



**PENGARUH *PIEZOELECTRIC* TERHADAP *MICROBIAL FUEL CELL*
DENGAN SUBSTRAT LIMBAH CAIR TAHU DAN NASI BASI**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu
(S-1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh :

AGUS TRI SUMARTONO

★ 218.010.5.2109 ★★ ★

UNISMA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2022

ABSTRAK

Agus Tri Sumartono. 2022. Pengaruh *Piezoelectric* terhadap *Microbial Fuel Cell* dengan Substrat Limbah Cair Tahu dan Nasi Basi. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Dosen Pembimbing 1: Dr. Ena Marlina, ST.,MT. Dosen Pembimbing 2 : Ir. H. Margianto, MT.

Kebutuhan energi saat ini sebagian besar memanfaatkan energi fosil, untuk mengurangi penggunaan energi fosil salah satu teknologi penghasil energi alternatif sebagai pengganti energi fosil adalah teknologi *Microbial Fuel Cell*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *piezoelectric* terhadap kinerja *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan metode eksperimental sehingga nanti dilakukan pengamatan secara langsung terhadap reaktor *Microbial Fuel Cell*. Substrat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan limbah cair tahu dan nasi basi yang didiamkan selama 7 hari sebelum digunakan. Pengambilan data dilakukan dengan 2 variasi yaitu menggunakan *piezoelectric* dan tanpa *piezoelectric*. Dalam penelitian ini yang akan diuji tegangan yang dihasilkan reaktor MFC, selanjutnya hasil tegangan tersebut digunakan untuk mencari parameter hitung lain seperti rapat arus, efisiensi sel dan daya sel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *piezoelectric* pada reaktor *Microbial Fuel Cell* meningkatkan produksi tegangan, dimana tegangan maksimum yang dihasilkan reaktor dengan menggunakan *piezoelectric* sebesar 132,52 mV pada jam ke-72. Tegangan yang dihasilkan mempengaruhi parameter hitung yang lain, sehingga pada jam yang sama arus masimum yang dihasilkan sebesar 0,133 mA, Efisiensi sel masimum sebesar 8,95 % dan Daya sel maksimum sebesar 11276,20 mW.

Kata Kunci : Energi Alternatif ; *Microbial Fuel Cell* ; *Piezoelectric* ; Limbah Cair Tahu dan Nasi Basi

ABSTRACT

Agus Tri Sumartono. 2022. Effect of Piezoelectric on Microbial Fuel Cell with Liquid Waste Substrate Tofu and Stale Rice. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang, Advisor 1: Dr. Ena Marlina, ST., MT. Advisor 2: Ir. H. Margianto, MT.

Today's energy needs mostly utilize fossil energy, to reduce the use of fossil energy, one of the alternative energy-producing technologies as a substitute for fossil energy is Microbial Fuel Cell technology. This study aims to determine the effect of piezoelectric use on the performance of Microbial Fuel Cells by using experimental methods so that later direct observations will be made on Microbial Fuel Cell reactors. The substrate used in this study used liquid waste of tofu and stale rice which was left for 7 days before being used. Data retrieval was carried out with 2 variations, namely using piezoelectric and without piezoelectric. In this study, the voltage generated by the MFC reactor will be tested, then the voltage results are used to find other calculated parameters such as current density, cell efficiency and cell power. The results showed that the use of piezoelectric in the Microbial Fuel Cell reactor increased voltage production, where the maximum voltage produced by the reactor using piezoelectric was 132.52 mV at 72 hours. The resulting voltage affects other calculated parameters, so that at the same hour the maximum current generated is 0.133 mA, the maximum cell efficiency is 8.95% and the maximum cell power is 11276.20 mW.

Keywords: Alternative Energy; Microbial Fuel Cells; Piezoelectric ; Liquid Waste Tofu and Stale Rice

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi saat ini sebagian besar memanfaatkan energi fosil namun persediaan energi fosil semakin menipis, dalam penggunaan energi fosil dapat mengakibatkan efek rumah kaca. Untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan meningkatkan kesadaran bagi masyarakat dalam melestarikan lingkungan, energi alternatif salah satu energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi yang saat ini masih memanfaatkan energi fosil (Marlina *et al.*, 2013). Salah satu energi alternatif yang menarik adalah *Fuel cell* diharapkan dapat menghasilkan energi listrik tanpa mengeluarkan emisi yang berbahaya dan ramah lingkungan. *Fuel cell* memakai reaksi elektrokimia untuk menghasilkan energi listrik. Proses ini kebalikan dari elektrolisis, dalam membalikkan proses ini hidrogen dan oksigen bereaksi dalam *fuel cell* untuk menghasilkan listrik dan air. Sedangkan elektrolisis arus listrik digunakan untuk memisahkan air menjadi oksigen dan hidrogen. (Rekotomo, 2012)

Fuel cell menggunakan teknologi baru dalam memproduksi energi listrik dengan memanfaatkan limbah organik yaitu *Microbial Fuel Cell*. *Microbial Fuel Cell* atau MFC merupakan teknologi konversi energi kimia dari limbah organik menjadi listrik dengan populasi mikroorganisme selaku biokatalisnya (Rekotomo, 2012). Limbah organik dapat dimanfaatkan sebagai substrat pada *microbial fuel cell* sebab berfungsi sebagai sumber nutrisi terhadap mikroba, seperti limbah cair tahu dan nasi basi. Kandungan limbah cair pada tahu adalah protein, lemak dan karbohidat (Samsudin *et al.*, 2018), sedangkan nasi basi memiliki kandungan glukosa yang sangat tinggi (Syamsul *et al.*, 2019). Mikroba dapat menghasilkan elektron dikarenakan terjadi metabolisme dalam keadaan anaerob sehingga dapat digunakan sebagai sumber arus listrik. (Sinaga *et al.*, 2014)

Berdasarkan latar belakang, peneliti akan membahas tentang teknologi *Microbial Fuel Cell* menggunakan *Piezoelectric* sebagai penekan oksigen dapat meningkatkan reaksi elektrokimia sehingga menghasilkan listrik lebih besar. Penggunaan Limbah Cair Tahu dan Nasi Basi sebagai substrat makanan mikroba dapat meningkatkan produksi daya listrik dari sistem MFC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat di rumuskan sebuah permasalahan yaitu bagaimana pengaruh *piezoelectric* terhadap *microbial fuel cell* dengan substrat limbah cair tahu dan nasi basi ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah permasalahan agar tidak meluas, maka peneliti melakukan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Tidak membahas proses fermentasi yang terjadi pada limbah cair tahu dan nasi basi sebelum dipakai untuk penelitian.
2. Limbah didiamkan selama 7 hari sebelum digunakan penelitian.
3. Hanya meneliti besar tegangan yang dihasilkan pada reaktor MFC.
4. Tidak meneliti temperatur elektrolit akibat reaksi elektrokimia.
5. Jenis *Piezoelectric* yang digunakan adalah *Humidifier*.
6. Ruang yang digunakan penelitian tertutup oleh sinar matahari.
7. Temperatur yang digunakan saat penelitian yaitu temperatur ruangan.
8. Penelitian dilakukan selama 72 jam (3 hari).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *piezoelectric* terhadap *microbial fuel cell* dengan substrat limbah cair tahu dan nasi basi.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk peneliti yang mendatang khususnya mahasiswa teknik mesin tentang *fuel cell*.
2. Memberi informasi masyarakat bahwa limbah yang terbuang masih bisa dimanfaatkan sebagai *renewable energy*.
3. Menghasilkan energi listrik alternatif yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah cair

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian *Microbial Fuel Cell* tipe H yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

- Penggunaan *Piezoelectric* pada *Microbial Fuel Cell* berpengaruh memberikan tekanan oksigen pada kontainer katoda untuk meningkatkan reaksi elektrokimia. Sehingga listrik yang dihasilkan reaktor MFC menjadi lebih besar, dimana tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 132,52 mV pada jam ke 72, sedangkan nilai parameter lain dipengaruhi dengan besarnya tegangan yang dihasilkan. Dengan menggunakan *piezoelectric* mampu meningkatkan performa reaktor MFC dalam memproduksi listrik lebih besar.
- Pemanfaatan substrat Limbah Cair Tahu dan Nasi Basi dapat meningkatkan produksi listrik karena terdapat kandungan senyawa organik dengan menambahkan bakteri EM-4 sebagai katalisnya. Tegangan yang dihasilkan dengan variasi *piezoelectric* sebesar 132,52 mV pada jam ke 72, sedangkan variasi tanpa *piezoelectric* pada jam ke 48 menghasilkan tegangan sebesar 54,6 mV. Jadi tanpa variasi *piezoelectric* tegangan yang dihasilkan sudah meningkat dengan menggunakan dua limbah tersebut dalam kontainer anoda.

5.2 Saran

Dari penelitian ini saran untuk peneliti MFC kedepannya yaitu :

