



Analisis Produksi Biolistrik oleh *Aneurinibacillus thermoaerophilus* Strain N25 pada Variasi Konsentrasi Starter dalam Sistem *Microbial Fuel Cell* (MFC)

¹Echy Dania Putri, ²Irdawati, ³Azwir Anhar, ⁴Moralita Chatri

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: irdawati.amor40@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.30605/4102hx98>

Accepted : 1 Maret 2026 Approved : 12 Maret 2026 Published : 17 April 2026

Abstract

The increasing demand for electrical energy drives the development of renewable energy technologies such as Microbial Fuel Cell (MFC), which converts organic substrates into electricity using microorganisms. This study aims to determine the effect of starter concentration and identify the optimal concentration of *Aneurinibacillus thermoaerophilus* strain N25 in bioelectricity production. An experimental method was used with a dual-chamber MFC system and starter concentrations of 3%, 6%, 9%, 12%, and 15%. Voltage production was measured using a digital multimeter (V) over 24 hours. The results showed that starter concentration affected bioelectricity production, with voltage increasing over time and reaching a peak at the 20th hour. Higher starter concentrations produced higher voltage due to increased microbial activity and more efficient electron transfer.

Keywords : Bioelectricity, Microbial fuel cell, Starter concentration, Thermophilic bacteria

PENDAHULUAN

Krisis energi global menjadi salah satu permasalahan yang dihadapi berbagai negara, termasuk Indonesia. Peningkatan kebutuhan listrik setiap tahun menuntut adanya pengembangan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Berdasarkan data konsumsi listrik nasional, penggunaan listrik per kapita di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring pertumbuhan ekonomi dan perkembangan teknologi (Shofiyana *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pemanfaatan energi terbarukan untuk mendukung ketahanan energi di masa depan. Salah satu teknologi yang berpotensi dikembangkan adalah MFC yang mampu mengubah energi kimia dari senyawa organik menjadi energi listrik melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme (Sulistiyawati *et al.*, 2020; Indriyani & Efendi, 2025).

MFC memanfaatkan mikroorganisme sebagai biokatalis dalam proses oksidasi substrat sehingga menghasilkan elektron yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik. Salah satu mikroorganisme yang berpotensi digunakan dalam sistem ini adalah bakteri termofilik karena memiliki stabilitas enzim yang tinggi dan mampu hidup pada kondisi lingkungan ekstrem. Bakteri termofilik seperti *A. thermoaerophilus* diketahui memiliki aktivitas metabolisme yang baik dan berpotensi dimanfaatkan dalam produksi biolistrik. Selain jenis mikroorganisme, faktor lain yang mempengaruhi produksi biolistrik adalah konsentrasi starter yang digunakan dalam sistem bioproses. Konsentrasi starter yang tepat dapat meningkatkan jumlah sel aktif sehingga proses metabolisme berlangsung lebih optimal dan meningkatkan efisiensi produksi energi listrik (Bahri *et al.*, 2021; Akbar *et al.*, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *A. thermoaerophilus* strain N25 dalam menghasilkan biolistrik pada variasi konsentrasi starter.

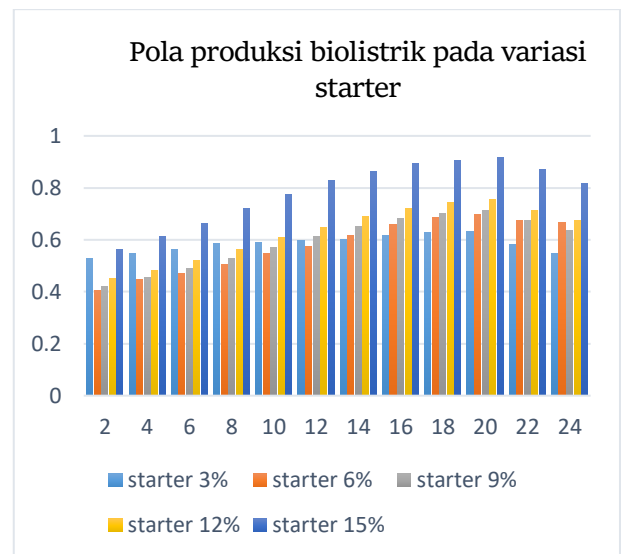
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Bakteri yang digunakan adalah *Aneurinibacillus thermoaerophilus* strain N25 yang diisolasi dari sumber air panas Sapan Sungai Aro, Kabupaten Solok Selatan. Sistem MFC yang digunakan adalah sistem *dual*

