



Laporan Hasil Penelitian

“Pemanfaatan Limbah Cair RPH (Rumah Potong Hewan) Sebagai Alternatif Energi Listrik dengan Metode MFC (Microbial Fuel Cell)”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam menunjang berbagai aktivitas masyarakat modern. Perkembangan teknologi yang semakin pesat menyebabkan permintaan terhadap energi listrik terus mengalami peningkatan. Kenaikan kebutuhan listrik tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah penduduk, tetapi juga oleh meningkatnya aktivitas ekonomi masyarakat. Semakin tinggi tingkat aktivitas ekonomi suatu wilayah, semakin besar pula konsumsi energi listrik yang diperlukan. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan kebutuhan energi listrik di suatu daerah (Rajagukguk et al., 2015).

Di sisi lain, ketersediaan energi masih sangat bergantung pada sumber energi fosil seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam. Pemanfaatan sumber energi tersebut menghasilkan emisi karbon dioksida (CO_2) yang berkontribusi terhadap peningkatan efek rumah kaca dan perubahan iklim global. Kondisi ini mendorong berbagai upaya untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan dan lebih ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang dinilai memiliki prospek besar adalah Microbial Fuel Cell (MFC), yaitu sistem yang mampu menghasilkan energi listrik dari aktivitas mikroorganisme sekaligus berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan (S. Wulandari et al., 2019).

Salah satu jenis limbah yang berpotensi dimanfaatkan melalui teknologi MFC adalah limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH). Limbah ini mengandung konsentrasi bahan organik yang tinggi, padatan tersuspensi, serta senyawa koloid seperti protein, lemak, dan selulosa. Kandungan organik tersebut berasal dari darah, urin, feses, isi rumen, sisa daging, lemak, serta air pencucian selama proses pemotongan hewan. Apabila limbah tersebut dibuang secara langsung tanpa melalui proses pengolahan, maka dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme yang menyebabkan pembusukan, menimbulkan bau tidak sedap, serta menurunkan kualitas lingkungan perairan. Aktivitas mikroorganisme selama proses dekomposisi juga mengonsumsi oksigen terlarut dalam jumlah besar sehingga berpotensi mengganggu kehidupan biota air (Widodo & Ali,



Laporan Hasil Penelitian

“Pemanfaatan Limbah Cair RPH (Rumah Potong Hewan) Sebagai Alternatif Energi Listrik dengan Metode MFC (Microbial Fuel Cell)”

2019). Selain menimbulkan bau, limbah cair RPH juga berpengaruh terhadap berbagai parameter kualitas air. Kandungan bahan organik, lemak, dan padatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD₅), Chemical Oxygen Demand (COD), nitrogen, amonium, dan fosfor, serta mengubah warna maupun pH air. Darah dan isi saluran pencernaan merupakan penyumbang utama tingginya beban pencemar karena mengandung bahan organik yang sangat mudah terdegradasi (Hidayatullah & Rachmanto, 2024). Oleh sebab itu, pengolahan limbah RPH sebelum dibuang ke lingkungan merupakan langkah yang sangat penting untuk meminimalkan dampak pencemaran.

Salah satu metode pengolahan limbah yang mampu mengatasi permasalahan tersebut sekaligus menghasilkan energi adalah Microbial Fuel Cell (MFC). Teknologi ini merupakan sistem bioelektrokimia yang mengubah energi kimia dari senyawa organik menjadi energi listrik melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme (Logan, 2007). MFC dipandang sebagai teknologi yang menjanjikan karena mampu menurunkan kandungan bahan organik pada limbah secara efektif, memiliki biaya operasional yang relatif rendah, serta menghasilkan energi listrik sebagai produk samping yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Mikroorganisme di dalam reaktor menguraikan senyawa organik sehingga nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) dapat berkurang secara signifikan (Li, 2013). Walaupun daya listrik yang dihasilkan saat ini masih relatif kecil, pengembangan desain dan kondisi operasi MFC berpotensi meningkatkan performa sistem sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif di masa mendatang (Franks & Nevin, 2010).

Pemanfaatan limbah organik sebagai substrat pada sistem MFC telah banyak diteliti. Salah satunya ditunjukkan oleh penelitian Syahri et al. (2019) yang memanfaatkan limbah cair industri tempe sebagai sumber energi listrik. Pada sistem tersebut, bakteri anaerob berfungsi sebagai biokatalis yang mengoksidasi senyawa organik menjadi karbon dioksida, air, dan energi. Elektron yang dihasilkan dari proses metabolisme.

