

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

Peningkatan bahan bakar fosil beriringan dengan pertumbuhan kebutuhan energi yang berdampak langsung pada penyusutan sumber energi fosil. Menurut International Energy Agency (IEA), ketersediaan bahan bakar fosil akan mencapai puncaknya pada dekade ini dan kemudian mengalami penurunan (Toru & Musa, 2023). Upaya untuk mengatasi keterbatasan sumber daya alam ini menghadirkan teknologi alternatif yang telah menjadi pusat perhatian. Salah satu inovasi menarik yang telah dilakukan tersebut adalah penggunaan *Microbial Fuel Cell* (MFC) (Unuofin dkk., 2023). MFC merupakan salah satu energi alternatif yang memanfaatkan metabolisme mikroorganisme untuk menghasilkan energi listrik berdasarkan oksidasi sumber karbon (donor elektron). Elektron yang dihasilkan dari respirasi kemudian akan ditransferkan ke anoda, sehingga MFC dapat memasok perangkat eksternal atau resistor untuk menangkap energi listrik yang didapatkan (Roy dkk., 2023). Terdapat beberapa variasi MFC salah satunya yaitu *Yeast Microbial Fuel Cell* (YMFC) yang memanfaatkan ragi (*yeast*) sebagai biokatalisator untuk mengoksidasi senyawa organik, seperti glukosa, untuk menghasilkan energi listrik (Boas dkk., 2022). Pemilihan ragi sebagai biokatalisator dikarenakan beberapa faktor yakni, non patogen, mudah diaplikasikan, dan dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan sehingga ragi bersifat anaerobik fakultatif (Duarte & Kwon, 2020). Teknologi YMFC menawarkan banyak potensi

yang menjanjikan dalam berbagai aplikasi, seperti pengolahan limbah, pembangkit listrik mikro, biosintesis zat gizi sekunder, pemanfaatan sisa biomassa, bidang kedokteran, dan pemantauan lingkungan (Christwardana dkk., 2018a).

Kelemahan yang dimiliki YMFC adalah sistem ini menghasilkan daya yang cenderung rendah dikarenakan tingkat transfer elektron pada ragi tidak cukup tinggi seperti bakteri (Włodarczyk & Włodarczyk, 2023). Kelemahan ini dapat diatasi dengan meningkatkan daya yang dihasilkan dengan beberapa upaya yaitu melakukan modifikasi terhadap desain MFC, seperti (1) Modifikasi material anoda (Christwardana dkk., 2019), (2) Modifikasi Biokatalis (Sarmin dkk., 2021), (3) Modifikasi Kondisi Operasi (Yuan dkk., 2020), (4) Modifikasi sistem MFC/reaktor (Al Lawati dkk., 2019), dan (5) Modifikasi membran (Fan dkk., 2020).

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mendukung pernyataan tersebut seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Christwardana dkk. (2021), menunjukkan performa pada MFC yang diperoleh dengan melakukan fermentasi pada ampas tebu untuk menghasilkan energi listrik dan memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai biokatalisator. Penelitian dilakukan pada kondisi operasi semi-anaerobik, namun hasil pengukuran kerapatan daya maksimum yang diperoleh tidak dikarenakan adanya pengaruh dari kondisi operasi, melainkan berasal dari bentuk fermentasi yaitu *Liquid Fermentation* (LF) dan *Semi-Solid Fermentation* (S-SF). Kondisi operasi semi-anaerobik hanya digunakan untuk menjelaskan mengenai metabolisme dari ragi yang mempengaruhi variasi pH pada MFC. Nguyen dkk. (2022) juga melakukan peningkatan performa MFC dengan cara menambahkan enzim alkohol dan aldehida dehidrogenase (ADHE) pada

chamber anoda untuk mengoksidasi etanol yang diproduksi oleh ragi *S.cerevisiae*. Penelitian ini juga melakukan perbandingan pada kondisi operasi aerobik dan anaerobik yang menghasilkan rapat daya maksimum anaerobik lebih tinggi 22% dibandingkan pada kondisi aerobik, namun nilai secara spesifik tidak disebutkan. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan densitas daya baik pada kondisi aerobik maupun anaerobik disebabkan karena adanya penambahan ADHE. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan menunjukkan bahwa ragi dapat tumbuh dengan baik dalam berbagai kondisi, pertumbuhannya juga membutuhkan nutrisi, suhu, dan oksigen yang cukup untuk melakukan oksidasi dan bermetabolisme (Gunawardena dkk., 2008).

Pada penelitian ini, dilakukan pembatasan oksigen pada inkubasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengevaluasi efek signifikan dari variasi kondisi oksigen terhadap pertumbuhan dan kinerja ragi dalam MFC (*Microbial Fuel Cell*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakterisasi elektrokimia dari efek pembatasan oksigen, yang dapat mempengaruhi jalur transfer elektron dan metabolisme ragi *Saccharomyces cerevisiae*, mikroorganisme fakultatif anaerobik yang dapat beralih dari respirasi ke fermentasi ketika oksigen tidak tersedia. Tiga variasi kondisi operasi yang digunakan adalah aerobik, semi-anaerobik/ambient, dan anaerobik. Metode penelitian mencakup analisis sel setengah dengan uji voltametri siklik, laju penentu, konstanta laju transfer elektron ( $k_s$ ), perubahan pH dan kadar alkohol, serta pengurangan kadar glukosa. Analisis sel penuh yang dilakukan meliputi analisis voltase, rapat daya maksimum, dan biofilm yang terbentuk pada anoda, serta perubahan bobot anoda. Variasi kondisi ini dirancang

untuk mengevaluasi apakah pembatasan oksigen memiliki efek signifikan terhadap pertumbuhan dan kinerja ragi dalam MFC.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan karakteristik elektrokimia dari *Microbial Fuel Cell* (MFC) berbasis ragi *Saccharomyces cerevisiae* pada kondisi aerobik, semi-anaerobik, dan anaerobik
2. Menganalisis kinerja *Microbial Fuel Cell* (MFC) yang menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai biokatalis pada kondisi aerobik, semi-anaerobik, dan anaerobik
3. Menganalisis jalur transfer elektron dari sel ragi *Saccharomyces cerevisiae* ke elektroda pada kondisi operasi aerobik, semi-anaerobik, dan anaerobik.