chamber yang terdiri dari ruang anoda dan katoda yang dihubungkan dengan jembatan garam. Starter yang digunakan yaitu 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%. Produksi biolistrik diukur menggunakan multimeter digital dalam satuan miliVolt (mV) selama masa inkubasi. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel dan disajikan dalam bentuk grafik untuk melihat pola produksi biolistrik.

HASIL PENELITIAN

Pengamatan terhadap produksi biolistrik yang dihasilkan oleh *A. thermoaerophilus* strain N25 dilakukan selama 24 jam pada sistem MFC dengan variasi konsentrasi starter. Nilai tegangan listrik yang dihasilkan pada setiap interval waktu pengukuran dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola produksi biolistrik pada variasi starter

Nilai tegangan tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada interval waktu 20 jam, yang menunjukkan bahwa aktivitas metabolisme bakteri berada pada kondisi optimum dalam sistem MFC. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa variasi konsentrasi starter *A. thermoaerophilus* strain N25 memberikan pengaruh terhadap pola produksi biolistrik pada sistem MFC selama periode pengamatan 24 jam. Berdasarkan grafik hasil penelitian, tegangan listrik yang dihasilkan mengalami fluktuasi pada setiap interval waktu pengukuran. Pada fase awal pengamatan

(sekitar jam ke-2 hingga jam ke-6), nilai tegangan yang dihasilkan masih relatif rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa mikroorganisme masih berada pada fase adaptasi (lag phase) terhadap lingkungan sistem MFC. Pada fase ini bakteri mulai menyesuaikan diri dengan kondisi medium serta membentuk biofilm pada permukaan elektroda anoda yang berperan penting dalam proses transfer elektron.

Seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi, tegangan listrik yang dihasilkan mulai mengalami peningkatan secara bertahap. Peningkatan ini terlihat pada interval waktu sekitar jam ke-8 hingga jam ke-20. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bakteri telah memasuki fase eksponensial (log phase) dimana aktivitas metabolisme dan pertumbuhan sel berlangsung secara optimal. Pada fase ini mikroorganisme melakukan proses oksidasi substrat organik secara intensif sehingga menghasilkan lebih banyak elektron dan proton. Elektron yang dihasilkan kemudian ditransfer menuju elektroda anoda melalui mekanisme transfer elektron ekstraseluler sehingga menghasilkan arus listrik pada rangkaian eksternal. Fenomena ini menunjukkan bahwa aktivitas metabolik mikroorganisme merupakan faktor utama yang mempengaruhi peningkatan produksi biolistrik pada sistem MFC (Logan *et al.*, 2006).

Seiring bertambahnya waktu inkubasi, tegangan listrik mengalami peningkatan yang terlihat pada interval waktu sekitar jam ke-8 hingga jam ke-20. Peningkatan ini menunjukkan bahwa bakteri telah memasuki fase eksponensial dimana aktivitas metabolisme dan oksidasi substrat berlangsung lebih intensif sehingga menghasilkan lebih banyak elektron yang ditransfer ke elektroda anoda (Pant *et al.*, 2010). Konsentrasi starter juga berperan dalam menentukan jumlah mikroorganisme aktif dalam sistem. Konsentrasi starter yang lebih tinggi memungkinkan jumlah sel bakteri yang lebih banyak sehingga proses oksidasi substrat dan transfer elektron berlangsung lebih efektif. Hal ini menyebabkan peningkatan tegangan listrik yang dihasilkan oleh sistem MFC. Selain itu, terbentuknya biofilm bakteri pada permukaan elektroda juga meningkatkan

