

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah rumah makan merupakan salah satu sumber pencemaran yang signifikan di lingkungan perkotaan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2020) menjelaskan bahwa sekitar 60% dari total limbah cair yang dihasilkan di daerah perkotaan berasal dari sektor rumah makan dan restoran. Limbah ini mengandung berbagai zat pencemar, seperti lemak, minyak, dan bahan organik. Menurut Roy dkk. (2023), pengelolaan limbah yang tidak efektif dapat mengakibatkan penumpukan bahan organik yang berbahaya, sehingga diperlukan metode pengolahan yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatifnya.

Salah satu metode pengolahan yang paling umum digunakan pada limbah rumah makan adalah *grease trap*, yang berfungsi sebagai unit untuk memisahkan minyak dan lemak sebelum air limbah dialirkan ke sistem pengolahan lanjutan atau badan air penerima. Meskipun *grease trap* efektif sebagai pengolahan awal dalam menurunkan kandungan minyak dan lemak, metode ini belum mampu mengolah bahan organik terlarut secara optimal, sehingga diperlukan teknologi pengolahan lanjutan yang lebih inovatif dan berkelanjutan seperti *Microbial Fuel Cell* (MFC) yang memanfaatkan aktivitas mikroba untuk mengubah energi kimia dari bahan organik menjadi energi listrik. MFC tidak hanya efektif dalam mengurangi bahan organik, tetapi juga dapat menghasilkan bioelektrik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, seperti penerangan dan pengisian daya perangkat elektronik (Tabish dkk, 2023). Pendekatan ini memiliki potensi besar untuk pengolahan limbah perkotaan yang berkelanjutan, karena mampu mengubah limbah yang semula menjadi masalah lingkungan menjadi sumber energi terbarukan serta dapat diterapkan dalam skala kecil hingga menengah, misalnya di fasilitas pengolahan limbah kota atau kawasan padat penduduk (Yaakop dkk, 2023).

Instalasi MFC dapat dirancang dalam dua konfigurasi, yaitu *single chamber* dan *double chamber*. Pada instalasi MFC tipe *single chamber*, mikroorganisme yang diinokulasi pada media mengoksidasi substrat organik yang terdapat di

kompartemen anoda dalam kondisi anaerobik. Di kompartemen katoda, elektron, proton, dan penerima elektron, yaitu oksigen bereaksi dan menghasilkan air. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan MFC tipe *double chamber*, karena pada MFC tipe ini kompartemen anoda dan katoda dipisahkan oleh membran selektif ion yang berfungsi sebagai penghalang fisik. Membran ini dirancang untuk memungkinkan proton yang dihasilkan selama proses oksidasi substrat organik di kompartemen anoda untuk berpindah ke kompartemen katoda. Selain itu, membran selektif ion juga berfungsi untuk mencegah difusi oksigen ke dalam kompartemen anoda yang dapat mengganggu kondisi anaerobik yang diperlukan untuk aktivitas mikroorganisme (Prabowo dkk, 2023).

Limbah rumah makan dipilih sebagai substrat dalam penelitian ini karena kandungan organiknya yang tinggi dan keragaman komposisi yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba dalam MFC serta dapat menunjang aktivitas mikroba dalam menghasilkan bioelektrisitas. Studi juga menunjukkan bahwa optimasi material elektroda dan kondisi operasi mampu meningkatkan efisiensi pembangkitan listrik dalam MFC (Akay & AR, 2023). Oleh karena itu, pada penelitian ini elektroda yang digunakan adalah *carbon cloth* dan *carbon felt*. Elektroda ini dipilih karena keduanya memiliki konduktivitas listrik yang tinggi, bersifat *inert* sehingga tidak mudah korosi, serta mendukung pembentukan biofilm mikroorganisme. *Carbon cloth* memberikan jalur transfer elektron yang baik, sedangkan *carbon felt* memiliki luas permukaan dan porositas yang lebih besar sehingga lebih banyak bakteri dapat menempel (Logan dkk., 2006). Kombinasi keduanya diharapkan meningkatkan efisiensi transfer elektron dan menghasilkan performa MFC yang lebih baik dengan biaya yang jauh lebih rendah dibandingkan penggunaan elektroda logam mulia seperti platinum. Variasi ini bertujuan mengevaluasi pengaruh karakteristik material elektroda seperti konduktivitas listrik terhadap kinerja transfer elektron dan produksi energi listrik dalam sistem MFC. Pada penelitian ini, elektroda yang digunakan adalah elektroda *carbon cloth* dan *carbon felt*. Selain itu, sumber mikroorganisme dalam sistem MFC dapat berasal dari lumpur biologis karena *digestate* dari lumpur tinja terbukti mampu meningkatkan efisiensi degradasi senyawa organik kompleks serta memperkuat kinerja mikroba elektrogenik. Mikroorganisme yang terdapat dalam lumpur tinja,

seperti spesies *Geobacter* dan *Shewanella*, memiliki kemampuan mentransfer elektron dari proses oksidasi substrat organik ke elektroda anoda, sehingga berperan langsung dalam pembangkitan bioelektrisitas (Cui dkk, 2022). Variasi rasio *food to microorganism* (F/M) dalam penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perbedaan komunitas mikroba dan aktivitas elektrogenik yang terbentuk, serta pengaruhnya terhadap efisiensi penyisihan COD dan produksi energi listrik pada sistem MFC.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyisihan COD dan mengukur produksi energi listrik yang dihasilkan dari air limbah rumah makan dengan MFC sistem *double chamber* variasi jenis elektroda dan rasio volume air limbah terhadap lumpur tinja. Diharapkan, hasil dari penelitian ini bisa memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai potensi MFC dalam pengolahan air limbah dan menawarkan solusi teknologi alternatif yang tidak hanya efektif dalam mengolah limbah, tetapi juga mampu menghasilkan energi.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penyisihan COD dan produksi listrik dari air limbah rumah makan dengan teknologi *Microbial Fuel Cell* (MFC) *double chamber* dengan separator jembatan garam.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis efisiensi penyisihan COD dengan MFC *double chamber* dengan separator jembatan garam;
2. Menganalisis energi listrik yang dihasilkan akibat penyisihan COD dengan MFC *double chamber* dengan separator jembatan garam.;
3. Menganalisis kecenderungan variasi jenis elektroda dan rasio *Food to Microorganism* (F/M) dalam MFC *double chamber* dengan separator jembatan garam.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai alternatif pengolahan air limbah rumah makan yang pada saat bersamaan dapat menghasilkan energi listrik;
2. Sebagai alternatif solusi dalam mengatasi air limbah rumah makan yang

mengandung beban organik tinggi;

3. Sebagai inovasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang pengolahan air limbah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Percobaan dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan reaktor *batch* sistem *double chamber* yang terbuat dari plastik berkapasitas 2.500 mL dengan separator ion yang digunakan adalah jembatan garam KCl;
2. Air limbah yang digunakan sebagai substrat adalah air limbah yang berasal dari *outlet* industri rumah makan X di Kota Padang dan sumber mikroorganisme yang digunakan berasal dari lumpur tinja yang diambil dari kolam fakultatif di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Padang;
3. Elektroda yang digunakan terdiri dari 2 jenis variasi, yaitu *carbon cloth* dan *carbon felt*;
4. Rasio air limbah terhadap lumpur tinja yang digunakan adalah:
 - a. Rasio 0,75 kgVSS: 1kgCOD;
 - b. Rasio 1 kgVSS: 1kgCOD.
5. Jenis pengantar elektron yang digunakan pada sistem ini adalah jembatan garam;
6. Parameter yang dianalisis pada air limbah adalah pH, COD, BOD, TSS, VSS, C-Organik, Total Nitrogen, Total Fosfat, kuat arus, dan tegangan;
7. Parameter yang dianalisis pada lumpur tinja adalah TSS dan VSS;
8. Penelitian difokuskan pada analisis deskriptif terhadap penyisihan COD dan produksi energi listrik berdasarkan variasi jenis elektroda dan *Food to Microorganism* (F/M).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang MFC, air limbah industri rumah makan, penyisihan COD, dan teori teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang waktu dan lokasi penelitian, tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium serta metode analisis data

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

