BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas sehari-hari manusia yang berkaitan dengan penggunaan air. Sumber air limbah domestik dapat berasal dari berbagai kegiatan rumah tangga seperti buangan toilet, dapur, kamar mandi, dan cucian, maupun dari fasilitas umum dan komersial seperti restoran, hotel, apartemen, sekolah, rumah sakit, dan perkantoran. Apabila tidak dikelola dengan baik, air limbah domestik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan menurunkan kualitas badan air penerima (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025).

Air limbah domestik secara umum dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *greywater* dan *blackwater*. *Greywater* merupakan air limbah yang berasal dari kegiatan mandi, mencuci pakaian, dan mencuci peralatan rumah tangga, sedangkan *blackwater* merupakan air limbah yang berasal dari toilet dan *septic tank*. Dibandingkan dengan *greywater*, *blackwater* memiliki tingkat pencemaran yang lebih tinggi karena mengandung bahan organik, mikroorganisme patogen, residu bahan pembersih, serta berbagai senyawa kimia yang dapat membahayakan lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai. Pembuangan air limbah domestik secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan penurunan kualitas air, menimbulkan bau tidak sedap, serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Widyarani *et al*., 2022).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sijenjang merupakan bagian dari Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) Kota Jambi yang berlokasi di Kelurahan Sijenjang, Kecamatan Jambi Timur, Kota Jambi. UPTD SPALD-T Kota Jambi dibangun pada lahan seluas 5,31 ha dengan luas tapak bangunan (footprint) sekitar 0,9 ha. Instalasi ini memiliki kapasitas pengolahan sebesar 7.600 liter/hari dan dirancang untuk melayani sekitar 10.300 Sambungan Rumah (SR). UPTD SPALD-T Kota Jambi berfungsi sebagai fasilitas pengolahan air limbah domestik yang bertujuan mengolah air limbah sebelum dialirkan kembali ke lingkungan. Dalam proses pengolahannya, IPAL Kota Jambi menggunakan teknologi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) sebagai salah satu proses pengolahan biologis untuk membantu menurunkan kandungan pencemar dalam air limbah domestik.

Karakteristik air limbah domestik dapat dikaji melalui parameter fisika, kimia, dan biologi. Dalam penelitian ini, parameter yang menjadi perhatian utama adalah parameter kimia, yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), pH, serta minyak dan lemak. Nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Parameter pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air yang dapat memengaruhi efektivitas proses pengolahan limbah. Adapun parameter Minyak dan Lemakmencerminkan kandungan senyawa organik yang berasal dari aktivitas domestik, seperti sisa makanan, minyak goreng, dan bahan pembersih. Konsentrasi Minyak dan Lemakyang tinggi berpotensi membentuk lapisan pada permukaan air sehingga dapat menghambat masuknya

oksigen ke dalam air serta mengganggu proses pengolahan limbah (Permen LH/BPLH No. 11 Tahun 2025).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025, parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), pH, dan minyak serta lemak menjadi indikator utama dalam penilaian kualitas air limbah domestik. Apabila nilai parameter tersebut melampaui baku mutu yang telah ditentukan, maka dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas badan air penerima serta mengurangi kemampuan lingkungan untuk melakukan pemulihan secara alami. Tingginya nilai BOD menunjukkan besarnya kandungan bahan organik yang dapat mengurangi kadar oksigen terlarut di perairan, sedangkan Minyak dan Lemakberpotensi membentuk lapisan pada permukaan air yang menghambat pertukaran oksigen. pengolahan air limbah yang memadai agar konsentrasi pencemar dapat dikurangi dan memenuhi persyaratan sebelum dibuang ke lingkungan.

Membran mikrofiltrasi merupakan teknologi pemisahan berbasis tekanan rendah yang bekerja dengan prinsip penyaringan berdasarkan ukuran partikel. Membran mikrofiltrasi umumnya memiliki ukuran pori antara 0,1–10 μm sehingga mampu menyisihkan partikel tersuspensi, bakteri, serta berbagai kontaminan berukuran mikro dari air limbah. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain kebutuhan energi yang relatif rendah, kemudahan pengoperasian, efisiensi penyisihan yang baik, serta tidak memerlukan bahan kimia tambahan dalam jumlah besar (Liao *et al*., 2024).

Hidrogen peroksida merupakan senyawa oksidator kuat yang mampu menghasilkan radikal hidroksil (•OH) yang sangat reaktif dalam menguraikan senyawa pencemar organik. Penggunaan H_2O_2 dapat membantu menurunkan kandungan bahan organik yang tercermin melalui nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), mengoksidasi senyawa penyusun deterjen, serta meningkatkan kualitas air limbah sebelum memasuki tahap pengolahan lanjutan. Selain memiliki kemampuan oksidasi yang tinggi, H_2O_2 juga relatif ramah lingkungan karena hasil dekomposisinya berupa air dan oksigen sehingga tidak meninggalkan residu berbahaya dalam jumlah signifikan (Hubner *et al*., 2024).

