

Inovasi *Crude Enzyme Xylanase* (CEX) Dari Bakteri Termoxylanolitik SSA Memproduksi Biolistrik

Manja Francantika¹⁾, Irdawati²⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang

²⁾Dosen Biologi, jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang
Email: francantikamania@gmail.com penulis pertama

ABSTRACT

Thermophilic bacteria belong to a group of bacteria that have very different abilities from other groups of bacteria. These bacteria have the ability to survive at high temperatures due to the presence of thermostable enzymes. Thermophilic bacteria are a group of microorganisms that grow optimally at temperatures greater than 45°C and the general range of growth is between 45°C and 80°C. Thermophilic bacteria can be found in various places in nature, such as in hot springs, areas of volcanic activity, and at the bottom of the sea which has hot springs. Thermophilic bacteria SSA (Sapan Sungai Aro) is a thermophilic bacteria Sapan Sungai Aro hot springs located in Koto Parik Gadang District in Ateh, South Solok Regency has a temperature of 75 ° C and pH 8 or alkaline. The purpose of this study was to determine the potential of xylanase production from thermoxyylanolytic bacteria SSA to produce bioelectricity through the application of Microbial Fuel Cell. The type of research conducted is descriptive. Crude enzyme xylanase of thermophilic bacteria SSA as Microbial Fuel Cell and measurements were taken for 16 hours and measured every 2 hours. The highest MFC observation data was obtained in the first hour with an average of 0.496 volts and in the 16th hour of observation which amounted to 0.422 volts.

Kata kunci: (*Thermophilic bacteria, Crude enzyme xylanase, Microbial fuel cell*)

ABSTRACT

Bakteri termofilik termasuk golongan bakteri yang memiliki kemampuan yang sangat berbeda dengan golongan bakteri lain. Bakteri ini memiliki kemampuan bertahan pada suhu tinggi karena adanya enzim termostabil. Bakteri termofilik merupakan kelompok mikroorganisme yang tumbuh optimal pada suhu lebih dari 45°C dan kisaran umum pertumbuhan antara 45°C sampai 80°C. Bakteri termofilik dapat ditemukan pada berbagai tempat di alam, seperti di sumber-sumber air panas, daerah aktifitas gunung berapi, maupun di dasar laut yang memiliki sumber mata air panas. Bakteri termofilik SSA (Sapan Sungai Aro) merupakan bakteri termofilik sumber air panas Sapan Sungai Aro yang terletak di Kecamatan Koto Parik Gadang di Ateh, Kabupaten Solok Selatan memiliki suhu 75°C serta pH 8 atau bersifat basa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana potensi produksi *xylanase* dari bakteri termoxylanolitik SSA memproduksi biolistrik melalui

penerapan *Microbial Fuel Cell*. Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif. *Crude enzim xylanase* bakteri termofilik SSA sebagai *Microbial Fuel Cell* dan dilakukan pengukuran selama 16 jam dan diukur setiap 2 jam sekali. Data pengamatan MFC tertinggi didapatkan pada jam pertama yaitu dengan rata-rata 0,496 *volt* dan pada jam pengamatan jam ke 16 yaitu sebesar 0,422 *volt*.

Kata kunci: (Bakteri termofilik, Crude enzyme xylanase, *Microbial Fuel Cell*)

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara berkembang yang mengalami ekspansi ekonomi yang cepat. Peningkatan aktivitas industri, komersial, dan perumahan membutuhkan pasokan listrik yang lebih besar karena pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Listrik di Indonesia pada masa kini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil. Penggunaan energi fosil yang semakin meningkat menyebabkan penurunan cadangan minyak dan peningkatan emisi gas rumah kaca. Peningkatan emisi gas rumah kaca ini memiliki dampak signifikan, termasuk ketidakstabilan iklim yang menyebabkan peningkatan suhu global dan kenaikan permukaan air laut. Situasi ini juga menyertai peningkatan risiko banjir dan tantangan lingkungan lainnya (Fitriana *et. al*, 2023). Menemukan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan adalah prioritas saat ini dalam upaya untuk menurunkan emisi CO₂ yang dapat berkontribusi pada efek rumah kaca. *Microbial Fuel Cell* (MFC) adalah salah satu teknologi ramah lingkungan dan terbarukan yang akan digunakan di masa depan.

Mikroba memiliki kemampuan untuk mengubah energi kimia yang disimpan dalam materi organik menjadi energi listrik ketika dibiarkan menginkubasi dalam *Microbial Fuel Cell* (MFC), sehingga bakteri dalam MFC dapat dipergunakan untuk menghasilkan daya listrik saat mereka mengonsumsi limbah. Proses pembuangan komponen organik dalam limbah cair untuk menghasilkan listrik ini tentu memerlukan keberadaan mikroba pengurai (Ibrahim *et al*, 2017), contohnya ialah dengan menggunakan bakteri termofilik.

