

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

Agus Tri Sumartono^{1*)}, Ena Marlina², Margianto³

^{1*)}Universitas Islam Malang

email: agustri1312@gmail.com

²Universitas Islam Malang

email: ena.marlina@unisma.ac.id

³ Universitas Islam Malang

email: margianto@unisma.ac.id

ABSTRAK

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.

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

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi saat ini sebagian besar memanfaatkan energi fosil namun persediaan energi fosil semakin menipis [1], 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 [2]. Salah satu energi alternatif yang menarik adalah *Fuel cell* diharapkan dapat menghasilkan energi listrik tanpa mengeluarkan emisi yang berbahaya dan ramah lingkungan [3]. *Fuel cell* memakai reaksi elektrokimia untuk menghasilkan energi listrik [4]. 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.[5]

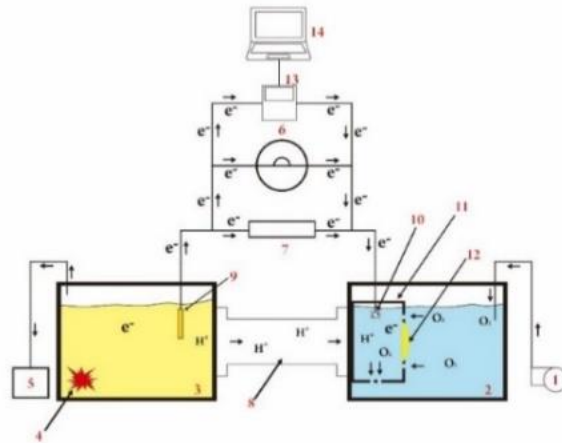
Fuel cell menggunakan teknologi baru dalam memproduksi energi listrik dengan memanfaatkan limbah organik yaitu *Microbial Fuel Cell* [6]. *Microbial Fuel Cell* atau MFC merupakan teknologi konversi energi kimia dari limbah organik menjadi listrik dengan populasi mikroorganisme selaku biokatalisnya [5]. Limbah organik dapat dimanfaatkan sebagai substrat pada *microbial fuel cell* sebab berfungsi sebagai sumber nutrisi terhadap mikroba, seperti limbah cair tahu dan nasi basi [7]. Kandungan limbah cair pada tahu adalah protein, lemak dan karbohidrat [8], sedangkan nasi basi memiliki kandungan glukosa yang sangat tinggi [9]. Mikroba dapat menghasilkan elektron dikarenakan terjadi metabolisme dalam keadaan anaerob sehingga dapat digunakan sebagai sumber arus listrik [10]. *Piezoelectric* merupakan transduser yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau sebaliknya. *Piezoelectric* dapat difungsikan untuk mengubah frekuensi gelombang ultrasonik menjadi getaran sesuai dengan frekuensi gelombang listrik yang dihasilkan melalui generator ultrasonik [11].

Penelitian ini mengembangkan *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.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 14 – 20 April 2022, tempat yang digunakan penelitian adalah Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Jenis penelitian yang digunakan adalah Metode Eksperimental. Penelitian ini dilakukan untuk menguji coba suatu pengamatan dan tindakan untuk mendapatkan kejadian yang berhubungan. Dalam penelitian ini akan menguji pengaruh *Piezoelectric* terhadap *Microbial Fuel Cell* dengan Substrat Limbah Cair Tahu dan Nasi Basi.

Pengambilan data dilakukan selama 72 jam setiap variasi, variasi penelitian ini dengan menggunakan *piezoelectric* dan tanpa *piezoelectric*. Pengambilan data dimulai dengan memasukkan batang elektroda anoda dan katoda pada bak penampung. Selanjutnya tegangan yang dihasilkan bisa dilihat melalui multimeter digital dan tercatat melalui laptop. Setelah pengambilan data tegangan yang dihasilkan, parameter lain yang dihitung adalah Arus (mA), Efisiensi Sel (%), dan Daya Sel (mW). Instalasi Alat yang digunakan Penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Skema Instalasi *Microbial Fuel Cell*

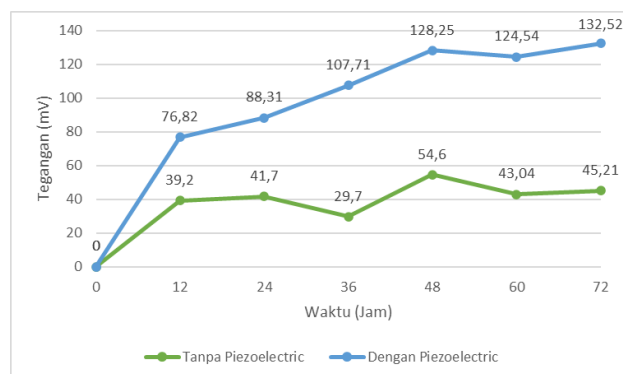
Keterangan Gambar :

