

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1. 1. Latar Belakang**

Saat ini Indonesia mempunyai tantangan besar untuk meningkatkan energi berkualitas dalam rangka mendukung pembangunan berkelanjutan. Sumber energi menjadi faktor penting bagi kehidupan manusia. Selama ini, energi yang digunakan untuk memproduksi listrik berorientasi pada energi fosil, sedangkan pemanfaatan energi non fosil masih rendah. Selain penurunan sumber produksi, pembakaran bahan bakar fosil memberikan dampak bagi peningkatan gas emisi pada lingkungan dan bertambahnya tahun menyebabkan energi fosil semakin menipis. Masalah ini menyebabkan dampak negatif bagi kehidupan manusia yang terus bergantung pada energi fosil.

Dalam rangka mengurangi bahan bakar fosil, menurut Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 mengenai Kebijakan Energi Nasional (KEN) menargetkan Indonesia untuk beralih menggunakan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebesar 23% di tahun 2025 dan 31% di tahun 2030 [1]. Salah satu sumber dari energi alternatif yaitu limbah. Dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa sebesar 57% limbah didominasi oleh limbah organik [2]. Permasalahan limbah yang dihasilkan dari suatu produksi bahan menghasilkan proses pengolahan berbeda-beda. Apabila limbah tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah yang dibuang di lingkungan tanpa pengolahan terjadi beberapa faktor, seperti minimnya teknologi yang digunakan dan produksi pengolahan limbah yang mahal. Dari permasalahan tersebut teknologi yang dapat digunakan yaitu pemanfaatan teknologi *Microbial Fuel Cell* (MFC).

MFC adalah perangkat berbasis bioelektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi listrik dengan memanfaatkan senyawa organik serta memanfaatkan enzimatik katalis dengan bantuan mikroorganisme [3]. Sistem pada MFC terdapat dua ruang terdiri dari anoda dan katoda. Pada ruang anoda terjadi reaksi anaerobik [3]. Sedangkan pada bagian katoda terjadi proses aerob dengan proton yang dihasilkan dari ruang anoda akan berdifusi menuju ruang katoda melalui membran transfer proton seperti jembatan garam atau poros membran [3].

MFC telah banyak dikembangkan dan digunakan untuk mengolah air limbah seperti limbah cair tahu [4], limbah tempe [5], limbah kulit pisang [6], dan lain-lain. MFC yang telah dikembangkan juga mempunyai beberapa bentuk reaktor atau tipe separator yang berbeda yang mempengaruhi dalam transfer katoda dan anoda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Elsa Nuramanah Ramdani tahun 2020, teknologi MFC menggunakan limbah cair tahu dan lumpur sawah sebagai substratnya serta media transfer berupa jembatan garam dengan pilinan sumbu kompor. Penelitian dilakukan dengan mengetahui pengaruh waktu inkubasi 4 hari dan 8 hari [4]. Adapun penelitian lainnya yang dilakukan oleh Moehammad Rifky Dharmawan tahun 2020, menggunakan media jembatan garam akan tetapi dengan substrat limbah kulit pisang [6]. Pertimbangan penggunaan substrat dan waktu inkubasi mempengaruhi dalam menghasilkan daya maksimal dan media transfer jembatan garam juga berpengaruh dalam keluaran arus yang dihasilkan. Difusi oksigen yang tidak dapat diprediksi dalam jembatan garam penelitian sebelumnya dan pemisahan *Power of Hydrogen* (pH) mempengaruhi dalam menghasilkan arus [3]. Sehingga dalam penelitian dilakukan media tipe separator yang berbeda agar dapat menghasilkan daya maksimal yaitu menggunakan membran poros menggunakan semen dengan campuran *Sodium Chloride* (NaCl) sebagai media transfer proton. Membran poros dari semen tersebut memiliki peran yang sama dengan *Proton Exchange Membrane* (PEM) sebagai media transfer proton untuk menghasilkan beda tegangan. Konsep membran poros digunakan untuk sifat selektivitas ion sebagai media transfer proton dalam menghasilkan keluaran daya yang optimal [3]. Penelitian yang dilakukan oleh Zuo pada tahun 2007 konduktor dan lapisan katalis yang dilapisi membran poros dapat menghasilkan daya  $17,7 \text{ Wm}^{-3}$  [3]. Membran poros yang digunakan lebih hemat biaya dan menghasilkan daya maksimal.

Pada penelitian ini, eksperimen yang dilakukan yaitu melihat pengaruh variasi limbah yang dijadikan substrat terhadap produksi energi listrik dengan menggunakan dua variasi limbah. Sehingga, dari kedua variasi limbah dari media transfer berupa membran berongga semen dapat diketahui nilai optimum substrat agar produksi listrik yang dihasilkan maksimal. Produksi listrik yang dihasilkan

dapat diketahui perbandingan keluaran dari membran berongga semen dan jembatan garam biasa.