Bakteri termofilik termasuk golongan bakteri yang memiliki kemampuan yang sangat berbeda dengan golongan bakteri lain. Bakteri ini memiliki kemampuan bertahan pada suhu tinggi karena adanya enzim termostabil. Bakteri termofilik merupakan kelompok mikroorganisme yang tumbuh optimal pada suhu lebih dari 45°C dan kisaran umum pertumbuhan antara 45°C sampai 80°C. Bakteri termofilik mampu bertahan dan berkembang dalam kondisi suhu tinggi karena protein bakteri termofilik lebih stabil dan tahan panas (Zuraidah *et. al*, 2020).

Xilanase merupakan enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis xilan (hemiselulosa) menjadi xilosa dan xilo-oligosakarida. Xilanase dapat digunakan dalam pemutihan kertas, penjernihan sirup, produksi gula xilosa, dan lain-lain

(Ardiansyah et al., 2014). Xylanase dapat dihasilkan oleh mikroba melalui proses fermentasi (Susilowati et al., 2012). Aplikasi enzim dalam bidang industri semakin membutuhkan enzim yang berada di lingkungan yang ekstrim. Karena faktor utama yang dapat merusak enzim adalah suhu, maka diperlukan enzim bersifat termostabil, yaitu enzim yang tahan terhadap suhu tinggi (Nanda et al., 2017).

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana potensi produksi biolistrik melalui penerapan Microbial Fuel Cell dengan memanfaatkan crude enzim xylanase dari bakteri termoxylanotik SSA.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada 25 April 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu elektroda (Plat Zinc dan plat tembaga), kabel capit buaya, botol selai, voltmeter, paralon, tali tambang kain, gelas ukur, beaker glas, tabung reaksi, rak tabung reaksi, dan vortex. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu crude enzim xylanase bakteri termoxylanotik SSA, lakban, label, tissue.

Persiapan Penelitian

Melakukan sterilisasi pada alat-alat yang akan digunakan dan aquadest menggunakan autoklaf.

Penyediaan Crude Enzim Bakteri Termoxylanotik SSA

Mempersiapkan crude enzim SSA sebanyak 200 mL dan mencampurkan dalam gelas beaker. Lalu, menghomogenkan crude enzim didalam laminar air flow dan memisahkan sebanyak masing-masing 100 mL untuk dipisahkan kedalam fermentor dan dibuat menjadi dua ulangan.

Pembuatan Jembatan Garam dan Fermentor

Pembuatan jembatan garam menggunakan sumbu kompor yang digulung tali hingga panjang 5cm, kemudian balut kedua ujung tali dengan lakban. Kemudian larutkan NaCl dengan 100 mL aquades lalu rendam tali kedalam larutan NaCl dan panaskan diatas hot plate dengan suhu 50°C selama 2 jam. Setelah 2 jam, keringkan tali kedalam oven dengan menggunakan aluminum foil. Setelah 24 jam didalam oven, jembatan garam dimasukkan kedalam paralon.

Crude enzim *xylanase* SSA, dipersiapkan 2 toples menggunakan reaktor *dual chamber*, yang terbagi antara kompartemen katoda dan anoda. Material elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah lempeng *zinc* (Zn) untuk bagian kompartemen anoda dan pada katoda menggunakan elektroda tembaga (Cu), dengan

masing-masing ukuran elektroda 2 x 5 cm, elektroda disambungkan dengan jepit buaya dan dihubungkan ke alat multimeter digital.

Pengecekan voltase

Fermentor didalam oven dicek sekali 2 jam selama 16 jam dengan menggunakan multimeter yang disambungkan pada capit buaya. Pengukuran voltase dilakukan diluar oven.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengamatan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan MFC Pada Crude Enzim Xylanase SSA

NO	Perlakuan (Jam)	Hasil		
		Ulangan	Hasil (Volt)	Rata-Rata
1.	09.00 WIB (Kontrol)	U1	0,398	0,427
		U2	0,456	
2.	11.00 WIB	U1	0,465	0,496
		U2	0,527	
3.	13.00 WIB	U1	0,309	0,337
		U2	0,365	
4.	15.00 WIB	U1	0,298	0,368

		U2	0,439	
5.	17.0 WIB	U1	0,315	0,356
		U2	0,398	
6.	19.00 WIB	U1	0,299	0,351
		U2	0,403	
7.	21.00 WIB	U1	0,325	0,330
		U2	0,336	
8.	23.00 WIB	U1	0,328	0,327
		U2	0,326	
9.	01.00 WIB	U1	0,399	0,422
		U2	0,446	

