

PENGARUH PIEZOELEKTRIK PADA MICROBIAL FUEL CELL SEBAGAI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN LIMBAH TAHU CAIR

Mohammad Sirojul Umam^{1*)}, Ena Marlina², Margianto³

^{1*)}Universitas Islam Malang
email: rojulumam22@gmail.com

²Universitas Islam Malang
email: ena.marlina@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang
email: margianto@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti energi fosil yaitu teknologi Microbial Fuel Cell dengan memanfaatkan aktivitas catalic dari Microorganisme. Penambahan piezoelektrik pada Microbial Fuel Cell akan meningkatkan kinerja sehingga produk listrik yang dihasilkan menjadi lebih besar. Penelitian ini membahas pengaruh penambahan piezoelektrik pada reaktor Microbial Fuel Cell menggunakan metode eksperimental dengan variasi menggunakan piezoelektrik dan tanpa penggunaan piezoelektrik selama 72 jam setiap variasi. Substrat yang digunakan sebagai makanan mikroorganisme berupa limbah tahu cair yang telah didiamkan selama 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan piezoelektrik 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 8933,88 mW/m² pada jam yang sama.

Kata Kunci: Energi; Microbial Fuel Cell; Piezoelektrik; Limbah Tahu

ABSTRACT

The technology developed as an alternative to fossil energy is Microbial Fuel Cell technology by utilizing the catalic activity of Microorganisms. The addition of piezoelectric to the Microbial Fuel Cell will improve performance so that the resulting electrical product becomes larger. This study discusses the effect of adding piezoelectric to the Microbial Fuel Cell reactor using experimental methods with variations using piezoelectric and without using piezoelectric for 72 hours for each variation. The substrate used as food for microorganisms is liquid tofu waste that has been left for 12 days. The results showed that the addition of piezoelectric produces 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 8933.88 mW/m² at the same hour.

Keyword : Energy; Microbial Fuel Cell; Piezoelectric; Tofu waste

PENDAHULUAN

Dunia saat ini mengalami masalah krisis energi yang semakin kritis seiring dengan berkembangnya zaman, dimana kebutuhan akan energi semakin meningkat sedangkan ketersediaannya terbatas [1]. Kebutuhan energi saat ini sebagian besar bergantung pada energi

fosil atau minyak bumi. Sedangkan energi tersebut memiliki dampak yang berbahaya terhadap lingkungan karena menghasilkan senyawa yang berbahaya dan beberapa kandungan logam [2]. Kebutuhan untuk menjalankan aktivitas sehari-hari serta terus berkembangnya kualitas hidup manusia menjadikan energi menjadi kebutuhan pokok terutama energi dalam bentuk listrik [3]. Sehingga perkembangan energi merupakan sebuah tuntutan yang secara terus menerus dilakukan.

Fuel Cell merupakan salah satu teknologi yang berhasil dikembangkan saat ini sebagai alternatif pengganti energi fosil atau minyak bumi. Dimana pada *Fuel Cell* terjadi reaksi elektrokimia antara hidrogen dengan oksigen sehingga nantinya akan menghasilkan listrik dengan produk samping yang tidak akan membahayakan lingkungan berupa air dan panas [4]. Reaksi elektrokimia tersebut dapat terjadi karena terdapat penghantar listrik berupa elektroda positif dan elektroda negatif serta larutan elektrolit [5]. Pengembangan dari teknologi *Fuel Cell* yaitu dengan menggunakan mikroba sebagai penghasil listrik melalui proses bioelektrokimia. Teknologi ini biasa disebut dengan *Microbial Fuel Cell* yang memanfaatkan aktivitas *catalic* mikroba dengan diberi senyawa organik sebagai makanan. Pada reaktor *Microbial Fuel Cell* terdapat dua *Chamber*, yaitu anoda dan katoda [6]. Elektron yang dihasilkan oleh mikroba pada anoda akan mengalir melalui elektroda menuju katoda sehingga listrik dapat ditimbulkan [7]. Senyawa organik yang digunakan sebagai makanan mikroba dapat berasal dari limbah yang tidak digunakan sehingga nanti akan mengurangi resiko pencemaran terhadap lingkungan.

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah kebanyakan berasal dari proses industri skala kecil maupun skala besar. Salah satu limbah yang banyak ditemukan yaitu limbah hasil pengolahan tahu. Limbah cair tahu dihasilkan dari sisa proses pencucian kedelai dan pembungan penggumpalan tahu [8]. Limbah tahu cair mengandung banyak zat organik dan anorganik [9] sehingga bisa dimanfaatkan untuk menjadi substrat mikroba pada kontainer *Microbial Fuel Cell*.

