

PENGARUH BATANG *FERRIT* DAN BATANG *CARBON* TERHADAP PERFORMA *MICROBIAL FUEL CELL* DENGAN *PIEZOELECTRIC* MENGGUNAKAN LIMBAH TAHU CAIR

Eko Saputro^{1*}, Ena Marlina², Margianto³

^{1*}Universitas Islam Malang.

email: eko30614@gmail.com

²Universitas Islam Malang.

email: ena.marlina@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

email: margianto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Salah satu teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah teknologi Microbial Fuel Cell, yaitu pengembangan teknologi Microbial Fuel Cell dengan menggunakan aktivitas bio-catalic mikroorganisme. Penambahan piezoelectric terhadap Microbial Fuel Cell untuk meningkatkan kinerja listrik yang dihasilkan lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh batang ferrit dan batang carbon terhadap performa microbial fuel cell dengan piezoelectric menggunakan limbah tahu cair. Metode yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Cara ini akan menguji pengaruh variasi batang ferrit dan batang carbon terhadap performa microbial fuel cell dengan piezoelectric menggunakan limbah tahu cair. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa variasi elektroda batang carbon memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap performa reaktor Microbial Fuel Cell. Dimana produksi listrik yang dihasilkan menjadi lebih besar dibandingkan elektroda batang ferrit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elektroda batang carbon dengan piezoelectric menghasilkan tegangan maksimum sebesar 117,96 mV pada jam ke-72. Nilai tegangan berpengaruh pada parameter lain sehingga menghasilkan arus maksimum sebesar 0,118 mA, Efisiensi sel maksimum 7,96 %, dan daya sel maksimum 8933,98 mW pada jam yang sama.

Kata Kunci: *Batang ferrit, Batang carbon, Microbial fuel cell, Piezoelectric, Limbah tahu cair.*

ABSTRACT

One of the technologies currently being developed is Microbial Fuel Cell technology, namely the development of Microbial Fuel Cell technology using the bio-catalic activity of microorganisms. The addition of piezoelectric to the Microbial Fuel Cell to improve the performance of the electricity generated is greater. This study aims to determine the effect of ferrite rods and carbon rods on the performance of piezoelectric microbial fuel cells using liquid tofu waste. The method used is the experimental method. This method will examine the effect of variations in ferrite rods and carbon rods on the performance of piezoelectric microbial fuel cells using liquid tofu waste. In this study, it was found that the variation of the carbon rod electrode gave a better effect on the performance of the Microbial Fuel Cell reactor. Where the electricity produced is greater than the ferrite rod electrode. The results showed that the piezoelectric carbon rod electrode produced a maximum voltage of 117.96 mV at 72 hours. The voltage value affects other parameters so as to produce a maximum current of 0.118 mA, a maximum cell efficiency of 7.96%, and a maximum cell power of 8933.98 mW at the same hour.

Keywords: *Ferrite rod, Carbon rod, Microbial fuel cell, Piezoelectric, Tofu waste.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi semakin naik seiring dengan meningkatnya aktivitas kehidupan terutama kebutuhan akan energi listrik. Akibatnya, diperlukan teknologi baru yang tidak bergantung pada bahan bakar fosil [1]. Salah satunya adalah teknologi *Fuel Cell*.

Fuel cell merupakan salah satu teknologi pengganti energi fosil atau minyak bumi yang berhasil dikembangkan saat ini sebagai energi alternatif, di *fuel cell* terjadi reaksi elektrokimia antara hidrogen dan oksigen dengan bantuan bahan katalis. Dari hasil reaksi tersebut akan menghasilkan energi panas dan energi listrik [2]. Pengembangan teknologi *fuel cell* dengan memakai bakteri sehingga menjadi produksi listrik melalui proses bioelektrokimia. Teknologi ini biasa dikenal sebagai *Microbial Fuel Cell*.