Pada tabel menunjukkan bahwa hasil MFC pada jam ke 4 dan ke 16 memiliki rata-rata nilai paling tinggi. Pada jam selanjutnya, rata-rata pengukuran listrik menurun, namun setelah itu akan terlihat mengalami kenaikan dan pengukuran tertinggi didapatkan pada pengukuran terakhir yaitu jam ke 16. Metabolisme bakteri dalam Microbial Fuel Cell (MFC) sangat berpengaruh dalam produksi tegangan listrik. Dalam proses metabolisme ini, bakteri melakukan reaksi redoks dimana mereka melepaskan elektron. Ketika metabolisme bakteri berjalan dengan baik, mereka mampu menghasilkan lebih banyak elektron sebagai hasil proses metabolisme. Elektron yang dihasilkan ini kemudian digunakan untuk menghasilkan tegangan listrik dalam Microbial Fuel Cell (MFC). Semakin tinggi jumlah elektron yang dihasilkan oleh bakteri, semakin tinggi pula potensi untuk menghasilkan tegangan listrik yang lebih tinggi dalam Microbial Fuel Cell (MFC). Oleh karena itu, kinerja metabolic bakteri yang optimal sangat penting untuk meningkatkan efisiensi

dan output listrik dari MFC, menjadikannya sumber energi alternatif yang potensial dan berkelanjutan. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja MFC.

MFC membangkitkan listrik dengan mengoksidasi bahan organik melalui bantuan mikrobia. Aktivitas katalitik dan transfer proton dilakukan dengan menggunakan enzim atau tambahan mediator. Bahan organik yang dapat digunakan sebagai substrat dalam microbial fuel cell, adalah glukosa (Liu dan Logan 2004), pati (Min dan Logan 2004), asam lemak (Liu et al. 2005), asam amino dan protein (Logan et al. 2005). Secara umum mekanisme prosesnya adalah substrat dioksidasi oleh bakteri sehingga menghasilkan elektron dan proton pada anoda. Elektron ditransfer melalui sirkuit eksternal, sedangkan proton didifusikan melalui larutan menuju katoda. Pada katoda, reaksi elektron dan proton terhadap oksigen akan menghasilkan air (Cheng et al., 2006). Penggunaan mikroorganisme dalam MFC ini bertujuan untuk menggantikan fungsi enzim sehingga dihasilkan substrat yang lebih murah (Idham, 2009).

Bakteri hidup di dalam anoda dan mengubah substrat seperti glukosa, asetat dan juga air buangan menjadi CO₂, proton dan elektron. Pada kondisi aerobik, bakteri menggunakan oksigen atau nitrat sebagai akseptor elektron akhir untuk menghasilkan air. Sedangkan di dalam anoda, tidak ada terbentuk oksigen dan bakteri yang harus diubah dari fungsinya sebagai akseptor elektron alami menjadi akseptor yang tidak dapat larut, seperti katoda MFC. Karena kemampuan bakteri untuk memindahkan elektron kepada akseptor elektron yang tidak dapat larut, MFC dapat juga digunakan untuk mengumpulkan elektron-elektron yang berasal dari metabolisme mikroba. Seperti dijelaskan sebelumnya, bahwa transfer elektron dapat berlangsung baik melalui komponen yang berhubungan dengan membran, pengangkut elektron yang dapat larut ataupun kabel-kabel nano (nano-wires). Elektron-elektron kemudian mengalir melalui sebuah rangkaian listrik dengan beban tertentu atau resistor ke katoda. Beda potensial (Volt) antara anoda dan katoda bersama dengan aliran elektron-elektron (Ampere) menghasilkan pembentukan daya listrik (Watt). Kemudian elektron-elektron akan mengalir melalui proton ataupun membran penukar kation menuju ke katoda (Sitorus, 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa hasil MFC pada jam ke 4 dan ke 16 memiliki rata-rata nilai paling tinggi. Pada jam selanjutnya, rata-rata pengukuran listrik menurun, namun setelah itu akan terlihat mengalami kenaikan dan pengukuran tertinggi didapatkan pada pengukuran terakhir yaitu jam ke 16

REFERENSI

- Ardiansyah, Y. T., Mulyani, N. S., & Sarjono, P. R. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Enzim Xilanase dari *Bacillus Subtilis* pada Media Nutrient Broth dengan Penambahan Xilan Hasil Isolasi Jerami Padi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 17(3), 95-99.
- Ibrahim, Bustami, Suptijah P, Adjani ZN. (2017). Kinerja microbial fuel cell penghasil biolistrik dengan perbedaan jenis elektroda pada limbah cair industri perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 296-304.
- Nanda, P. T. (2017). Isolasi, Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Enzim Termotabil Air Panas Kerinci. *Chempublish Journal*, 2(1), 26-31.
- Sitorus, B. (2010). Diversifikasi Sumber Energi Terbarukan melalui Penggunaan Air Buangan dalam Sel Elektrokimia Berbasis Mikroba. *ELKHA*. 29(1). 10-15.
- Susilowati, P. E., Raharjo, S., Kurniawati, D., Rahim, R., Sumarlin, A., & Ardiansyah, A. (2012). Produksi Xilanase dari Isolat Sumber Air Panas Sonai, Sulawesi Tenggara, menggunakan Limbah Pertanian. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(3), 1-6.
- Zuraidah., Wahyuni, D., Astuty, E. (2020). Karakteristik Morfologi dan Uji Aktivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 11 (2), (2020). 40 – 47.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya kepada orang tua yang telah mendukung saya, dan kepada teman-teman yang telah membantu penelitian ini.