Piezoelektrik merupakan komponen elektronik yang memiliki prinsip kerja mengubah gelombang ultrasonik menjadi energi mekanik berupa getaran [10]. Penerapan piezoelektrik pada *Microbial Fuel Cell* akan menekan udara yang berupa oksigen didalam ruang yang lebih kecil di dalam kontainer katoda. Udara yang telah ditekan akan menjadi padat sehingga proses elektrokimia akan terjadi lebih cepat dan produksi listrik yang dihasilkan akan lebih besar.

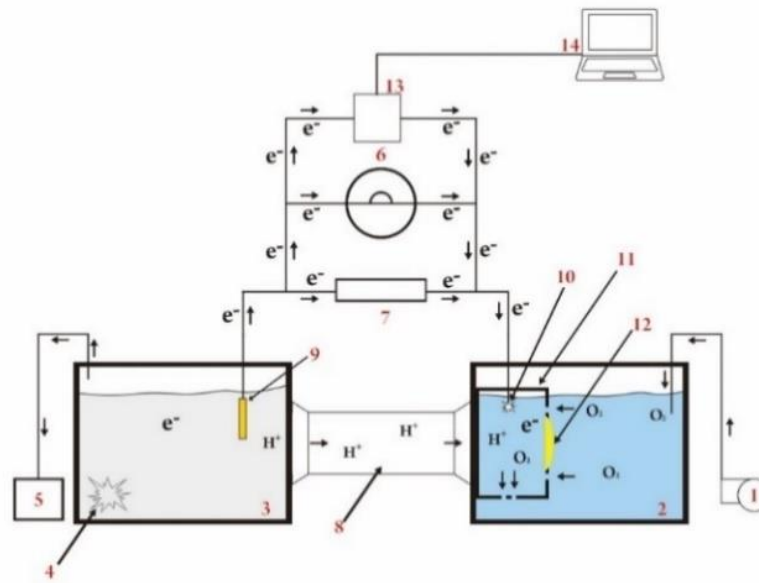
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan piezoelektrik yang akan memberi tekanan pada udara dalam kontainer katoda. Desain ini diharap mampu untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik sehingga produk yang dihasilkan lebih maksimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Islam Malang mulai tanggal 20 sampai 26 April 2022 dengan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan mengamati kinerja reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan dua perlakuan yaitu dengan piezoelektrik dan tanpa piezoelektrik.

Penelitian ini menggunakan alat berupa Reaktor *Microbial Fuel Cell*, Pompa aerasi udara, Piezoelektrik tipe *Humidifier*, Multimeter digital, Laptop, Batang carbon (elektroda anoda), Sabut *stainless steel* (elektroda katoda), Hambatan luar (*Resistor*), Lampu indikator, Selang kapiler, Timah dan solder, *Glun gun* & lem bakar, *Seal tape*, Isolatif, Gelas ukur dan tabung ukur, Pipet, Plastisin, Timbangan digital, Indikator keasaman dan Kabel penghubung. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi Limbah tahu cair yang telah didiamkan selama 12 hari, Larutan penyangga K_2HPO_4 , Jembatan garam dan Cairan *EM4*.

Instalasi yang akan digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Keterangan gambar:

1. Pompa aerasi
2. Kontainer katoda yang berisi Larutan penyangga K_2HPO_4
3. Kontainer Anoda yang berisi substrat limbah tahu cair
4. Mikroorganisme (*EM4*)
5. Tabung air pelepas biogas
6. Lampu indikator
7. Resistor 1000 Ohm
8. Jembatan Garam (PEM)
9. Elektroda anoda (Batang carbon)
10. Elektroda katoda (Srabut *stainless steel*)
11. Tabung penekan oksigen
12. Piezoelektrik
13. Multimeter
14. Laptop

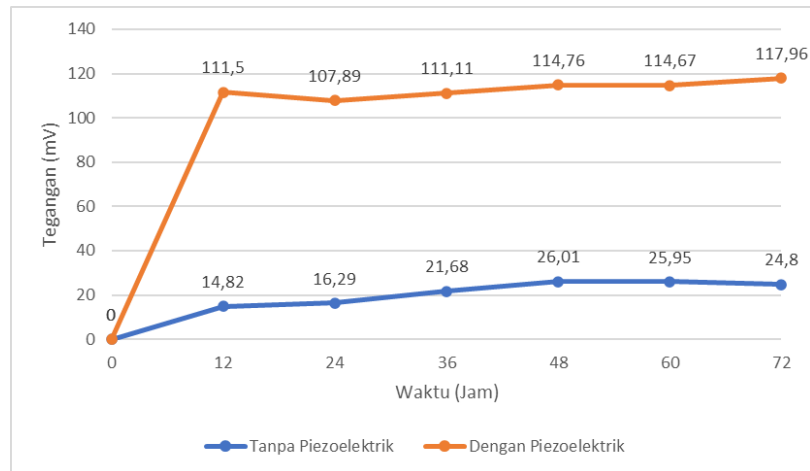
PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data dilakukan selama 72 jam setiap variasi setelah instalasi penelitian telah selesai dipasang dan dimulai dari mencelupkan batang carbon pada kontainer anoda kemudian dimulai pencatatan tegangan yang dihasilkan. Nilai tegangan yang keluar akan dicatat oleh aplikasi pada laptop dan akan diolah menggunakan Microsoft Excel. Parameter lain yang dihitung sebagai tolak ukur kinerja reaktor *Microbial Fuel Cell* yaitu Rapat arus (mA), Efisiensi sel (%) dan Daya sel (mW/m²).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tegangan