Microbial Fuel Cell memanfaatkan energi yang terdapat dari bahan organik (substrat) bagi bakteri untuk melakukan proses metabolisme dan menghasilkan listrik. Senyawa organik dapat berasal dari limbah yang tidak digunakan sehingga nanti akan mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan. Pada reaktor *Microbial Fuel Cell* terdapat dua *Chamber*, yaitu anoda dan katoda. Elektron yang dihasilkan oleh mikroba pada anoda akan mengalir melalui elektroda menuju katoda sehingga listrik dapat dihasilkan [3]. *Microbial fuel cell* ini juga bisa dengan penambahan perangkat *Piezoelectric* yang dapat meningkatkan performa *microbial fuel cell*.

Piezoelectric merupakan komponen elektronik yang cara kerjanya mengubah gelombang ultrasonik menjadi energi mekanik berbentuk getaran [4]. Penerapan *Piezoelectric* pada *Microbial Fuel Cell* dianggap sebagai desain pompa yang dapat membawa udara ke saluran katoda tanpa injeksi udara eksternal. Saat aktuator mengembang, itu menyebabkan volume saluran katoda mengembang dan udara ditarik ke dalam ruangan. Namun, saat aktuator bergerak ke dalam, volume di katoda berkurang dan udara dikompresi. Proses elektrokimia akan terjadi lebih cepat dan produksi listrik yang dihasilkan akan lebih besar.

Pada *Microbial Fuel Cell* terdapat Elektroda berfungsi menjadi media yang menghubungkan non-logam dan logam pada suatu sirkuit supaya membentuk arus listrik. Material serta luasan anoda yang digunakan dapat mempengaruhi proses reaksi elektrokimia yang terjadi pada reaktor *microbial fuel cell* yang dihasilkan [5]. Beberapa material yang dapat digunakan sebagai anoda pada *microbial fuel cell* yaitu batang *ferrit* dan batang *carbon* yang mampu menghantarkan listrik.

Batang *Ferrit* merupakan komponen elektronika yang biasanya dipergunakan pada pesawat penerima radio AM, proses pembuatannya dari bahan yang dinamakan dengan *Ferrite*, senyawa campuran dibuat dengan padat dan bubuk besi oksida (*Iron Oxide*) sebagai bahan dasarnya [6]. Fungsi batang *ferrit* adalah untuk menambah nilai induktansi dan batang *ferrit* digunakan untuk elektroda pada anoda sebagai kutub negatif pada instalasi *Microbial Fuel Cell*.

Batang *carbon* bisa dimanfaatkan penggunaannya sebagai bahan yang kurang termanfaatkan (limbah baterai) dan dapat digunakan secara berulang-ulang sehingga batang *carbon* yang terdapat pada baterai bekas dapat dioptimalkan penggunaannya menjadi elektroda negatif (anoda) dalam sel elektrolisis [7]. Batang *carbon* memiliki sifat konduktivitas yang sangat tinggi [8].

Limbah yang dapat mencemari lingkungan salah satunya yaitu dari hasil proses produksi tahu yang berbentuk cairan [9]. Limbah ini memiliki karakteristik terbentuk dari berbagai kontaminan dan bahan organik. Penggunaan air limbah sistem MFC memiliki manfaat tersendiri karena kontaminan dalam limbah cair dapat digunakan sebagai sumber *carbon* untuk menghasilkan energi [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh batang *ferrit* dan batang *carbon* terhadap performa *microbial fuel cell* dengan *piezoelectric* menggunakan limbah tahu cair.

Dimana salah satu produk yang mampu untuk menghasilkan kinerja yang lebih optimal sehingga produk yang dihasilkan lebih maksimal.

