

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas kehidupan manusia sehari-hari yang berhubungan dengan pemakaian air (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016). Air limbah domestik merupakan air limbah yang *biodegradable* sehingga cocok dilakukan pengolahan secara biologis. Air limbah yang *biodegradable* mengandung senyawa organik *biodegradable* yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan yang berperan dalam menguraikan parameter pencemar pada air limbah (Tchobonoglous dkk., 2014).

Pengolahan pertumbuhan terlekat menjadi salah satu metode pengolahan air limbah secara biologis dalam menyisihkan senyawa organik yang efektif dan efisien (Fauzi dkk., 2025; Dorji dkk., 2022). Metode ini dinilai efektif dalam menyisihkan senyawa organik, dengan memanfaatkan media lekat sebagai tempat melekatnya mikroorganisme. Berbagai jenis polimer telah diuji sebagai media lekat, namun media lekat berbahan *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET) memiliki *wettability* (kebasahan) terbaik dalam melekatkan mikroorganisme (Fauzi dkk., 2025; Setiyawan dkk., 2023). Selain itu, kedua bahan ini memiliki *specific surface area* (SSA) yang besar (100-820 m²/m³) (Tchobonoglous dkk., 2014) yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme.

Kinerja sistem pertumbuhan terlekat tidak hanya dipengaruhi oleh jenis media lekat yang digunakan, tetapi juga sangat bergantung pada konsentrasi substrat yang tersedia dalam air limbah (Ullah & Zeshan, 2020). Fluktuasi konsentrasi substrat, terutama pada sistem pengolahan tanpa didahului oleh bak ekualisasi, dapat menurunkan efektivitas proses biologis. Konsentrasi substrat yang terlalu rendah, misalnya, dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme (Ullah & Zeshan, 2020). Perubahan konsentrasi substrat yang masuk ke dalam sistem seringkali menjadi tantangan utama dalam pengoperasian instalasi pengolahan air limbah (IPAL), terutama jika tidak dilengkapi dengan bak

ekualisasi (Purwaningrum & Syarifuddin, 2023). Oleh karena itu, pemilihan media lekat yang tepat sangat penting agar sistem mampu beradaptasi terhadap variasi beban organik.

Indonesia saat ini merupakan negara penghasil limbah botol plastik terbesar keempat di dunia. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah botol plastik PET bekas sebagai media lekat dalam pengolahan air limbah domestik menjadi langkah strategis yang tidak hanya mendukung pengolahan limbah tetapi juga membantu mengurangi pencemaran plastik. Penelitian skala laboratorium menunjukkan bahwa botol plastik PET bekas yang dicacah efektif digunakan sebagai media lekat karena memiliki *wettability* tinggi dan luas permukaan spesifik yang besar, sehingga mikroorganisme dapat melekat dengan baik (Fauzi, dkk., 2023; Dorji dkk., 2022). Demikian pula, media sarang tawon berbahan PVC juga terbukti efektif karena memiliki sifat ringan, tahan lama, *wettability* tinggi, dan SSA yang besar (Fauzi dkk., 2025 Fauzi, dkk., 2023; Dorji dkk., 2022).

Namun, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang mengkaji penggunaan kombinasi media lekat sarang tawon berbahan PVC dan botol plastik bekas berbahan PET dalam sistem reaktor anaerob-aerob untuk pengolahan air limbah domestik. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem pengolahan kombinasi, seperti reaktor anaerob-aerob, memiliki efisiensi penyisihan senyawa organik yang lebih tinggi dibandingkan sistem tunggal (Mishra dkk., 2023; Zhang dkk., 2025). Sistem kombinasi ini bekerja secara simultan, reaktor anaerob mendegradasi senyawa organik kompleks menjadi asam organik dan menghasilkan gas, sedangkan reaktor aerob selanjutnya mengoksidasi senyawa organik terlarut dan sisa asam organik (Kavousi & Borghei, 2023).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengolahan air limbah domestik pada perubahan konsentrasi terhadap penyisihan organik secara biologis menggunakan reaktor sistem pertumbuhan terlekat dengan kombinasi media PVC dan PET. Kombinasi dua jenis media lekat ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas serta efisiensi proses biologis. Selain itu, sistem ini diharapkan mampu memenuhi baku mutu air limbah domestik yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PermenLHK) Nomor 68 Tahun 2016.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan kinerja reaktor menggunakan media lekat PVC dan PET dalam menyisihkan senyawa organik pada air limbah domestik permukiman, sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh perubahan konsentrasi substrat terhadap efisiensi penyisihan organik dalam air limbah domestik permukiman menggunakan reaktor sistem terlekat dengan media PVC dan PET serta melakukan analisis statistik menggunakan uji statistik deskriptif, *one-way* ANOVA dan *post hoc* Duncan, dan uji korelasi;
2. Menganalisis penurunan COD akibat perubahan konsentrasi substrat pada reaktor menggunakan media lekat PVC dan PET;
3. Membandingkan hasil kinerja reaktor dengan baku mutu PermenLHK Nomor 68 Tahun 2016.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan yaitu:

1. Memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pengaruh perubahan konsentrasi substrat terhadap efisiensi penyisihan COD dalam air limbah domestik permukiman menggunakan pengolahan pertumbuhan terlekat dengan media lekat PVC dan PET;
2. Memberikan informasi penting tentang jenis dan peran mikroorganisme dalam sistem pengolahan anaerob-aerob, sehingga pengetahuan ini dapat membantu dalam pengembangan sistem pengolahan yang lebih efektif;
3. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan air limbah domestik yang lebih efektif, ramah lingkungan, dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium, menggunakan reaktor sistem kontinu;
2. Rangkaian reaktor sistem kontinu ini berupa rangkaian reaktor anaerob-

aerob-sedimentasi. Media lekat yang digunakan pada reaktor anaerob adalah media sarang tawon berbahan PVC dan pada reaktor aerob adalah botol plastik bekas berbahan PET.

3. Konfigurasi reaktor didesain berdasarkan Gappei-Shori Johkasou;
4. Sampel menggunakan air limbah artifisial dengan mengacu kepada karakteristik air limbah asli domestik permukiman. Pengambilan sampel dilakukan di salah satu IPAL komunal Sanimas Kota Padang;
5. Reaktor merupakan suatu sistem yang mampu menyediakan sebuah lingkungan biologis yang dapat menunjang terjadinya reaksi biokimia dari air limbah yang mengandung polutan yang berlebihan menjadi air limbah yang sesuai dengan baku mutu;
6. Variasi konsentrasi substrat pada penelitian ini adalah konsentrasi rendah, sedang, dan tinggi. Reaktor dioperasikan pada HRT 36 jam;
7. Sumber mikroorganisme dalam proses *seeding*/pembibitan berasal dari lumpur tinja tangki septik;
8. Proses *seeding* diaplikasikan pada media lekat sarang tawon berbahan PVC dan botol plastik bekas berbahan PET. *Seeding* dilakukan secara *batch* dan parameter yang dianalisis selama proses *seeding* adalah VSS dan COD;
9. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini meliputi pH, DO, temperatur, VSS, dan COD;
10. Peraturan yang menjadi pedoman dalam melakukan penelitian adalah PermenLHK Nomor 68 Tahun 2016.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang literatur air limbah domestik, karakteristik air limbah domestik, peranan mikroorganisme dalam pengolahan air limbah, penyisihan senyawa organik secara biologis, media lekat (*biofilm*

carriers), pengolahan air limbah secara biologis, teknologi pengolahan air limbah domestik anaerob-aerob, Gappei-shori Johkasou, analisis statistik, penelitian terkait, dan peraturan terkait pengolahan air limbah domestik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang penjelasan umum, tahapan penelitian, studi literatur, studi lapangan, persiapan peralatan yang digunakan, persiapan pengambilan sampel air limbah, karakterisasi air limbah asli, persiapan reaktor, *seeding*, persiapan pembuatan air limbah artifisial, *running* dengan variasi konsentrasi substrat, metode analisis sampel, identifikasi mikroorganisme, dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang karakteristik air limbah domestik, *seeding*, VSS dan COD selama *seeding*, kondisi lingkungan selama *seeding*, kinerja reaktor anaerob-aerob, kondisi lingkungan selama *running*, pengaruh variasi konsentrasi substrat, penurunan konsentrasi COD masing-masing reaktor, mikroorganisme yang berperan dalam penyisihan COD, uji *one-way* ANOVA dan *post hoc* Duncan, evaluasi kinerja reaktor, penyisihan COD pada reaktor anaerob-aerob, dan korelasi variasi konsentrasi substrat dengan penyisihan COD.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan.