

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan makanan yang banyak diminati oleh orang Indonesia sehingga memiliki potensi jual (Pangestu dkk., 2021). Konsumsi tahu di Indonesia meningkat dari tahun 2022 sampai 2023 sebesar 2,38% (Jenderal-Kementerian Pertanian, 2023). Pabrik tahu yang meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi tahu akan menghasilkan limbah dari kegiatan produksi tahu. Limbah yang dihasilkan salah satunya yaitu air limbah yang berasal dari proses pencucian, perebusan, dan perendaman tahu. Air limbah pabrik tahu memiliki kandungan organik yaitu *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dan *Chemical Oxygen Demand (COD)* yang tinggi, serta pH yang rendah (Pambudi dkk., 2021). Air limbah pabrik tahu akan berdampak pada perairan jika tidak diolah sebelum dibuang. Dampaknya yaitu menyebabkan gangguan pada kehidupan biotik dan kualitas air menjadi menurun. Air limbah tersebut juga dapat mengganggu sistem pernafasan akibat dari bau tidak sedap yang dikeluarkan oleh air limbah, menyebabkan penyakit kulit, alergi, kulit menjadi kering, dan diare (Nurudin & Viky, 2024).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Lampiran XVIII tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu BOD, COD, dan pH untuk pengolahan tahu berturut-turut sebesar 150 mg/L, 300 mg/L, dan 6-9. Kandungan bahan organik berupa COD pada air limbah pabrik tahu berkisar 7.500-14.000 mg/L dengan pH yang rendah yaitu 5-6 (Herlambang, 2002). Hal tersebut menyatakan bahwa kandungan organik pada air limbah pabrik tahu sangat tinggi dan dapat mengganggu lingkungan. Pengolahan air limbah pabrik tahu dapat dilakukan dengan proses biologis sistem anaerob, aerob, dan kombinasi anaerob-aerob (Kaswinarni, 2012). Pabrik tahu umumnya tidak melakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air karena mayoritas dari pabrik tahu dengan skala kecil, sehingga produsen membutuhkan biaya yang cukup besar untuk melakukan pengolahan air limbah tersebut (Pangestu dkk., 2021). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang mengandung kandungan organik yang tinggi adalah teknologi *Microbial Fuel Cell (MFC)*.

MFC adalah bioreaktor yang mengubah energi kimia dari senyawa organik menjadi daya listrik dalam kondisi anaerob menggunakan mikroorganisme (Dewi dkk., 2020). MFC dapat menggunakan mikroorganisme berasal dari lumpur tinja (Pant dkk., 2010). Lumpur tinja memiliki bakteri *Bacillus Sp.* yang dapat mendegradasi bahan organik yang terdapat pada air limbah yaitu air limbah pabrik tahu sehingga menggunakan bantuan dari lumpur tinja dapat memaksimalkan untuk mendegradasi bahan organik pada pengoperasian MFC (Oktavia & Sumardi, 2022). Perkembangan mikroorganisme tersebut dipengaruhi oleh unsur nitrogen, fosfat, dan karbon pada air limbah yang digunakan (Indrayani dkk., 2015). Umumnya model MFC yang digunakan adalah *single chamber* dan *double chamber*. *Single chamber* pada MFC terdiri dari sebuah kompartemen di mana terletak anoda dan katoda, sedangkan *double chamber*, anoda dan katoda terpisah pada kompartemen yang berbeda dan dihubungkan dengan membran ataupun sebuah jembatan garam (Dewi dkk., 2020). MFC merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan dengan pemanfaatan bahan organik sebagai substrat untuk mikroorganisme sebagai sumber energi dalam proses metabolisme untuk menghasilkan listrik (Vestimarta & Irdawati, 2024). Hasil metabolisme mikroorganisme berupa elektron akan ditangkap oleh elektroda untuk menghasilkan listrik. Semakin luas permukaan elektroda, maka semakin banyak elektron yang diterima oleh elektroda sehingga listrik yang dihasilkan lebih tinggi (Silvia, 2021). Penelitian (Hermayanti & Nugraha, 2014) pengolahan air limbah pabrik tahu menggunakan MFC *double chamber* tanpa bantuan mikroorganisme dari luar dan menggunakan elektroda karbon grafit dengan luas permukaan 94 cm², serta pengoperasian selama 48 jam menghasilkan perolehan daya listrik maksimum yaitu *power density* sebesar 11,941 mW/cm² dengan tegangan listrik sebesar 787 mV dan kuat arus listrik sebesar 0,88 mA. Efisiensi penyisihan COD yang didapatkan sebesar 42,85%.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian mengenai proses pengolahan air limbah pabrik tahu menggunakan *Microbial Fuel Cell* (MFC) dengan bantuan mikroorganisme dari Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) untuk menyisihkan COD. Percobaan menggunakan rasio volume 5:1 dan 10:1 untuk air limbah dan lumpur IPLT, serta menggunakan elektroda karbon grafit dengan variasi ukuran 82 cm² dan 124 cm². Percobaan dilakukan untuk menganalisis penyisihan COD dan