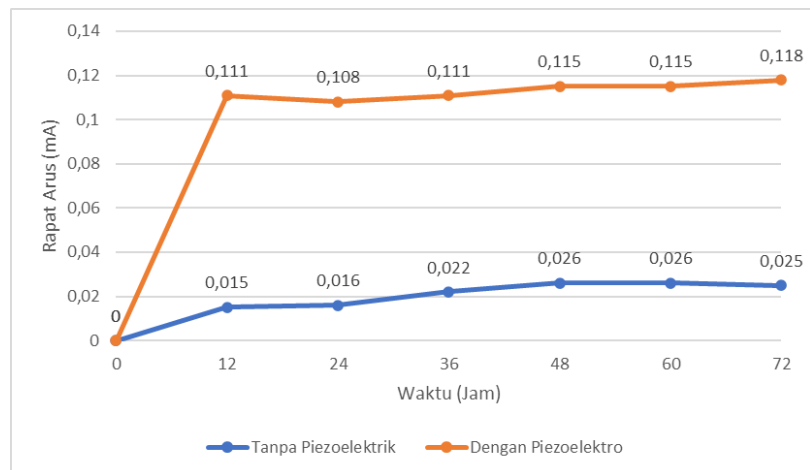
Pengujian reaktor *Microbial Fuel Cell* selama 72 jam menunjukkan hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan tegangan terhadap waktu

Dari hasil pengujian didapat nilai tegangan tertinggi reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan piezoelektrik pada jam ke-72 sebesar 117,96 mV sedangkan nilai tegangan tertinggi reaktor *Microbial Fuel Cell* tanpa menggunakan piezoelektrik pada jam ke-48 sebesar 26,01 mV. Hal ini bisa terjadi dikarenakan piezoelektrik menarik masuk dan menekan oksigen didalam tabung penekan sehingga reaksi elektrokimia terjadi didalam ruang yang lebih sempit untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dimana kinerja akan menjadi lebih baik ketika reaksi elektrokimia terjadi didalam saluran sempit dan rusuk dengan jarak yang lebar.

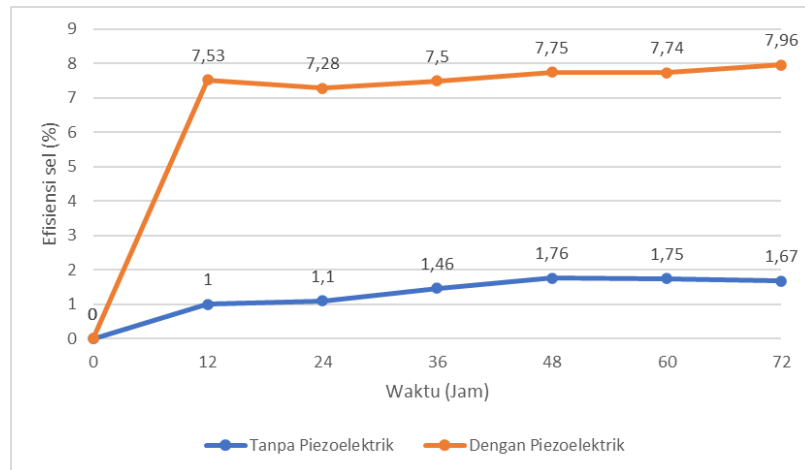
2. Rapat arus



Gambar 3. Grafik hubungan rapat arus terhadap waktu

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, Penambahan Piezoelektrik juga memiliki pengaruh terhadap nilai rapat arus. Dimana nilai rapat arus tertinggi dihasilkan oleh reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan piezoelektrik pada jam ke-72 sebesar 0,118 mA. Sedangkan tanpa penggunaan piezoelektrik menghasilkan nilai rapat arus tertinggi pada jam ke-48 dan 60 sebesar 0,026 mA. Hal ini disebabkan karena penggunaan piezoelektrik akan meningkatkan besarnya tegangan sel yang dihasilkan, sedangkan rapat arus sendiri dapat diperoleh dengan menkorversi nilai tegangan sel dibandingkan dengan nilai hambatan luar.

