

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat. Akan tetapi, selain memberikan dampak yang positif, perkembangan di sektor industri juga memberikan dampak yang negatif berupa limbah industri yang bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan menyebabkan pencemaran, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak tercapai (Cesaria et al., 2014). Industri menghasilkan produk yang bermanfaat serta menghasilkan air limbah. Air limbah yang dihasilkan berpotensi memberikan dampak pencemaran lingkungan jika dalam proses produksi menggunakan bahan kimia yang berlebihan (Andika et al., 2020).

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake. Sedangkan air limbahnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Karakteristik air limbah tahu mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi, jika langsung dibuang ke badan air menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi risiko beban pencemaran yang ada (Subekti, 2011). Menurut Sudaryati et al., 2013, limbah tahu memiliki kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) antara 1.070 – 2.600 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) 1.940-4.800 mg/L, suhu mencapai 40 - 46°C, *Total Suspended Solid* (TSS) 2.100-3.100 mg/L dan pH 4,5 – 5,7.

Limbah hasil proses pengolahan minyak kelapa sawit atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME) memiliki potensi sebagai pencemar lingkungan karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi. POME merupakan air limbah yang memiliki

konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 40.000 – 60.000 mg/L dan *Biochemical Oxygen Demand* (COD) 20.000 – 30.000 mg/L termasuk kadar bahan pencemaran yang tinggi. Menurunkan kandungan kadar bahan pencemaran diperlukan degradasi bahan organik. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh air limbah industri kelapa sawit adalah tercemarnya tempat pembuangan limbah cair tersebut yang umumnya sungai karena hampir setiap industri minyak kelapa sawit berlokasi didekat sungai (Kahar, 2021). POME dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk memproduksi biogas dengan proses peruraian anaerobik. POME juga kaya akan kandungan bahan organik yang dapat dengan mudah diuraikan oleh mikroorganisme (Astuti et al., 2017). Teknologi pengolahan POME umumnya menggunakan teknologi kolam terbuka, dimana limbah POME mengalir melalui kolam anaerobik, aerobik dan fakultatif sebelum dibuang ke badan air (Albarracin-Arias, 2021).

Microbial fuel cells (MFCs) adalah proses bioelektrokimia yang bertujuan untuk menghasilkan listrik dengan menggunakan elektron yang berasal dari reaksi biokimia yang dikatalisis oleh bakteri. Energi yang dihasilkan oleh MFC ini diharapkan dapat menjadi salah satu energi yang dapat menjadi alternatif dengan memanfaatkan proses metabolisme mikroorganisme. Dalam MFC, elektron yang dilepaskan oleh bakteri dari oksidasi substrat di kompartemen anoda ditransfer ke kompartemen katoda melalui bahan konduktif. Elektron yang ada di katoda digabungkan dengan oksigen dan proton berdifusi melalui membrane penukar proton. Pada anoda akan terjadi pelepasan elektron dan pada katoda akan terjadi konsumsi elektron (Baylier et al., 2011).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan air limbah tahu dengan sedimen limbah POME sebagai inokulum dalam menghasilkan arus listrik dan menganalisis kinerja MFC *dual-chamber* dalam mendegradasi zat organik. Isolasi dan identifikasi bakteri pada anoda MFC juga dilakukan untuk mengetahui bakteri yang berperan dalam mendegradasi dan menghasilkan listrik. Teknologi MFC dengan memanfaatkan air limbah tahu dan sedimen POME dapat menjadi salah satu solusi mengurangi bahan organik dari air limbah tahu dan sedimen POME serta mendukung energi listrik yang ramah lingkungan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis pemanfaatan air limbah tahu dan sedimen POME menggunakan teknologi MFC dalam memproduksi listrik serta mendegradasi bahan organik pada sistem MFC.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja MFC dalam mendegradasi air limbah tahu dengan sedimen limbah POME sebagai inokulum pada anoda MFC;
2. Menganalisis kerapatan arus listrik yang dihasilkan air limbah tahu melalui MFC dengan sedimen Limbah POME sebagai inokulum;
3. Isolasi dan identifikasi bakteri yang terdapat pada anoda MFC untuk mengetahui bakteri yang mendegradasi dan memproduksi listrik.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat bermanfaat dalam berbagai sektor di antaranya sebagai berikut.

1. Lingkungan
Pemanfaatan air limbah tahu dan sedimen limbah POME dengan teknologi MFC dapat mendegradasi kadar zat organik yang dihasilkan industri tahu dan POME sehingga mengurangi potensi pencemaran lingkungan terutama pada perairan
2. Energi
Pemanfaatan MFC dalam memproduksi energi listrik dapat menjadi acuan pembentukan energi terbarukan yang ramah lingkungan sehingga masalah energi tak terbarukan dapat teratasi.
3. Ekonomi
Industri POME dan tahu serta pemerintah dapat memanfaatkan penelitian ini menjadi salah satu inovasi dalam mengatasi peningkatan air limbah tahu dan sedimen POME yang dihasilkan industri dengan menggunakan energi listrik

dari pengolahan limbah tahu dan POME sehingga mengurangi biaya pengeluaran listrik dan krisis energi listrik.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut.

1. Lokasi pengambilan menggunakan sampel air limbah tahu di kota Padang sedangkan sampel limbah POME sebagai substrat diambil di PT. AMP Plantation;
2. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode grab sampling dan sampel sedimen dihomogenkan berdasarkan pedoman dan metodologi sampling sedimen (*Sediment Sampling Guide and Methodologies*) dari U.S EPA (*Environmental Protection Agency*);
3. Penelitian dilakukan di Laboratorium Air, Laboratorium Buangan Padat, Laboratorium Mikrobiologi Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas, dan Balai Veteriner Bukittinggi
4. Penelitian ini menganalisis karakteristik air limbah tahu dengan sedimen POME pada anoda MFC sebelum dan sesudah pengolahan pada MFC
5. Analisis yang dilakukan pada sampel meliputi kerapatan arus listrik yang dihasilkan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), C-Organik, N-Total, C/N, pH, MLSS dan MLVSS, serta isolasi dan identifikasi bakteri pada anoda MFC
6. Analisis Kerapatan arus listrik menggunakan rangkaian Arduino uno, *Chemical Oxygen Demand* (COD) menggunakan spektrofotometri dengan panduan SNI 6989.2:2019, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dengan SNI 6989.72:2009, C-Organik menggunakan metode distilasi *Walkley and Black*, N-Total metode distilasi *Kjehdal* secara titrasi, MLSS dan MLVSS dengan metode gravimetri serta pengukuran pH menggunakan pH meter
7. Suhu yang digunakan dalam pengukuran beda potensial pada media MFC yaitu suhu ruangan;
8. MFC yang digunakan yaitu MFC *dual chamber* menggunakan mediator/membran *Proton Exchange Membrane* (PEM);
9. Elektroda yang digunakan yaitu *graphite rods* (batang grafit);

10. Isolasi bakteri dilakukan dengan metode cawan tuang dan cawan gores
11. Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan Bergey's *Manual of Determinative Bacteriology 9th Ed* dan buku *Manual for The Identification of Medical Bacteria* tahun 2004.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, maksud, dan tujuan penelitian serta ruang lingkup permasalahan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan referensi dan acuan tertulis lainnya yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan tentang tahapan pengumpulan data sekunder, pengumpulan primer, metode sampling, metode analisis laboratorium, dan lokasi serta waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil penelitian yang telah dianalisis baik berupa data sekunder dan data primer, serta dilengkapi dengan analisis pembahasan.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran-saran untuk penelitian yang telah dilakukan maupun yang sedang direncanakan.

