

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah merupakan material sisa yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia, baik yang berasal dari sektor industri maupun aktivitas rumah tangga. Kegiatan domestik menghasilkan berbagai jenis limbah, seperti sampah padat, *black water* dan *grey water*. Keberadaan limbah menjadi salah satu permasalahan lingkungan karena apabila tidak dikelola secara tepat dapat memberikan dampak terhadap kesehatan dan lingkungan (Kadir, 2022). Sampah merupakan salah satu bentuk limbah padat yang sebagian besar dihasilkan dari aktivitas manusia. Komposisinya dapat berbeda-beda sesuai dengan sumber dan aktivitas penghasilnya. Badrus & Sutrisno (2007) menjelaskan bahwa sampah dapat berasal dari aktivitas sehari-hari, kegiatan industri, kawasan komersial, pasar, maupun area taman dan kebun. Berdasarkan jenis material penyusunnya, sampah secara umum dapat dibedakan menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik berasal dari sisa makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, dan manusia, sedangkan sampah anorganik berasal dari material seperti logam, kaca, plastik dan bahan mineral lainnya. Timbunan sampah yang terdiri atas berbagai jenis material tersebut dapat menghasilkan air lindi. Air lindi terbentuk ketika air masuk dan melewati timbunan sampah sehingga membawa berbagai zat yang terdapat di dalamnya. Apabila air lindi masuk ke dalam tanah atau terbawa menuju badan air, kandungan pencemarnya dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan berpotensi mengganggu lingkungan maupun kesehatan masyarakat (Utami and Wahyuni 2020). Karakteristik air lindi tidak selalu sama karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan proses yang berlangsung di dalam timbunan sampah. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah kondisi iklim, terutama curah hujan, suhu, dan kelembapan. Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan masuknya air ke dalam timbunan sampah sehingga pembentukan volume lindi juga dapat meningkat. Pada saat yang sama, masuknya air dalam jumlah besar dapat menyebabkan terjadinya

pengenceran terhadap konsentrasi zat pencemar yang terdapat dalam lindi (Jiachen and Zhen 2024).

Air lindi terbentuk melalui interaksi antara air yang masuk ke timbunan sampah dengan material sampah yang mengalami proses dekomposisi. Cairan tersebut kemudian bergerak melewati timbunan dan membawa berbagai material terlarut maupun tersuspensi. Oleh karena itu, lindi perlu mendapatkan perhatian dalam pengelolaannya karena berpotensi memengaruhi kualitas lingkungan di sekitar tempat pemrosesan akhir. Apabila lindi tidak dikelola dengan baik, pencemar yang terkandung di dalamnya dapat masuk ke lingkungan dan menyebabkan penurunan kualitas tanah maupun air. Dampak lainnya dapat berupa gangguan terhadap ekosistem perairan dan berkurangnya keanekaragaman hayati, selain itu, keberadaan logam berat maupun senyawa berbahaya dalam lindi dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia apabila mencemari sumber air atau masuk ke dalam rantai makanan (Sahani, Kasim, and Syarif 2025).

TPA Randuagung merupakan salah satu TPA yang berada di Kecamatan Kepanjen. TPA Randuagung terletak di Jl.Gondang, Desa Randuagung, Kecamatan Singorsari, Kabupaten Malang. Berdasarkan penelitian (Samin, Sunarto, and Rijalurrahman 2017), TPA Randuagung memiliki persentase pelayanan terhadap total sampah yang terlayani sebesar 43,75%. TPA tersebut melayani wilayah Singosari, Lawang, Karangploso, dan Dau. Area operasional yang digunakan sekitar 5,3 hektar dari keseluruhan luas lahan sekitar 17,65 hektar.

Air lindi memiliki kandungan bahan organik yang relatif tinggi. Pembentukannya berkaitan dengan masuknya air hujan ke dalam timbunan serta aktivitas mikroorganisme yang menguraikan material sampah. Selain senyawa organik, lindi juga dapat mengandung unsur logam seperti Zn dan Hg. Apabila tidak memperoleh pengolahan yang sesuai, lindi dapat meresap ke tanah dan selanjutnya memengaruhi kualitas air tanah di sekitar TPA. Karakteristik lindi juga dapat berubah dari waktu ke waktu karena dipengaruhi oleh proses fisik, kimia, dan biologis yang berlangsung pada timbunan sampah (Muryani and Widiarti 2018).

Pengolahan lindi pada beberapa tempat pemrosesan akhir telah dilakukan menggunakan instalasi pengolahan, tetapi dalam penerapannya masih terdapat kemungkinan kualitas air keluaran belum memenuhi batas yang dipersyaratkan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair adalah fitoremediasi. Metode tersebut memanfaatkan kemampuan tanaman dalam menyerap atau mengurangi kandungan pencemar yang terdapat pada media tercemar (Puspitaningsari, Joegijantoro, and Yuniastuti 2024).

Fitoremediasi memanfaatkan tanaman sebagai agen biologis untuk membantu mengurangi pencemar yang terdapat pada tanah maupun air. Proses tersebut dapat berlangsung melalui beberapa mekanisme, antara lain penyerapan, pemindahan, penguraian, maupun stabilisasi senyawa pencemar. Penerapan metode ini dapat digunakan terhadap pencemar yang berasal dari senyawa organik maupun anorganik (Pratiwi, Sunarsih, and Dewi 2019). Keberhasilan fitoremediasi sangat berkaitan dengan karakteristik tanaman yang digunakan. Tanaman yang dipilih perlu mempunyai kemampuan tumbuh dengan baik pada kondisi tercemar, mampu bertahan terhadap keberadaan polutan, serta memiliki kemampuan mengakumulasi atau menyerap zat pencemar. Karakteristik tersebut diperlukan agar proses pengolahan dapat berlangsung secara efektif (Ilmannafian, Lestari, and Khairunisa 2020).