METODE PENELITIAN

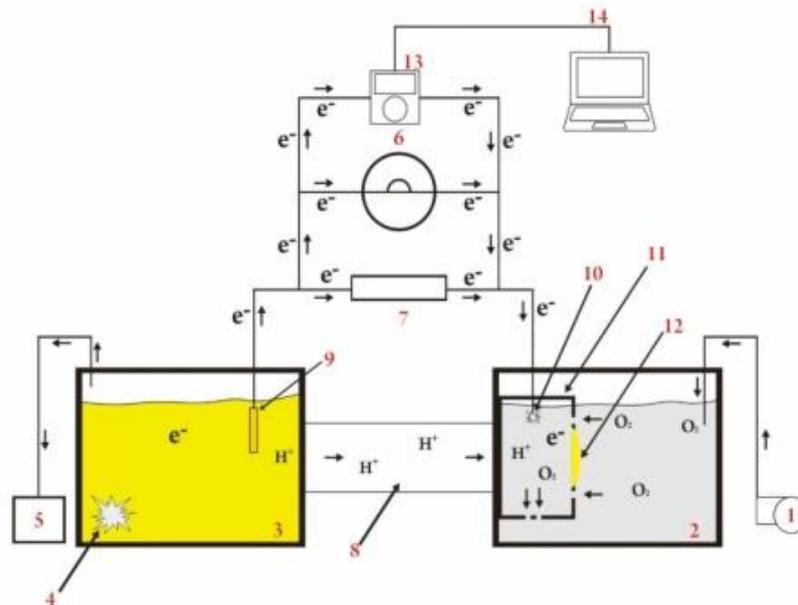
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Dilakukan pengamatan langsung dan pengambilan data dengan menggunakan alat ukur akusisi. Waktu dan penelitian pada tanggal 23 April 2022 sampai 29 April 2022. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini di Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan dua variasi data. Data pertama merupakan reaksi Elektrokimia *Microbial Fuel Cell* dengan *Piezoelectric* dan batang carbon menggunakan substrat limbah tahu cair. Sedangkan data kedua merupakan reaksi Elektrokimia *Microbial Fuel Cell* dengan *Piezoelectric* dan batang ferrit menggunakan substrat limbah tahu cair.

Pengambilan tegangan pada reaktor *microbial fuel cell* diukur dengan alat *digital multimeter* UT61E V.401 yang disambungkan pada laptop sehingga dapat disimpan dalam bentuk Format file *Microsoft Excel* untuk membaca dan merekap nilai tegangan yang keluar pada multimeter. Data yang diambil berupa nilai tegangan yang dilakukan selama 72 jam dengan mencatat setiap 1 jam. Kemudian dijadikan grafik hasil Tegangan (mV), Arus (mA), Efisiensi sel (%), Daya sel (mW).

ALAT DAN BAHAN

Instalasi yang akan digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Keterangan gambar :

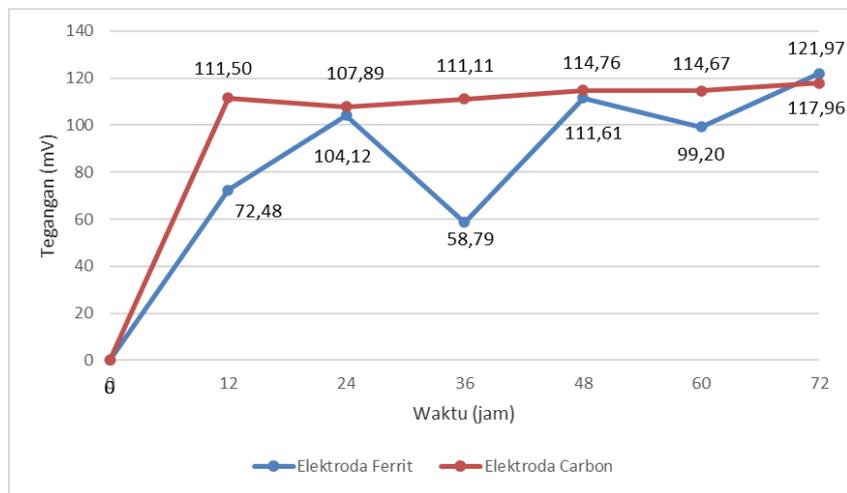
1. Pompa udara
2. Kotak plastik (katoda kontainer) berisi larutan penyangga K_2HPO_4 pH 7 (netral).
3. Kotak plastik (anoda kontainer) berisi limbah cair tahu.
4. Bio-katalis bakteri *Effective Microorganisms 4* (EM-4).
5. Kotak plastik berisi air pelepas biogas.
6. Lampu Indikator

7. Tahanan (resistor) R 1k Ω .
8. Jembatan Garam dengan panjang 20 cm dan diameter 5 mm (PEM).
9. Elektroda pada anoda menggunakan batang ferrit dan batang carbon berbentuk silinder pejal.
10. Elektroda pada katoda menggunakan sabut stainless steel.
11. Tabung penekan oksigen.
12. *Piezoelectric*
13. Alat ukur data akusisi
14. Laptop