Kemudian ditransfer menuju elektroda anoda dan dialirkan melalui rangkaian eksternal menuju katoda sehingga menghasilkan arus listrik. Sementara itu, proton berpindah melalui membran penukar kation menuju katoda dan bereaksi dengan elektron serta akseptor elektron untuk membentuk air. Umumnya juga oksigen digunakan sebagai



Laporan Hasil Penelitian

“Pemanfaatan Limbah Cair RPH (Rumah Potong Hewan) Sebagai Alternatif Energi Listrik dengan Metode MFC (Microbial Fuel Cell)”

akseptor elektron utama pada katoda, namun senyawa lain seperti kalium permanganat (KMnO_4) juga dapat dimanfaatkan karena memiliki sifat oksidator yang kuat (Mathuriya & Yakhmi, 2016).

Meskipun demikian, salah satu kendala utama dalam pengembangan teknologi MFC adalah rendahnya daya listrik yang dihasilkan. Permasalahan tersebut salah satunya disebabkan oleh terbatasnya jumlah akseptor elektron pada bagian katoda. Dalam kondisi normal, oksigen terlarut di dalam air relatif rendah sehingga reaksi reduksi pada katoda tidak berlangsung secara optimal. Ketersediaan oksigen yang terbatas menyebabkan transfer elektron menjadi kurang efisien dan berdampak pada rendahnya produksi energi listrik. Menurut Zulfikar (2021), peningkatan kadar oksigen terlarut dapat dilakukan dengan memanfaatkan aerator akuarium. Aerator bekerja dengan menghasilkan gelembung udara berukuran kecil yang memperluas luas kontak antara udara dan air sehingga mempercepat proses pelarutan oksigen. Semakin kecil ukuran gelembung yang terbentuk, semakin tinggi efisiensi perpindahan oksigen ke dalam larutan sehingga ketersediaan oksigen pada katoda MFC meningkat.

Selain ketersediaan oksigen, konsentrasi bahan organik yang dinyatakan sebagai nilai Chemical Oxygen Demand (COD) juga berpengaruh terhadap performa MFC. Nilai COD menunjukkan jumlah senyawa organik yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi. Semakin tinggi konsentrasi COD hingga batas tertentu, semakin besar pula potensi energi listrik yang dapat dihasilkan. Iradati et al. (2014) melaporkan bahwa sistem MFC mencapai kinerja optimum pada konsentrasi COD sebesar 1200 mg/L dengan penambahan ragi sebanyak 3 g/L. Pada kondisi tersebut diperoleh kepadatan daya maksimum sebesar 506,63 mW/m² dengan efisiensi penyisihan COD mencapai 92,03%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaturan konsentrasi substrat merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan performa MFC.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan sistem Microbial Fuel Cell dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, di antaranya ketersediaan akseptor elektron pada katoda dan konsentrasi bahan organik yang dinyatakan sebagai nilai COD. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengoptimalkan kedua faktor tersebut agar produksi energi listrik dari limbah organik dapat ditingkatkan. Penggunaan aerator sebagai metode untuk meningkatkan oksigen terlarut serta pengaturan



Laporan Hasil Penelitian

“Pemanfaatan Limbah Cair RPH (Rumah Potong Hewan) Sebagai Alternatif Energi Listrik dengan Metode MFC (Microbial Fuel Cell)”

variasi kadar COD diperkirakan mampu meningkatkan efisiensi transfer elektron dan juga aktivitas mikroorganisme dalam sistem MFC. Atas dasar tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi kadar COD dan penggunaan aerator terhadap kinerja Microbial Fuel Cell, khususnya dalam menghasilkan daya listrik dan menurunkan kadar COD limbah cair Rumah Potongan Hewan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan limbah yang sekaligus mampu menghasilkan energi terbarukan secara berkelanjutan.

1.2 Tujuan

1. Untuk memanfaatkan limbah RPH sebagai alternatif energi listrik dengan metode MFC.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi substrat terhadap performa *Microbial Fuel Cell* (MFC) dalam menghasilkan daya listrik.
3. Mengkaji pengaruh penambahan aerator pada ruang katoda terhadap efisiensi reaksi reduksi oksigen dan peningkatan performa MFC secara keseluruhan.

1.1 Manfaat

1. Mengembangkan teknologi MFC yang dapat mengonversi limbah organik menjadi energi listrik terbarukan.
2. Mengurangi dampak pencemaran limbah RPH dan menyediakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.