

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap aktivitas atau kegiatan yang dilakukan manusia secara terus menerus akan menghasilkan limbah, limbah dalam skala kecil dapat diurai alami oleh lingkungan dengan risiko pencemaran rendah. Akan tetapi, penumpukan limbah dalam skala besar akan mengakibatkan pencemaran dan kerusakan lingkungan. Salah satu bentuk pencemaran di Indonesia adalah pencemaran air yang disebabkan oleh pengelolaan limbah yang kurang baik. Pencemaran air yang timbul dapat berdampak negatif pada biota air, kesehatan manusia, kualitas air tanah, estetika lingkungan, dan sebagainya.

Salah satu aktivitas atau usaha yang umum dilakukan oleh masyarakat adalah usaha industri *laundry*. Industri *laundry* dalam skala kecil maupun skala besar saat ini mengalami peningkatan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini menyebabkan peningkatan produksi limbah *laundry* dari proses pencucian dan pengeringan pakaian. Limbah *laundry* yang dihasilkan mengandung bahan kimia seperti, surfaktan, logam berat, dan bahan organik berbahaya lainnya yang dapat mencemari lingkungan (Ardiyanto & Yuantari, 2016). Limbah *laundry* yang tidak dilakukan pengolahan dengan tepat akan berdampak buruk bagi lingkungan yaitu dapat menghasilkan bau tidak sedap, dapat memicu eutrofikasi, menurunkan kadar oksigen terlarut, merusak biota air, serta membahayakan kesehatan manusia (Lutfiah et al., 2023).

Untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh limbah cair *laundry*, dapat dilakukan pengolahan pada air limbah tersebut secara tepat. Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan 3 metode pengolahan, yaitu pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi (Jannah & Muhimmatin, 2019). Namun, banyak dari metode tersebut membutuhkan biaya operasional tinggi, penggunaan bahan kimia tambahan, serta konsumsi energi yang besar. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan berbagai metode yang disesuaikan dengan sifat dan karakteristik limbah yang dihasilkan.

Fitoremediasi merupakan salah satu metode ramah lingkungan yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan kontaminan dari lingkungan, baik itu air maupun tanah, dengan memanfaatkan kemampuan alami tanaman. Dalam pengolahan limbah cair, tanaman berfungsi dalam pertukaran dan penyerapan ion, sehingga membantu menstabilkan berbagai parameter fisik dan kimia air (Rawung et al., 2024). Efektivitas fitoremediasi sangat bergantung pada jenis tanaman yang digunakan serta kondisi lingkungan tempat tanaman tersebut tumbuh. Salah satu penerapan fitoremediasi yang semakin banyak dikembangkan dalam pengolahan air limbah adalah sistem *wetland* atau lahan basah buatan. Sistem ini meniru proses alami yang terjadi di ekosistem rawa atau danau, dengan memanfaatkan interaksi antara tanaman air, mikroorganisme, dan media pendukung lainnya. Metode ini sangat efektif karena mudah diterapkan, tanaman yang digunakan mudah diperoleh, tidak memerlukan biaya besar, serta bersifat ramah lingkungan.

Sistem *wetland* terdiri dari berbagai tipe, salah satunya adalah *free floating wetland*. *Free floating wetland* merupakan tipe *wetland* di mana tanaman yang digunakan dapat berupa tanaman yang mampu mengapung secara alami di permukaan air. Tanaman dalam sistem ini tidak membutuhkan substrat padat, sehingga akar dibiarkan menggantung bebas di dalam air, memungkinkan kontak langsung dengan air limbah. Tanaman air juga memiliki komunitas mikroba yang disebut *rhizobakteri* yang hidup di sekitar sistem perakarannya. Mikroorganisme ini berperan dalam menguraikan senyawa organik maupun anorganik (Hendrasarie & Redina, 2023).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem *wetland* efektif dalam mengurangi konsentrasi polutan. Salah satunya, studi oleh Oktaningtyas et al., (2024) menunjukkan bahwa *constructed wetland* menggunakan tanaman *Lepironia articulata* mampu menurunkan kadar BOD dan COD hingga 97%, fosfat 88%, dan MBAS 95%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan tanaman air dalam sistem pengolahan limbah berpotensi tinggi untuk mengatasi berbagai jenis pencemar. Beberapa tanaman lain yang dikenal dapat efektif dalam menyerap dan menurunkan kandungan pencemar salah satunya adalah tanaman kayu apu (*Pistia*

Stratiotes) dan kiambang (*Salvinia Molesta*). Tanaman kayu apu memiliki akar yang panjang dan menggantung yang berfungsi sebagai permukaan aktif untuk berbagai proses biologis dan fisik. Penelitian oleh Ardiatma et al., (2023) menunjukkan bahwa tanaman kayu apu dapat menurunkan BOD hingga 90,2% dalam waktu 7 hari pada air limbah domestik. Sementara tanaman kiambang merupakan salah satu tanaman yang berperan sebagai agen fitoremediasi dalam menyerap kandungan orthofosfat dari deterjen yang menjadi salah satu sumber pencemaran di perairan (Rawung et al., 2024). Kedua jenis tanaman ini memiliki kelebihan, yaitu selain mampu menurunkan tingkat pencemaran, tanaman tersebut juga mudah diperoleh, mudah beradaptasi dengan lingkungan, dan memiliki biaya yang rendah.

