang ideal dalam mengembalikan remediasi polutan tercemar ke kondisi aslinya dengan bantuan enzim (Neeti & Prakash, 2013).

Jamur memanfaatkan senyawa-senyawa yang berbahaya ini sebagai sumber nutrisi dan mendegradasi atau memfragmentasi polutan tersebut menjadi bentuk lebih sederhana yang bersifat non toksik (Singh & Sharma, 2013). Penggunaan jamur sebagai bioremediator dikenal dengan istilah mikoremediasi. Mikoremediasi adalah proses pendegradasian atau penghilangan bahan yang bersifat toksik atau polutan dari lingkungan dengan menggunakan fungi atau jamur (Asiriwa *et al.*, 2013). Prinsip mikoremediasi pada dasarnya sama dengan bioremediasi dengan mikroorganisme lainnya dalam mereduksi logam yaitu biosorpsi, bioakumulasi, bioresipitasi, bioreduksi, dan bioleaching (Kurniawan & Ekowati, 2016). Remediasi cemaran logam berat yang dilakukan oleh mikroorganisme bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan mobilitas logam dan toksisitasnya, salah satunya melalui mekanisme biosorpsi (Kumar *et al.*, 2010).

Biosorpsi merupakan proses penyerapan logam secara pasif oleh sel-sel mikroorganisme, biasanya adalah hasil dari formasi organik kompleks-logam dengan penyusun dinding sel mikroorganisme, kapsul, atau polimer ekstraseluler yang disintesis dan diekskresikan oleh mikroorganisme tersebut (Kurniawan & Ekowati, 2016).

Biosorpsi merupakan cara remediasi yang sangat tepat digunakan untuk menghilangkan limbah logam berat terutama di perairan, karena metode biosorpsi secara efisien dapat menyerap logam berat terlarut bahkan logam berat yang ada dalam larutan kompleks yang sangat encer sekalipun (Noverita *et al.*, 2023). Proses biosorpsi terjadi karena adanya biosorbent dari material biologis yang mampu mengikat logam berat dari larutan dengan kandungan logam berat yang memiliki afinitas tinggi, sehingga mudah terikat dengan biosorbent tersebut (Suhendrayatna *et al.*, 2001).

Jamur merupakan organisme yang unik karena karakter morfologi, fisiologi, dan genetiknya, dapat ditemukan di mana-mana, serta mampu membentuk koloni di semua habitat (tanah dan air) (Gupta & Shrivastava, 2014). Jamur mampu tumbuh pada lingkungan yang heterogen dan mampu beradaptasi pada matriks tanah yang kompleks dan ekstrim (Bharath *et al.*, 2019). Jamur memiliki kemampuan untuk mengikat logam berat dengan beberapa proses kimia seperti proses pertukaran ion, pengikatan kovalen dan adsorpsi pada larutan. Pengikatan logam berat oleh jamur terjadi karena adanya pertukaran ion – ion pada dinding sel jamur tersebut seperti Na, Mg, dan Ca yang digantikan oleh ion – ion logam berat (Ratnawati & Ermawati, 2010).

Disamping itu jamur juga dapat menyerap polutan melalui miseliumnya dalam proses biosorpsi, oleh karenanya perlu sekali menjadi perhatian sumber substrat tumbuh yang digunakan dalam budi daya jamur, agar jamur hasil budi daya aman untuk dikonsumsi (Kulshreshtha *et al.*, 2014). Jamur yang dapat dikonsumsi mengandung banyak bahan aktif farmakologis, yang telah menjadi fokus banyak penelitian sebagai sumber daya penting untuk pengembangan makanan fungsional atau obat-obatan. Jamur liar telah dilaporkan sangat rentan terhadap pengayaan logam berat di daerah yang tercemar (Igbiri *et al.*, 2018). Jamur yang dibudidayakan secara artifisial pada bahan yang tidak tercemar tidak hanya mengandung sedikit ion logam berat tetapi juga memiliki potensi untuk diaplikasikan dalam terapi keracunan timbal karena zat afinitas logamnya (Li *et al.*, 2014).

Jamur makro dipilih dalam biosorpsi logam berat, karena struktur hifa yang lebih kuat dan kompak dibandingkan jamur mikro. Di samping itu jamur makro memiliki tubuh buah yang dapat dilihat dengan mata telanjang tanpa bantuan mikroskop. Bentuk tubuh buah bervariasi, seperti kipas, kerang, payung, dan lain-lain, yang dilengkapi tangkai atau tanpa tangkai. Jamur makro di lingkungan sangat penting sebagai dekomposer, beberapa jenis dapat dimakan dan sebagai bahan obat. Sebagian besar jamur makro masuk kelompok Basidiomycota dan beberapa Ascomycota (Hibbett *et al.*, 2007; Noverita *et al.*, 2019).

Beberapa jenis jamur makro, termasuk *Ganoderma lucidum* (Muraleedharan *et al.*, 1995) *Pycnoporus sanguineus* (Zulfadhly *et al.*, 2001) dan spesies jamur *Agaricus* mampu menyerap logam berat. Hasil penelitian (Haiwei *et al.* 2012) jamur yang berpotensi sebagai logam berat yaitu memiliki biomassa yang besar, tekstur yang keras, dan sifat fisik yang menguntungkan karakteristik adalah sifat-sifat yang berkeinginan sebagai bioremediasi. Pada Jamur *Auricularia*, khususnya *Auricularia auricula*, telah menunjukkan kemampuan untuk menyerap logam berat seperti timbal (Pb). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jamur *Auricularia* dapat secara efektif mengurangi kadar timbal di lingkungan yang terkontaminasi, menunjukkan potensi mereka untuk bioremediasi. *Auricularia auricula* menghasilkan zat aktif yang dapat menyerap timbal, dengan penelitian menunjukkan bahwa zat ini terdiri dari polisakarida dan peptida, yang efektif dalam mengikat ion Pb (Zhang *et al.*, 2023).

Maka dari itu berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi 4 isolat jamur makro yang tumbuh pada substrat kayu dalam biosorpsi logam berat Timbal (Pb). Dengan demikian diharapkan dengan penelitian ini diperoleh jamur makro terbaik yang dapat digunakan sebagai agensia bioremediasi yang ramah lingkungan.

Maka hipotesis yang mendukung dalam penelitian ini adalah; (1) Terdapat isolat jamur makro yang mampu mengabsorpsi logam berat timbal (Pb); (2) Terdapat perbedaan kemampuan tumbuh jamur makro pada 3 medium yang berbeda dengan waktu inkubasi yang berbeda.