1. Aerasi udara
2. Kotak plastik (katoda kontainer) berisi larutan penyangga K_2HPO_4 pH 7 (netral).
3. Kotak plastik (anoda kontainer) berisi limbah cair tahu dan nasi basi yang didiamkan selama 7 hari sebelum digunakan.
4. 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 *carbon* berbentuk silinder pejal.
10. Elektroda pada katoda menggunakan sabut *staniless steel*.
11. Tabung penekan oksigen.
12. *Piezoelectric*
13. *Multimeter digital* tipe UNI T 61E
14. Laptop Lenovo V145-14AST

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian MFC selama 72 jam mendapatkan hasil sebagai berikut :

1. Tegangan Sel



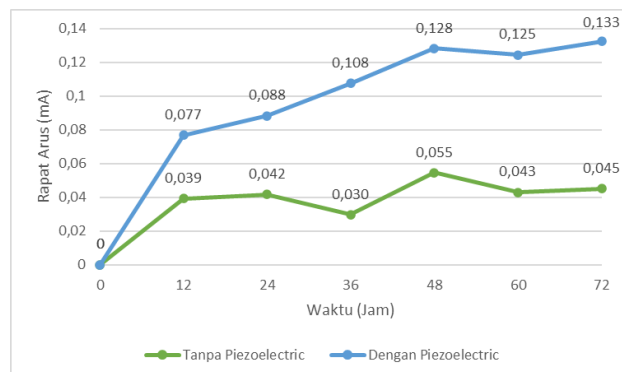
Gambar 2. Grafik Pengaruh *Piezoelectric* terhadap tegangan sel

Berdasarkan gambar tegangan yang dihasilkan MFC sebuah sel elektrokimia, untuk hasil tegangan dapat diambil pengoprasiannya per 12 jam. Tegangan yang dihasilkan menggunakan *piezoelectric* nilai tertinggi ditunjukkan pada jam ke 72 dengan nilai 132,52 mV dan nilai terendah pada jam ke 12 sebesar 76,82 mV sedangkan tegangan yang dihasilkan tanpa menggunakan

piezoelectric pada jam ke 48 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 54,6 mV dan nilai terendah sebesar 29,7 mV pada jam ke 36.

Grafik diatas menunjukkan *piezoelectric* sebagai penekan oksigen berpengaruh terhadap tegangan sel yang dihasilkan. Dengan *piezoelectric* tegangan yang dihasilkan lebih meningkat dibanding tanpa *piezoelectric*. Hal ini dikarenakan pada tabung penekan, frekuensi getaran pada *piezoelectric* dapat menekan oksigen pada ruang katoda sehingga meningkatkan reaksi elektrokimia yang berpengaruh baik pada kinerja MFC untuk menghasilkan tegangan. Substrat limbah cair tahu dan nasi basi dapat dimanfaatkan sebagai makanan mikroba karena terdapat kandungan senyawa organik yang dapat meningkatkan aktivitas katalis sehingga berpengaruh meningkatkan reaksi elektrokimia baik variasi dengan *piezoelectric* maupun variasi tanpa *piezoelectric*.

2. Rapat Arus

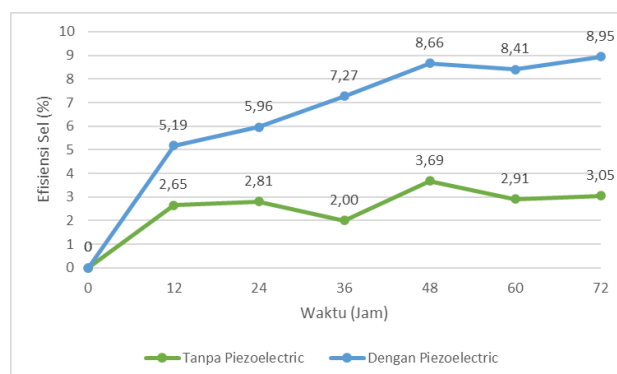


Gambar 3. Grafik Pengaruh *Piezoelectric* terhadap Arus

Hubungan *piezoelectric* berpengaruh terhadap rapat arus dapat dilihat pada gambar diatas. Hambatan luar yang digunakan sebesar 1000 Ohm. Semakin besar nilai tegangan maka semakin besar juga rapat arus yang dihasilkan. Rapat arus yang dihasilkan nilai tertinggi di tunjukkan pada jam ke 72 sebesar 0,133 mA dan nilai terendah pada jam ke 12 sebesar 0,077 mA dengan *piezoelectric* sedangkan tanpa *piezoelectric* nilai tertinggi pada jam ke 48 sebesar 0,055 mA dan nilai terendah pada jam ke 36 sebesar 0,030 mA.

Grafik diatas menunjukkan *piezoelectric* berpengaruh terhadap rapat arus yang dihasilkan. Dengan *piezoelectric* rapat arus yang dihasilkan nilainya lebih tinggi, sedangkan tanpa menggunakan *piezoelectric* nilai yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini dikarenakan tegangan yang dihasilkan lebih meningkat jika dipengaruhi dengan *piezoelectric*, sehingga berpengaruh pada rapat arus yang didapat antara perbandingan hasil tegangan dengan hambatan luar sebesar 1000 Ohm.