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tegangan

Tegangan yang dihasilkan pada batang *ferrit* dan batang *carbon*



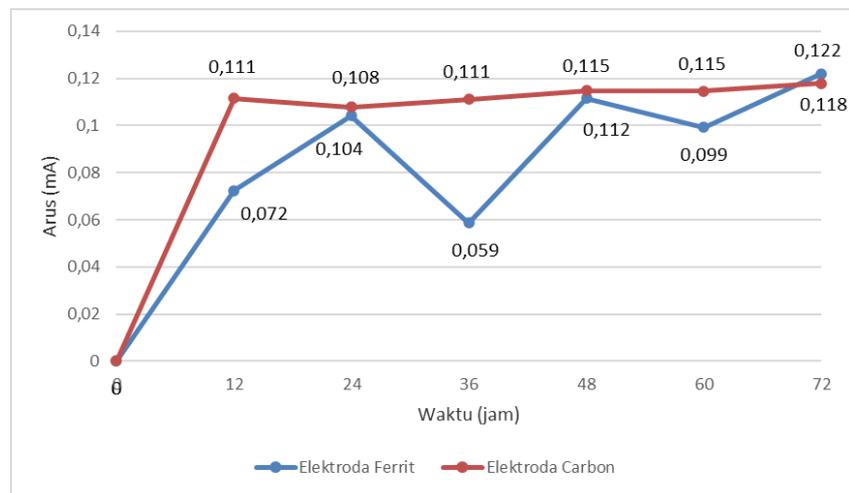
Gambar 2. Grafik Pengaruh Jenis Elektroda Dengan *Piezoelectric* Terhadap Tegangan *Microbial Fuel Cell*

Berdasarkan gambar grafik diatas. Tegangan yang dihasilkan menggunakan elektroda batang *carbon* nilai tertinggi ditunjukkan pada jam ke-72 dengan nilai 117,96 mV dan nilai terendah pada jam ke-24 sebesar 107,89 mV. Sedangkan tegangan yang dihasilkan menggunakan batang *ferrit* pada jam ke-72 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 121,97 mV dan nilai terendah sebesar 58,79 mV pada jam ke-36.

Grafik diatas menunjukkan batang *carbon* lebih baik menghasilkan tegangan listrik dibandingkan batang *ferrit*. Hal ini dikarenakan batang *Carbon* grafit sendiri memiliki sifat mekanis lunak, ringan dan mampu menghantarkan listrik. Terjadinya peningkatan produksi listrik dikarenakan metabolisme mikroba selama pemecahan molekul organik mulai berperan.

Sedangkan tegangan listrik yang dihasilkan pada batang *ferrit* cenderung lebih rendah daripada batang *carbon*. Hal ini dikarenakan batang *ferrit* berbahan besi dan campuran material lain seperti seng merupakan golongan logam itulah sebabnya elektroda *ferrit* memiliki keluaran listrik yang lebih rendah karena seng memiliki nilai potensial yang lebih rendah daripada *carbon*. Lebih mudah untuk membebaskan elektron ketika nilai potensial lebih tinggi karena nilai potensial yang lebih besar lebih reduktif.