Untuk meningkatkan efektivitas pengolahan dalam sistem *free floating wetland*, dapat ditambahkan *Effective Microorganisms 4* (EM4) yaitu campuran mikroba menguntungkan seperti bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), *Actinomycetes*, dan *Rhodopseudomonas sp* dan ragi/yeast (Fitria et al., 2023). Mikroorganisme ini mampu mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan aktivitas biologis di sekitar akar tanaman, dan membantu mempercepat proses pemulihan kualitas air. Penelitian yang dilakukan oleh Sari et al., (2017) terkait dengan penggunaan EM4 untuk pengolahan limbah cair, diketahui dapat menurunkan kandungan COD hingga 86,6% pada waktu tinggal 216 jam. Lebih lanjut, sistem ini dapat ditingkatkan dengan pengaturan kondisi lingkungan reaktor berdasarkan zona *anoxic-oxic*. Pada kondisi *anoxic* atau minim oksigen terlarut, mikroorganisme fakultatif dan anaerobik berperan dalam proses reduksi senyawa organik kompleks. Senyawa organik digunakan sebagai donor elektron sehingga membantu mengurangi beban pencemar COD. Sementara itu, pada kondisi *oxic*, suplai oksigen meningkat melalui fotosintesis tanaman dan aerasi yang mendukung aktivitas mikroba aerobik yang menjalankan proses oksidasi lanjutan bahan organik dan degradasi surfaktan.

Dengan demikian, sistem *free floating wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) dan kiambang (*Salvinia Molesta*) dengan penambahan EM4 serta pengaturan kondisi *anoxic-oxic* membentuk suatu pendekatan terpadu untuk

pengolahan limbah cair, khususnya limbah *laundry* yang mengandung beban pencemar organik dan surfaktan tinggi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengolahan, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan dan konservasi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dan kiambang (*Salvinia molesta*) dalam sistem *free floating wetland* untuk menurunkan kadar COD dan surfaktan, serta meningkatkan kadar DO pada air limbah *laundry*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan EM4 terhadap efisiensi penurunan COD dan surfaktan, serta peningkatan DO dalam sistem *free floating wetland* pada limbah *laundry*?
3. Bagaimana pengaruh waktu tinggal dalam sistem *free floating wetland* terhadap penurunan COD dan surfaktan, serta peningkatan DO pada air limbah *laundry* dengan perlakuan kondisi *anoxic-oxic* ,

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kemampuan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dan kiambang (*Salvinia molesta*) dalam sistem *free floating wetland* untuk menurunkan kadar COD dan surfaktan, serta meningkatkan kadar DO pada air limbah *laundry*
2. Menganalisis pengaruh penambahan EM4 terhadap efisiensi penurunan COD dan surfaktan, serta peningkatan DO dalam sistem *free floating wetland* pada limbah *laundry*
3. Menganalisis pengaruh waktu tinggal yang efektif dalam sistem *free floating wetland* terhadap penurunan kadar COD dan surfaktan, serta peningkatan DO pada air limbah *laundry* dengan perlakuan kondisi *anoxic-oxic*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk Peneliti

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang dan mengoperasikan sistem pengolahan limbah berbasis fitoremediasi, serta memperdalam pemahaman mengenai interaksi antara tanaman air, mikroorganisme, dan kondisi oksigenasi (*anoxic-oxic*) dalam proses penurunan parameter pencemar

2. Manfaat untuk Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pengolahan air limbah, khususnya terkait penerapan sistem *Free Floating Wetland* yang memanfaatkan tanaman air dan mikroorganisme dalam kondisi *anoxic-oxic*.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset, Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Pengujian parameter dilakukan di Laboratorium Air, Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Penelitian ini berfokus pada sampel limbah cair yaitu limbah *laundry* yang diambil dari industri *laundry* di Surabaya Timur
4. Parameter yang dianalisa yaitu suhu, pH, DO (*Dissolved Oxygen*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), Surfaktan
5. Jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) Dan Kiambang (*Salvinia Molesta*)
6. Penelitian dilakukan dengan sistem *batch*.