### **1. 2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi substrat limbah cair tahu, limbah kulit pisang dan lumpur sawah terhadap variasi waktu inkubasi menggunakan tipe membran berongga semen untuk menghasilkan produksi energi listrik maksimal?
2. Bagaimana perbandingan produksi listrik yang dihasilkan dengan menggunakan metode tipe separator membran berongga semen dan jembatan garam?

### **1. 3. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Merujuk pada latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dan manfaat yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui variasi substrat limbah cair tahu, limbah kulit pisang dan lumpur sawah terhadap variasi waktu inkubasi menggunakan tipe membran berongga semen untuk menghasilkan produksi energi listrik maksimal.
2. Mengetahui perbandingan produksi listrik yang dihasilkan dengan menggunakan metode tipe separator membran berongga semen dan jembatan garam.

### **1. 4. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini agar tidak menyimpang, maka batasan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Pada sistem MFC hanya menggunakan tipe konvensional yaitu *dual chamber*.
2. Substrat yang digunakan yaitu limbah cair tahu dan kulit pisang sebagai nutrisi.
3. Inokulum yang digunakan yaitu lumpur sawah.

4. Perlakuan pengambilan limbah cair tahu, kulit pisang, dan lumpur sawah dengan sensor pH.
5. Kompartemen ruang katoda menggunakan lempeng tembaga (Cu) dengan akuades sebagai larutan.
6. Kompartemen anoda menggunakan lempeng seng (Zn).
7. Pembahasan mikroba pada limbah yaitu ilustrasi kurva fase pertumbuhan.
8. Membran yang digunakan yaitu campuran semen dan NaCl dengan rata-rata rongga yang tidak homogen.
9. Pengukuran arus dan tegangan menggunakan arduino serta data *logger* sebagai media pembaca dan penyimpan data.

### **1. 5. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian adalah sebagai berikut :

#### **1. Studi Literatur**

Studi literatur bertujuan untuk meneliti dan mempelajari proses MFC dan penelitian terdahulu yang bersumber dari jurnal, buku, tugas akhir, paper, dan artikel ilmiah.

#### **2. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Sistem MFC**

Perancangan sistem dilakukan dengan pembuatan diagram alir terkait penelitian. Setelah pembuatan tersebut tahapan selanjutnya yaitu perancangan MFC dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi, preparasi pembuatan rangkaian sistem MFC yang dilengkapi dengan preparasi alat elektroda, tipe separator yaitu membran berongga dan penggunaan media bahan semen.

#### **3. Preparasi Substrat MFC**

Setelah mengetahui penelitian sebelumnya, preparasi substrat yang digunakan mengikuti prosedur penelitian terdahulu yaitu variasi substrat pada limbah cair tahu, kulit pisang, dan lumpur sawah. Beberapa preparasi substrat dengan variasi limbah menggunakan waktu inkubasi yaitu pada limbah cair tahu dan limbah kulit pisang. Inkubasi dilakukan dengan substrat yang diambil dari pabrik tahu atau kulit pisang yang dihaluskan dengan air disimpan pada tempat tertutup dan suhu ruangan agar terjadi penguraian pada senyawa organik.

#### 4. Eksperimen MFC

Tahapan eksperimen dilakukan dengan dua variasi limbah yaitu limbah cair tahu dan limbah kulit pisang serta menggunakan lumpur sawah. Sebelum pengambilan variasi limbah dan lumpur sawah dilakukan pengecekan pH menggunakan sensor pH. Eksperimen pada variasi limbah cair tahu dan kulit pisang dilakukan selama 14 hari.

#### 5. Pengujian dan Pengambilan Data

Setelah pembuatan rancangan dan preparasi MFC telah dilakukan, tahap selanjutnya yaitu pengujian dan pengambilan data. Pengujian yang dilakukan menggunakan arduino dengan data *logger* untuk melakukan pengambilan data. Data yang ambil berupa hasil keluaran nilai tegangan dan arus dari proses MFC yang dilakukan.

#### 6. Pengolahan dan Analisis Data

Pengambilan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dilakukan pengolahan serta analisis terkait grafik tegangan, arus, dan daya dari masing-masing variasi substrat limbah.

#### 7. Penulisan Laporan

Tahap selanjutnya dalam metode yaitu penulisan laporan. Hasil dari pengolahan dan analisis dapat dibuat menjadi kesimpulan akhir yang dimuat dalam penelitian sehingga eksperimen yang telah dilakukan dapat tersusun secara sistematis.