2. Arus

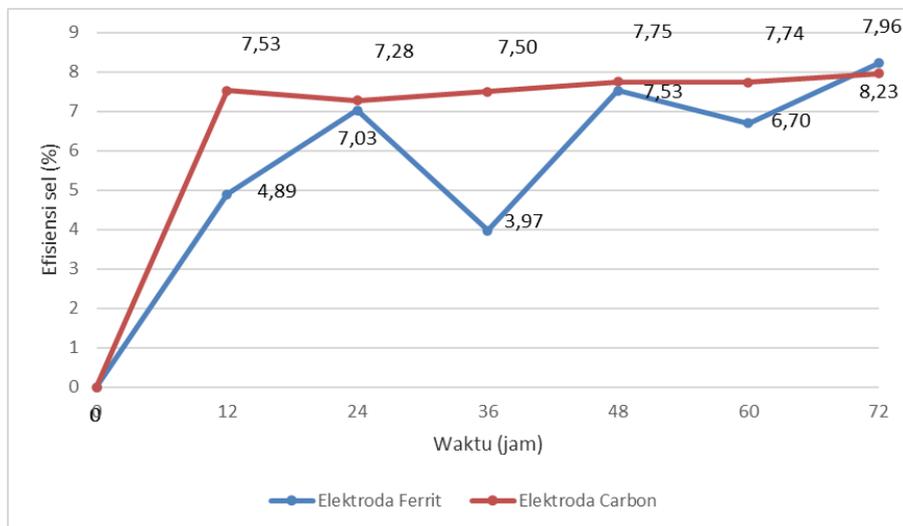


Gambar 3. Grafik Pengaruh Jenis Elektroda Dengan *Piezoelectric* Terhadap Rapat Arus *Microbial Fuel Cell*

Berdasarkan gambar grafik diatas. Arus yang dihasilkan menggunakan elektroda batang *carbon* nilai tertinggi ditunjukkan pada jam ke-72 dengan nilai 0,188 mA dan nilai terendah pada jam ke-24 sebesar 0,108 mA. Sedangkan arus yang dihasilkan menggunakan batang *ferrit* pada jam ke-72 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 0,122 mA dan nilai terendah sebesar 0,059 mA pada jam ke-36.

Ini karena bakteri mulai ikut serta dalam penguraian zat organik. Besarnya tegangan dan arus listrik juga tergantung berapa lama bakteri berada di dalam reaktor.

3. Efisiensi sel



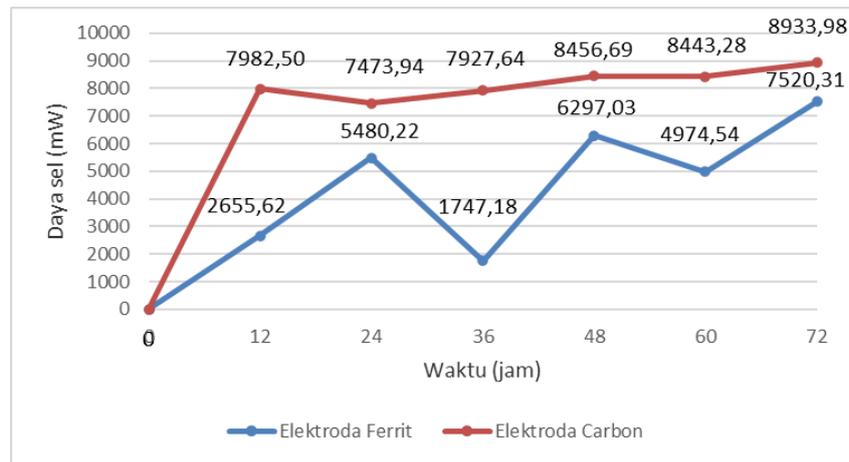
Gambar 4. Grafik Pengaruh Jenis Elektroda Dengan *Piezoelectric* Terhadap Efisiensi Sel *Microbial Fuel Cell*

Berdasarkan gambar grafik diatas. Efisiensi sel yang dihasilkan menggunakan elektroda batang *carbon* nilai tertinggi dilihat dijam ke-72 dengan nilai 7,96 % dan nilai terendah dijam ke-24 sebesar 7,28%. Sedangkan efisiensi sel yang dihasilkan menggunakan batang *ferrit* pada jam ke-72 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 8,23% dan nilai terendah sebesar 3,97% pada jam ke-36.

Hal ini dikarenakan hasil jenis elektroda akan berpengaruh pada efisiensi sel dan peningkatan itu terjadi pada semua variasi jenis elektroda, namun besarnya efisiensi yang dihasilkan berbeda-beda sesuai dengan masing-masing jenis elektroda.

Maka akan semakin lama transfer ion H^+ yang mengalir dari anoda menuju katoda yang mengakibatkan voltage sel yang dihasilkan rendah kemudian akan berpengaruh pada efisiensi sel. Dengan kata lain voltage listrik berpengaruh langsung terhadap efisiensi sel yaitu dari voltage, sehingga terdapat kecenderungan yang hampir sama antara grafik hubungan jenis elektroda dengan voltage sel dan jenis elektroda dengan efisiensi sel.