efisiensi transfer elektron dari sel mikroorganisme ke elektroda (Santoro *et al.*, 2017).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi starter berpengaruh terhadap produksi biolistrik pada sistem MFC. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Francantika & Irdawati, 2025) yang memaparkan bahwa variasi konsentrasi starter bakteri termofilik juga mempengaruhi tegangan listrik yang dihasilkan pada sistem MFC. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi starter 9% menghasilkan tegangan listrik tertinggi. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi starter yang optimum dapat meningkatkan jumlah sel mikroorganisme aktif sehingga proses oksidasi substrat dan transfer elektron ke elektroda berlangsung lebih efektif dalam menghasilkan biolistrik.

Namun pada beberapa interval waktu menjelang akhir pengamatan terjadi penurunan tegangan listrik. Hal ini diduga disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan substrat, akumulasi produk metabolit, serta kompetisi antar mikroorganisme dalam memanfaatkan nutrisi yang tersedia. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. thermoaerophilus* strain N25 memiliki potensi sebagai mikroorganisme penghasil biolistrik dalam sistem MFC melalui proses bioelektrokimia.

SIMPULAN DAN SARAN

Variasi konsentrasi starter *A. thermoaerophilus* strain N25 mempengaruhi produksi biolistrik pada sistem MFC selama 24 jam pengamatan yang ditunjukkan oleh pola fluktuasi tegangan listrik. Peningkatan aktivitas metabolisme bakteri berperan dalam proses oksidasi substrat dan transfer elektron ke elektroda sehingga menghasilkan energi listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. thermoaerophilus* strain N25 berpotensi dimanfaatkan sebagai mikroorganisme penghasil biolistrik. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji pengaruh pH, jenis substrat, dan material elektroda untuk memperoleh kondisi optimum dalam meningkatkan produksi biolistrik pada sistem MFC.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, T. N., Kirom, M. R., & Iskandar, R. F. (2017). Analisis Pengaruh Material Logam Sebagai Elektroda Microbial Fuel Cell Terhadap Produksi Energi Listrik. *E-Proceeding of Engineering*, 4(2), 2123–2138.
- Bahri, S., Fidiantara, F., Muksin, Y. D., Tamami, F., Handayani, A. A. T., & Hermansyah, H. (2021). Eksplorasi Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Aik Sebau Di Kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(2), 235–241.
<https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.2470>
- Francantika, M., & Irdawati, I. (2025). Optimization of Starter Concentration of Thermophilic Bacteria Consortium from Mudiak Sapan to Produce Bioelectricity. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1640–1645.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8884>
- Indriyani, Y. A., & Efendi, R. (2025). Microbial fuel cells (MFC): Sebuah teknologi untuk biokonversi energi kimia pada limbah organik menjadi biolistrik. *Sultra Journal of Mechanical Engineering*, 4(1), 10–21.
<https://doi.org/10.54297/sjme.v4i1.1123>
- Logan, B. E., Hamelers, B., Rozendal, R., Schröder, U., Keller, J., Freguia, S., ... & Rabaey, K. (2006). Microbial fuel cells: methodology and technology. *Environmental science & technology*, 40(17), 5181-5192.
- Pant, D., Bogaert, G. Van, Diels, L., & Vanbroekhoven, K. (2010). Bioresource Technology A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. *BIORESOURCE TECHNOLOGY*.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.10.017>
- Santoro, C., Arbizzani, C., Erable, B., & Ieropoulos, I. (2017). Microbial fuel cells : From fundamentals to applications . A review. *Journal of Power Sources*, 356, 225–244.
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.03.109>
- Shofiyana, Rn., Supriyadi, I., & Qarni, M. U. Al. (2022). Transisi Energi Indonesia Pasca Pandemi Covid-19 dan Konflik. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(2), 3381–3387.
- Sulistiyawati, I., Rahayu, N. L., & Purwitaningrum, F. S. (2020). Produksi Biolistrik menggunakan Microbial Fuel Cell (MFC) *Lactobacillus bulgaricus* dengan Substrat Limbah Tempe dan Tahu. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 37(2), 112–117.
<https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.2.1147>