

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penipisan sumber daya air bersih akibat pencemaran lingkungan merupakan masalah yang memprihatinkan di seluruh dunia. Salah satu penyebab yang mengancam kelestarian air adalah eutrofikasi yaitu fenomena peningkatan produktivitas perairan karena tingginya konsentrasi bahan organik di dalam air yang menyebabkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air menjadi tidak terkendali (Patricia *et al.*, 2018). Akibatnya, tumbuhan air tersebut dapat menutupi cahaya matahari untuk masuk ke dalam air dan dapat menyebabkan kurangnya oksigen terlarut dalam air.

Hydrilla verticillata dan *Myriophyllum aquaticum* merupakan tumbuhan air invasif akibat dari eutrofikasi. Ginting *et al.* (2023) pada penelitiannya menyebutkan bahwa *Hydrilla verticillata* merupakan jenis tumbuhan air yang tumbuh di perairan Danau Toba yang dapat mengganggu ekosistem dan mempengaruhi pertumbuhan ikan karena tumbuhan ini memiliki mekanisme reproduksi vegetatif yang memungkinkannya untuk menyebar dengan sangat cepat. *Hydrilla verticillata* memiliki bagian tubuh yang seluruhnya terendam air, sedangkan *Myriophyllum aquaticum* sebagian besar tubuhnya terendam di air dan sebagian kecil terapung di permukaan.

Luas permukaan tumbuhan terendam jauh lebih tinggi daripada tumbuhan terapung karena semua bagian akar, batang, dan daun berada di air sehingga dapat menyerap polutan lebih baik daripada tumbuhan terapung. Namun, fotosintesis tumbuhan terendam sangat terbatas pada karbon anorganik terlarut. Sumber karbon yang ada dalam bentuk CO_2 , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} merupakan salah satu faktor lingkungan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan terendam. HCO_3^- atau bikarbonat dapat ditambahkan pada tumbuhan terendam sebagai sumber karbon alternatif (Wang *et al.*, 2020). *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* dapat tumbuh dengan cepat dan mengakumulasi sejumlah logam berat sehingga dapat dimanfaatkan pada pengolahan air limbah menggunakan tumbuhan.

Tembaga (Cu) termasuk ke dalam kelompok logam berat yang diklasifikasikan sebagai unsur jejak (*trace element*) (Bhat *et al.*, 2022). Dalam limbah cair industri, keberadaan tembaga sering dijumpai pada sektor pelapisan logam, pembuatan keramik, produksi kaca, serta proses elektroplating (Ali *et al.*, 2016). Konsentrasi ion Cu²⁺ pada air limbah industri dapat berkisar antara 2,5 mg/L hingga 10.000 mg/L (Liu *et al.*, 2023). Paparan tembaga (Cu) dalam jumlah berlebihan dapat memicu berbagai kondisi medis serius pada manusia, termasuk gangguan sistem saraf pusat (SSP), kerusakan fungsi ginjal, *shock*, koma, anemia, hingga menyebabkan kematian (Siringoringo *et al.*, 2022).

Hydrilla verticillata dapat menurunkan 11% - 37% kandungan logam Cu²⁺ pada 10% larutan Hoagland dengan kandungan Cu²⁺ 0,01; 0,05; dan 0,05 (Shi *et al.*, 2021), 50% kandungan logam Seng (Zn) pada limbah industri kertas (Novi *et al.*, 2019), dan penurunan LAS deterjen sebanyak 96% pada limbah *laundry*. Penyerapan kontaminan pada fitoremediasi dipengaruhi oleh spesies tumbuhan, zona akar, parameter fisika seperti pH; konsentrasi kontaminan; kandungan mineral, *chelating agent*, dan berat tumbuhan (Dhir, 2013). Model matematika dapat digunakan untuk menggambarkan pengaruh parameter tertentu dalam fitoremediasi menggunakan persamaan matematis. Model matematika memungkinkan untuk mensimulasikan proses penghilangan polutan, dan informasi yang dihasilkan dapat digunakan dalam optimalisasi parameter pencemar lingkungan yang dimediasi tumbuhan (Kumar *et al.*, 2019).

Pemodelan prediksi pengolahan limbah menggunakan tumbuhan dilakukan untuk menilai akumulasi logam berat maksimum dalam jaringan tumbuhan terpilih yaitu akar, daun atau batang dari media limbah. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model matematika dalam menganalisis prediksi penghilangan kontaminan logam berat Cu²⁺ oleh *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* pada air limbah industri pelapisan logam.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh berat tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* terhadap penyerapan logam tembaga (Cu^{2+}) pada air limbah industri pelapisan logam?
2. Bagaimana perbandingan efektivitas *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* dalam menyerap logam tembaga (Cu^{2+}) pada air limbah?
3. Bagaimana model matematika akumulasi logam tembaga (Cu^{2+}) pada *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* sebagai agen fitoremediasi dalam menyisihkan beban pencemar?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis pengaruh berat tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* terhadap penyerapan logam tembaga (Cu^{2+}) pada air limbah industri pelapisan logam.
2. Untuk menganalisis perbandingan efektivitas *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* dalam menyerap logam tembaga (Cu^{2+}) pada air limbah.
3. Untuk mengetahui model matematika akumulasi logam tembaga (Cu^{2+}) pada *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* sebagai agen fitoremediasi dalam menyisihkan beban pencemar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Memberikan tambahan informasi mengenai penelitian pemodelan prediksi *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* dalam menyerap kadar tembaga (Cu^{2+}) yang terdapat dalam air limbah industri pelapisan logam.
2. Memberikan tambahan informasi pada industri pelapisan logam mengenai pemanfaatan *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum* untuk pengolahan limbah dalam mereduksi logam tembaga (Cu^{2+}).

1.5 Lingkup Penelitian

Lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan baku (sampel) adalah air limbah industri pelapisan logam.
2. Tumbuhan air yang digunakan adalah *Hydrilla verticillata* dan *Myriophyllum aquaticum*.
3. Parameter yang dianalisa adalah tembaga (Cu^{2+}), pH, dan Suhu.
4. Penelitian dilakukan dengan variabel berat dan variasi tumbuhan.
5. Penelitian menggunakan sistem *batch*.
6. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.