Proses oksidasi menggunakan hidrogen peroksida dan proses filtrasi menggunakan membran mikrofiltrasi berpotensi meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah domestik. Proses oksidasi berfungsi menguraikan senyawa pencemar menjadi bentuk yang lebih sederhana, sedangkan membran mikrofiltrasi berperan sebagai penghalang fisik untuk menyisihkan partikel dan kontaminan yang masih tersisa. kedua metode tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas efluen sehingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Membran mikrofiltrasi (MF) merupakan salah satu teknologi pemisahan berbasis tekanan rendah yang digunakan untuk menyaring partikel, bakteri, serta padatan tersuspensi dengan ukuran berkisar antara 0,1 hingga 10 μm dari suatu aliran cairan. Proses pemisahan pada membran mikrofiltrasi bekerja secara eksklusif berdasarkan mekanisme pengecualian ukuran *(size exclusion),* di mana partikel yang berdiameter lebih besar daripada pori membran akan tertahan di permukaan atau di dalam struktur membran, sementara molekul yang lebih kecil

akan melewatinya bersama aliran permeat. Tekanan transmembran yang dibutuhkan pada proses mikrofiltrasi umumnya berkisar antara 0,01 hingga 0,3 MPa, sehingga menjadikannya teknologi yang relatif hemat energi dibandingkan dengan proses membran bertekanan tinggi seperti nanofiltrasi dan osmosis balik (Liao *et al*., 2024).

Mikrofiltrasi sebagai proses yang dapat diandalkan untuk memisahan dan pemurnian suspensi, dengan fleksibilitas tinggi sehingga banyak diterapkan dalam berbagai sektor industri, termasuk bioteknologi, farmasi, pangan, minuman, dan pengolahan air limbah. Dibandingkan dengan metode konvensional, teknologi mikrofiltrasi menawarkan efisiensi penyisihan kontaminan yang tinggi, jejak instalasi yang lebih kecil, kemudahan operasional, serta kompatibilitas lingkungan yang baik.keunggulan tersebut menjadikan membran mikrofiltrasi sebagai pilihan yang populer dalam sistem pengolahan air dan air limbah modern (Addich *et al*., 2024). mikrofiltrasi sering diintegrasikan sebagai salah satu tahap dalam sistem pengolahan air multi-barrier bersama dengan proses lanjutan lainnya untuk mencapai standar kualitas air yang lebih ketat (Ma *et al*., 2024).

Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan senyawa kimia yang bersifat oksidator kuat dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi lingkungan, terutama pada pengolahan air limbah. Senyawa ini tersusun atas dua atom hidrogen dan dua atom oksigen yang memiliki kemampuan menghasilkan radikal hidroksil (•OH), yaitu oksidator yang sangat reaktif dalam mendegradasi berbagai senyawa pencemar organik maupun anorganik di dalam air limbah. Kemampuan oksidasi yang tinggi tersebut menjadikan hidrogen peroksida sebagai salah satu bahan kimia yang

banyak diterapkan pada proses pengolahan limbah modern, khususnya dalam teknologi *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) (Hübner *et al*., 2024).

Hidrogen peroksida juga ramah lingkungan karena produk akhir dekomposisinya berupa air (H_2O_2) dan oksigen (O_2) sehingga tidak meninggalkan residu berbahaya dalam lingkungan. Karakteristik tersebut menjadikan H_2O_2 sebagai alternatif oksidator yang lebih aman dibandingkan beberapa bahan kimia lainnya yang dapat menghasilkan produk samping beracun (Li *et al*., 2024).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi dosis hidrogen peroksida (H_2O_2) dan membran mikrofiltrasi dalam menurunkan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), Minyak & lemak, serta memepengaruhi nilai pH pada limbah domestik *greywater* yang berasal dari IPAL Kota Jambi?
2. Berapa dosis hidrogen peroksida (H_2O_2) yang memberikan efisiensi terbaik pada kombinasi hidrogen peroksida dan membran mikrofiltrasi?
3. Apakah hasil pengolahan air limbah memenuhi berdasarkan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), Minyak dan Lemak, serta pH untuk mengetahui kesesuaiannya dengan baku mutu yang ditetaokan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh efektivitas penggunaan hidrogen peroksida dan membran mikrofiltrasi dalam menurunkan konsentrasi *Biological Oxygen*

Demand (BOD), Minyak dan Lemakserta mengamati perubahan pH pada limbah domesrik *greywater* dari IPAL Kota Jambi.

2. Menentukan dosis hidrogen peroksida (H_2O_2) yang memberikan efisiensi terbaik pada kombinasi hidrogen peroksida dan membran mikrofiltrasi.
3. Mengevaluasi kualitas hasil pengolahan air limbah berdasarkan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), Minyak dan Lemak, serta pH untuk mengetahui kesesuaiannya dengan baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Meneteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian dilaksanakan di IPAL Kota Jambi disana pengambilan limbah domestik *greywater.*
2. Sampel limbah diambil di inlet *greywater.*
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrogen peroksida (H_2O_2) 30% yang diaktivasi menggunakan sinar matahari sebagai sumber UV alami, kemudian dilanjutkan dengan proses mikrofiltrasi. Variaso dosis H_2O_2 yang digunakan adalah 3 mL, 4 mL, 5 mL, 6 mL, dan 7 mL.
4. Parameter yang dianalisis meliputi *Biological Oxygen Demand* (BOD), pH, dan Minyak & Lemak.
5. Efisisensi pengolahan ditentukan berdasarkan perbandingan konsentrasi parameter sebelum dan sesudah proses pengolahan.
6. Evaluasi hasil mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bab agar lebih mudah dipahami yaitu;

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas teori-teori yang berkaitan dengan limbah domestik, *greywater,* hidrogen peroksida, membran mikrofiltrasi, serta parameter kualitas air, yaitu BOD, pH, dan Minyak & Lemak, serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan tentang lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, serta langkah-langkah penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian kualitas air limbah sebelum dan sesudah proses pengolahan menggunakan kombinasi hidrogen peroksida (H_2O_2), sinar matahari, dan membran mikrofiltrasi pada variasi dosis H_2O_2 sebesar 3 mL, 4 mL, 5 mL, 6 mL, dan 7 mL. selanjutnya, hasil penelitian dibahas dengan membandingkannya terhadap baku mutu yang berlaku serta hasil penelitian terdahulu.