3. Efisiensi Sel



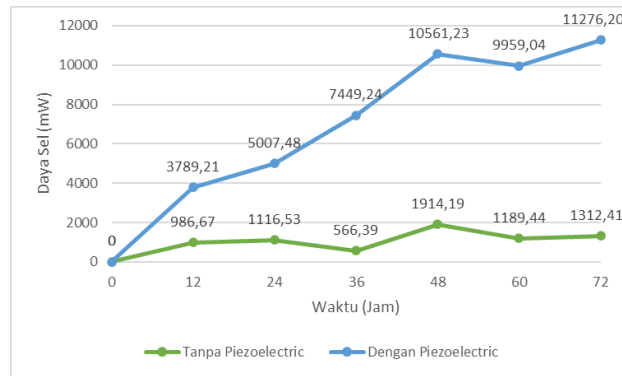
Gambar 4. Grafik Pengaruh *Piezoelectric* terhadap Efisiensi Sel

Hubungan *piezoelectric* terhadap efisiensi sel dilihat pada grafik diatas, dengan *piezoelectric* nilai tertinggi sebesar 8,95% pada jam ke 72 dan nilai terendah sebesar 5,19% pada

jam ke 12 sedangkan tanpa *piezoelectric* nilai tertinggi pada jam ke 48 sebesar 3,69% dan nilai terendah pada jam ke 36 sebesar 2,00%.

Peningkatan efisiensi sel berpengaruh dengan menggunakan *piezoelectric* maupun tidak menggunakan *piezoelectric*. Hal ini dikarenakan tegangan sel yang dihasilkan reaktor MFC dipengaruhi langsung dengan tegangan sel ideal, jadi semakin besar tegangan sel maka semakin besar nilai efisiensi sel yang dihasilkan.

4. Daya Sel



Gambar 5. Grafik Pengaruh *Piezoelectric* terhadap Daya Sel

Gambar diatas menunjukkan grafik hubungan *Piezoelectric* mempengaruhi Daya Sel. Dengan *piezoelectric* daya sel tertinggi yang dihasilkan pada jam ke 72 sebesar 11276,20 mW dan nilai terendah pada jam ke 12 sebesar 3789,21 mW sedangkan tanpa *piezoelectric* nilai tertinggi yang dihasilkan daya sel sebesar 1312,41 mW pada jam ke 48 mW dan daya terendah sebesar 566,39 mW pada jam ke 36.

Daya sel yang dihasilkan lebih besar dengan *piezoelectric* sedangkan tanpa *piezoelectric* daya yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini dikarenakan daya sel dipengaruhi besarnya hasil tegangan dengan luas permukaan elektroda anoda dan hambatan luar. Dengan memanfaatkan dua substrat limbah cair tahu dan nasi basi dapat meningkatkan konduktivitas pada elektroda anoda dan semakin kecil luas permukaan anoda yang digunakan dapat menghasilkan daya sel yang lebih besar.

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.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] V. Tjahyono, M. R. Kirom, and A. Qurthobi, "Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan Microbial Fuel Cell (mfc) Dengan Substrat Campuran Lumpur Sawah Dan Air Tebu," *eProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [2] E. Marlina, S. Wahyudi, and L. Yuliati, "ProduksiI Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NaHCO₃," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 53–58, 2013.
- [3] G. T. Chandrasa, Z. Zuhal, R. Dalimi, and A. R. Hoetman, "Fuelcell Hidrogen Tipe Pem Sebagai Sumber Energi Mobil Listrik Ultra Ringan," *J. Teknol. Energi*, vol. 1, no. 2, 2012.

- [4] H. Prasutiyon and M. Safrijal, “PENGEMBANGAN FUEL CELL SEBAGAI TEKNOLOGI PENGHASIL ENERGI RAMAH LINGKUNGAN,” *J. Teknol. Marit.*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [5] A. Rekotomo, “Pengaruh Variasi Volume Jembatan Garam Terhadap Microbial Fuel Cell Performance Memanfaatkan Limbah Kulit Buah Pisang.” Universitas Brawijaya, 2012.
- [6] E. S. Zalukhu, M. R. Kirom, and A. Qurthobi, “Produksi Energi Listrik Dengan Sistem Microbial Fuel Cell Menggunakan Substrat Limbah Tempe,” *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [7] Y. P. Pamungkas, M. R. Kirom, and R. A. Salam, “Sistem Microbial Fuel Cell Semi Kontinyu,” *eProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [8] W. Samsudin, M. Selomo, and M. F. Natsir, “Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan efektif mikroorganisme-4 (EM-4),” *J. Nas. Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [9] N. H. Syamsul, I. W. Fathona, and M. R. Kirom, “Studi Pengaruh Suhu Substrat Terhadap Produksi Daya Listrik Microbial Fuel Cell Dengan Substrat Lumpur Sawah Dan Nasi Basi,” *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [10] D. H. Sinaga, L. Suyati, and A. L. N. Aminin, “Studi Pendahuluan Pemanfaatan Whey Tahu sebagai Substrat dan Efek Luas Permukaan Elektroda dalam Sistem Microbial Fuel Cell,” *J. Sains dan Mat.*, vol. 22, no. 2, pp. 30–35, 2014.
- [11] 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.