Filtrasi adalah proses pengolahan secara fisik yang digunakan untuk memisahkan sebagian zat pencemar, terutama padatan dan koloid, dari limbah cair dengan memanfaatkan prinsip atau gaya-gaya fisika (Khaer and Nursyafitri 2017). Penggabungan filtrasi dan fitoremediasi dapat memberikan fungsi yang saling melengkapi. Media filtrasi membantu menahan partikel, sedangkan tanaman berperan dalam proses biologis terhadap zat pencemar. Dalam sistem fitoremediasi, tanaman juga dapat berinteraksi dengan mikroorganisme yang berada di sekitar media dan perakaran sehingga proses penguraian maupun transformasi pencemar dapat berlangsung (Ilmannafian et al. 2020).

Azolla Microphylla merupakan tumbuhan paku air berukuran kecil yang memiliki hubungan simbiosis dengan bakteri *Anabaena azollae*. Hubungan tersebut mendukung kemampuan tanaman dalam melakukan fiksasi nitrogen. Tanaman ini

mempunyai struktur berupa akar, rizoma, dan daun yang mendukung proses penyerapan unsur dari lingkungan perairan (Puspitaningsari et al. 2024). Kemampuan *Azolla Microphylla* dalam menangkap material tersuspensi menjadikannya berpotensi digunakan pada proses fitoremediasi air lindi. Sistem perakaran tanaman yang berada di dalam air dapat membantu menangkap berbagai material yang tersuspensi, termasuk partikel halus, lumpur, debu, serta sebagian bahan organik (Irhamni et al. 2025).

Berdasarkan hasil uji kualitas air lindi TPA Tamangapa, Kota Makassar diperoleh nilai BOD (Biological Oxygen Demand) 614,57 mg/L dan nilai COD (Chemical Oxygen Demand) 1660,59 mg/L (Sahani et al., 2024), yang melampaui baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pemrosesan Akhir Sampah yaitu nilai BOD 150 mg/L dan nilai COD 300 mg/L. Potensi air lindi terhadap lingkungan bisa sangat merugikan jika tidak dikelola dengan baik seperti pencemaran air dan tanah, kehilangan keanekaragaman hayati di ekosistem air, kerusakan habitat alami terutama di area sungai, danau, atau wilayah air lainnya. Ini dapat mengakibatkan hilangnya habitat untuk spesies-spesies tertentu. Air Lindi juga berpotensi memberikan ancaman bagi kesehatan manusia jika air lindi mencemari sumber air yang digunakan oleh manusia, dapat membahayakan kesehatan manusia. Logam berat dan bahan kimia beracun dapat masuk ke dalam rantai makanan dan mencapai manusia, menyebabkan berbagai masalah kesehatan (Sahani et al. 2025). Salah satu metode yang mulai dikembangkan dalam pengolahan limbah cair adalah fitoremediasi, yaitu teknik penggunaan tanaman untuk mengurangi kandungan polutan dalam air limbah (Irhamni et al. 2025). Penggunaan metode filtrasi dalam pengolahan limbah diharapkan menjadi lebih efisien jika dipadukan dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu sistem yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media untuk mengubah, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan menjadi kurang atau tidak berbahaya sama sekali bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Azolla Microphylla* dapat digunakan untuk membantu menurunkan kandungan pencemar pada air lindi. Irhamni (2025) menunjukan bahwa penggunaan tanaman *Azolla Microphylla* telah terbukti mampu dalam menurunkan kadar pencemar pada air lindi dengan persentase penurunan tertinggi masing-masing sebesar 22,95% COD dan 22,40% untuk BOD. Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman *Azolla Microphylla* memiliki kemampuan fitoremediasi terhadap senyawa organik dan padatan tersuspensi dalam air lindi TPA.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas metode fitoremediasi dan filtrasi media tanaman *Azolla Microphylla* dalam mengurangi BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) pada air lindi terencerkan di TPA Randuagung?

1.3. Tujuan Penelitian

Mengukur efektivitas metode fitoremediasi dan filtrasi menggunakan tanaman *Azolla Microphylla* dalam mengurangi BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) pada air lindi terencerkan di TPA Randuagung.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan informasi mengenai efektivitas penggunaan metode fitoremediasi dan filtrasi menggunakan *Azolla Microphylla* dalam menurunkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada air lindi terencerkan di TPA Randuagung.
2. Metode penelitian bisa menjadi solusi alternatif dalam menurunkan kandungan pencemar pada air lindi karena murah dan ramah lingkungan.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Lokasi pengambilan sampel di TPA Randuagung, Kabupaten Malang.
2. Lokasi penelitian adalah laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3. Menggunakan tanaman *Azolla Microphylla* media dalam kombinasi fitoremediasi dan filtrasi.
4. Parameter yang diuji adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebagai indikator pengolahan.
5. Fokus hasil penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi massa tanaman *Azolla Microphylla* dan waktu tinggal yang paling efektif dalam penurunan parameter pencemar pada air lindi terencerkan TPA Randuagung.
6. Acuan baku mutu diambil dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016.