4. Daya sel



Gambar 5. Grafik Pengaruh Jenis Elektroda Dengan Piezoelectric Terhadap Daya Sel Microbial Fuel Cell

Berdasarkan gambar grafik diatas. Daya sel yang dihasilkan menggunakan elektroda batang carbon nilai tertinggi ditunjukkan pada jam ke-72 dengan nilai 8933,98 mW dan nilai terendah pada jam ke-24 sebesar 7473,94 mW. Sedangkan daya sel yang dihasilkan menggunakan batang ferrit pada jam ke-72 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 7520,31 mW dan nilai terendah sebesar 1747,18 mW pada jam ke-36.

Daya sel yang dihasilkan batang carbon lebih lebih besar dari pada daya sel yang dihasilkan pada batang ferrit. Hal ini disebabkan karena daya sel dipengaruhi oleh besarnya tegangan dan luas permukaan elektroda pada anoda, dimana semakin kecil luas penampang anoda dan hambatan maka daya sel reaktor Microbial Fuel Cell akan semakin besar.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa variasi elektroda batang carbon dengan piezoelectric memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap performa reaktor Microbial Fuel Cell. Dimana produksi listrik yang dihasilkan menjadi lebih besar dibandingkan elektroda batang ferrit dengan piezoelectric.

Semakin banyak mikroorganismenya yang ada di sekitar elektroda, semakin mereka akan menempel pada elektroda batang carbon dan batang ferrit, menyebabkan masing-masing menghasilkan jenis elektron yang berbeda, dimana batang carbon menghasilkan elektron dalam jumlah yang besar dan batang ferrit menghasilkan elektron yang lebih sedikit.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020–2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021.
- [2] M. Ma'ruf and F. A. Widiarsa, "Fuel Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif

- Pengisi Baterai Dengan Pengendali Panas,” *Transmisi*, vol. 12, no. 1, pp. 45–54, 2016.
- [3] P. Gangadharan and I. M. Nambi, “Hexavalent Chromium Reduction and Energy Recovery by Using Dual-Chambered Microbial Fuel Cell,” *Water Sci. Technol.*, vol. 71, no. 3, pp. 353–358, 2015.
- [4] I. D. G. A. T. Putra *et al.*, “Kajian dan Penerapan Teknologi Atomisasi Ultrasonik Dalam Proses Pemurnian Air Laut Skala Kecil,” *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–35, 2021.
- [5] E. Marlina, S. Wahyudi, and L. Yuliati, “Produksi Brown’s Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NaHCO₃,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 53–58, 2013.
- [6] W. B. Widyatno, A. S. Wismogroho, and Z. Y. Firdaus, “Karakterisasi Termal Mn_xZn_{1-x}Fe₂O₄ Ferrite,” *JFA (Jurnal Fis. dan Apl.)*, vol. 9, no. 1, pp. 18–20, 2013.
- [7] V. W. M. Safitri and T. A. Rachmanto, “Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Power Density Pada Microbial Fuel Cell Dengan Penambahan Granular Activated Carbon,” *Envirotek J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 12, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [8] I. F. Andhika, C. Hertiningtyas, A. Aji, A. Desy, T. E. Saraswati, and P. Patiha, “Use Of Battery Carbon As Electrodes In Arc Discharge Method For Fabrication Of Carbon-Modified TiO₂,” *Alchemy J. Penelit. Kim.*, vol. 10, no. 2, pp. 186–194, 2014.
- [9] K. H. Timotius, “Pengolahan Air Limbah dan Produksi Listrik Secara Simulasi Oleh Microbial Fuel Cells (MFCS),” *J. Tek. dan Ilmu Komputer.*, vol. 06, no. 22, pp. 113–124, 2017.
- [10] P. Purwono, H. Hermawan, and H. Hadiyanto, “Penggunaan Teknologi Reaktor Microbial Fuel Cells (MFCS) Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Untuk Menghasilkan Energi Listrik,” *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 12, no. 2, pp. 57–65, 2015.