- Dilakukan penelitian lebih lanjut terkait cara untuk mengembangkan kinerja MFC sebagai energi alternatif sehingga menghasilkan energi yang lebih meningkat.
- Dilakukan penelitian lebih lanjut material elektroda yang digunakan sebagai konduktivitas listrik.
- Dilakukan penelitian lebih lanjut kinerja dalam proses pengembangbiakan bakteri pada kontainer anoda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, C. K. D., Iskandar, R. F., & Kirom, M. R. (2020). Analisis Pengaruh Luas Penampang Elektroda Terdistribusi Terhadap Karakteristik Arus Dan Tegangan Pada Sel Tunam Mikroba. *EProceedings of Engineering*, 7(2).
- Chandrasa, G. T., Zuhail, Z., Dalimi, R., & Hoetman, A. R. (2012). Fuelcell Hidrogen Tipe Pem Sebagai Sumber Energi Mobil Listrik Ultra Ringan. *Jurnal Teknologi Energi*, 1(2).
- Chang, I.-S., Moon, H.-S., Bretschger, O., Jang, J.-K., Park, H.-I., Neelson, K. H., & Kim, B.-H. (2006). Electrochemically active bacteria (EAB) and mediatorless microbial fuel cells. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(2), 163–177.
- Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1).
- Hasan, A. (2011). Aplikasi sistem fuel cell sebagai energi ramah lingkungan di sektor transportasi dan pembangkit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(3).
- Hermayanti, A., & Nugraha, I. (2014). The potency of obtaining electrical energy from tofu industry liquid waste using salt bridge microbial fuel cell method. *Jurnal Sains Dasar*, 3(2).
- Ibrahim, B., Suptijah, P., & Adjani, Z. N. (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.
- Kurniati, E., Haji, A. T. S., & Permatasari, C. A. (2020). Pengaruh Penambahan EM4 Dan Jarak Elektroda Terhadap Listrik Yang Dihasilkan MFC (Air Lindi). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 19–30.
- Logan, B. E. (2008). *Microbial fuel cells*. John Wiley & Sons.
- Ma, H.-K., Huang, S.-H., Wang, J.-S., Hou, C.-G., Yu, C.-C., & Chen, B.-R. (2010). Experimental study of a novel piezoelectric proton exchange membrane fuel cell with nozzle and diffuser. *Journal of Power Sources*, 195(5), 1393–1400.
- Ma, H. K., Huang, S. H., & Kuo, Y. Z. (2008). A novel ribbed cathode polar plate design in piezoelectric proton exchange membrane fuel cells. *Journal of Power Sources*, 185(2), 1154–1161.
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.07.019>

- Marlina, E., Wahyudi, S., & Yuliati, L. (2013). Produksi I Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NaHCO₃. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(1), 53–58.
- Megawati, M. (2014). Pengaruh penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) pada pembuatan biogas dari eceng gondok dan rumen sapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 42–49.
- Mowaviq, M. I., Junaidi, A., & Purwanto, S. (2018). Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 112–118.
- Pamungkas, Y. P., Kirom, M. R., & Salam, R. A. (2020). Sistem Microbial Fuel Cell Semi Kontinyu. *EProceedings of Engineering*, 7(1).
- Prasutiyon, H., & Safrijal, M. (2021). PENGEMBANGAN FUEL CELL SEBAGAI TEKNOLOGI PENGHASIL ENERGI RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Teknologi Maritim*, 4(1).
- Putra, I. D. G. A. T., Sunu, P. W., Sugina, I. M., Temaja, I. W., Sugiarta, N., Arsana, M. E., & Sudirman, S. (2021). Kajian dan penerapan teknologi atomisasi ultrasonik dalam proses pemurnian air laut skala kecil. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 2(1), 31–35.
- Ramadhani, M. I., & Mursadin, A. M. (2020). THE EFFECT OF COPPER ELECTRIC AND ZINC VARIATIONS ON THE PRODUCTIVITY OF MICROBIAL FUEL CELL (MFC) ELECTRICAL WASTE SUBSTRATES IN LIQUID WATER WASTE INSTANT NOODLES. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(1), 23–36.
- Rekotomo, A. (2012). *Pengaruh Variasi Volume Jembatan Garam Terhadap Microbial Fuel Cell Performance Memanfaatkan Limbah Kulit Buah Pisang*. Universitas Brawijaya.
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. F. (2018). Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan efektif mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).
- Selviana, T. E. (2019). *Pengolahan Limbah Nasi Basi menjadi Pupuk Organik Cair Mikroorganisme Lokal (MOL) bagi Tanaman*.
- Sinaga, D. H., Suyati, L., & Aminin, A. L. N. (2014). Studi Pendahuluan Pemanfaatan Whey Tahu sebagai Substrat dan Efek Luas Permukaan

Elektroda dalam Sistem Microbial Fuel Cell. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 22(2), 30–35.

Sri Irianty, R., Kartiwi, F., & Candra, D. (2013). *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Biji Kelor (Moringa Oleifera Lamk)*.

Stauffer, D. B., Hirschenhofer, J. H., Klett, M. G., & Engleman, R. R. (1998). *Fuel cell handbook*. Federal Energy Technology Center (FETC), Morgantown, WV, and Pittsburgh, PA.

Syamsul, N. H., Fathona, I. W., & Kirom, M. R. (2019). Studi Pengaruh Suhu Substrat Terhadap Produksi Daya Listrik Microbial Fuel Cell Dengan Substrat Lumpur Sawah Dan Nasi Basi. *EProceedings of Engineering*, 6(2).

Tjahyono, V., Kirom, M. R., & Qurthobi, A. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan Microbial Fuel Cell (mfc) Dengan Substrat Campuran Lumpur Sawah Dan Air Tebu. *EProceedings of Engineering*, 7(1).

Ulfia, N., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Larutan Garam Dalam Jembatan Garam Terhadap Kinerja Dual Chamber Microbial Fuel Cells (DCMFCs)*. Diponegoro University.

Zahriani, I. N. (2017). Pemanfaatan Limbah Nasi Basi Menjadi Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(01).

Zalukhu, E. S., Kirom, M. R., & Qurthobi, A. (2019). Produksi Energi Listrik Dengan Sistem Microbial Fuel Cell Menggunakan Substrat Limbah Tempe. *EProceedings of Engineering*, 6(1).