menentukan daya listrik yang dihasilkan dengan pengoperasian selama 96 jam. Penelitian ini menggunakan lumpur tinja untuk mempercepat penyisihan kandungan organik dalam air limbah, serta variasi ukuran elektroda untuk meningkatkan daya listrik pada proses MFC. Teknologi ini berpotensi menjadi alternatif pengolahan air limbah pabrik tahu yang efektif dan mampu menghasilkan energi.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menyisihkan kandungan COD yang terdapat pada air limbah pabrik tahu dengan menggunakan MFC untuk menghasilkan daya listrik.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis efisiensi penyisihan COD dari air limbah pabrik tahu yang diolah dengan metode MFC.
2. Menganalisis daya listrik yang dihasilkan dengan metode MFC.
3. Menganalisis pengaruh rasio air limbah dengan lumpur tinja dan ukuran elektroda terhadap kinerja MFC, yaitu penyisihan COD dan daya listrik yang dihasilkan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk alternatif pengolahan air limbah pabrik tahu yang saat bersamaan dapat menghasilkan daya listrik pada sektor industri kecil dan menengah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Air limbah yang digunakan sebagai substrat adalah air limbah asli dari Pabrik Tahu X, Kecamatan Pauh, Kota Padang dengan pengambilan sampel mengacu pada SNI 8990:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.
2. Lumpur yang digunakan sebagai sumber mikroba adalah lumpur tinja yang diambil dari IPLT Kota Padang dengan pengambilan lumpur mengacu pada *Sediment Sampling Guide and Methodologies-E.P.A.*

3. Percobaan dilakukan pada skala laboratorium dengan reaktor MFC yang digunakan adalah reaktor *batch* sistem *double chamber* berbahan plastik kapasitas 2.500 mL. Penggunaan reaktor *batch* bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum pada variasi dan rasio yang digunakan dalam pengoperasian MFC.
4. Media separator ion yang digunakan berupa jembatan garam.
5. Elektroda yang digunakan adalah elektroda karbon grafit ukuran:
 - a. 10×10×200 mm.
 - b. 10×20×200 mm.
6. Variasi air limbah pabrik tahu dan lumpur tinja yang digunakan adalah:
 - a. 5:1
 - b. 10:1
7. Parameter yang diamati sebelum *running* adalah COD, BOD, VSS, Total Nitrogen, Total Fosfat, C-Organik, pH, temperatur, dan DO.
8. Parameter yang diamati selama *running* adalah COD, BOD, VSS, kuat arus dan tegangan.
9. Kuat arus dan tegangan dibaca menggunakan *digital multimeter*.
10. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis deskriptif, uji-T, dan analisis korelasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

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 air limbah pabrik tahu, karakteristik air limbah pabrik tahu, pengolahan air limbah pabrik tahu, penyisihan COD, MFC, dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, studi pendahuluan, persiapan penelitian mencakup alat dan bahan, lalu pengolahan air limbah dengan MFC *double chamber*, pengukuran kuat arus dan tegangan, menganalisis kandungan air limbah setelah pengolahan meliputi COD, BOD dan VSS, lalu dianalisis data yang didapatkan dan masuk ke pembahasan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