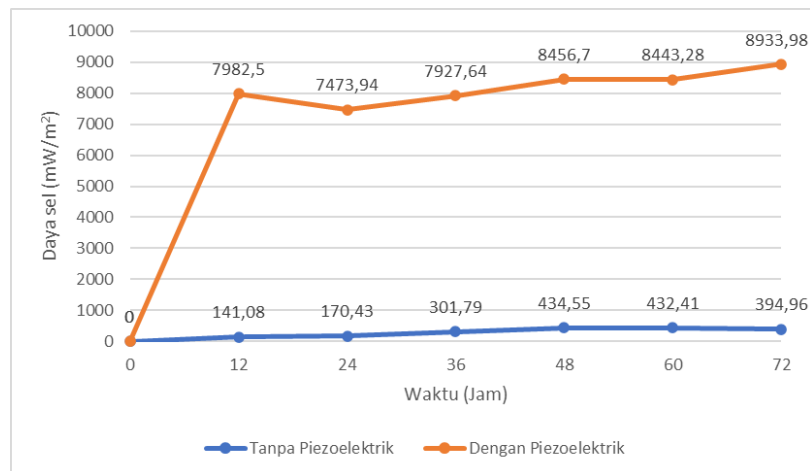
3. Efisiensi sel



Gambar 4. Grafik hubungan efisiensi sel terhadap waktu

Hasil penelitian menunjukkan reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan penambahan piezoelektrik memiliki nilai efisiensi sel yang lebih tinggi. Efisiensi sel reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan piezoelektrik menunjukkan nilai tertinggi 7,96 % pada jam ke-72 sedangkan nilai tertinggi tanpa penggunaan piezoelektrik sebesar 1,76% pada jam ke-48. Hal ini disebabkan karena getaran yang disebabkan oleh piezoelektrik membuat oksigen memiliki konsentrasi yang lebih tinggi sehingga akan meningkatkan efisiensi sel.

4. Daya sel



Gambar 5. Grafik hubungan daya sel terhadap waktu

Reaktor *Microbial Fuel Cell* dengan menggunakan piezoelektrik memiliki daya sel yang lebih besar dari pada reaktor tanpa piezoelektrik, dimana daya tertinggi yang dihasilkan reaktor *Microbial Fuel Cell* sebesar 8933,88 mW/m² pada jam ke-72. Nilai tersebut berbanding jauh dengan daya yang dihasilkan oleh reaktor *Microbial Fuel Cell* tanpa menggunakan piezoelektrik dengan nilai daya tertinggi 434,55 mW/m² pada jam ke-48. Hal ini disebabkan karena tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan piezoelektrik lebih besar. Sedangkan nilai daya sel dipengaruhi oleh besarnya tegangan dan luas penampang elektroda pada anoda. Dimana daya sel dapat diperoleh dengan perbandingan tegangan sel yang dibangkitkan dengan luas permukaan anoda dan nilai hambatan luar.

KESIMPULAN

Piezoelektrik meningkatkan kinerja dari reaktor *Microbial Fuel Cell*. hal itu dikarenakan reaksi elektrokimia yang terjadi menjadi lebih cepat sehingga produk listrik yang dihasilkan menjadi lebih besar. dimana tegangan maksimum yang dihasilkan oleh reaktor sebesar 117,96 mV pada jam ke-72. Sedangkan parameter lain nilainya dipengaruhi oleh besar tegangan, sehingga dengan menggunakan piezoelektrik dapat meningkatkan kinerja dari reaktor *Microbial Fuel Cell* dan produk yang dihasilkan lebih besar.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] L. A. Obasi, C. C. Opara, and A. Oji, "Performance of cassava starch as a proton exchange membrane in a dual chambered microbial fuel cell," *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 227–237, 2012.
- [2] E. Marlina, "Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas," *INFO-TEKNIK*, vol. 17, no. 2, pp. 187–196, 2016.
- [3] K. Ester, "Produksi Energi Listrik Melalui Microbial Fuel Cell Menggunakan Limbah Industri Tempe." Universitas Indonesia, p. 50, 2012.
- [4] I. A. Safitri, B. Rudyanto, A. Nursalim, and B. Hariono, "Uji Kinerja Smart Gried Fuel Cell Tipe Proton Exchange Membran (PEM) Dengan Penmbahan Hidrogen," *J. Ilm. Inov.*, vol. 16, no. 1, 2016.
- [5] M. R. Harahap, "Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [6] R. R. Yogaswara, A. S. Farha, K. Khairunnisa, M. D. Pusfitasari, and A. Gunawan, "Studi penambahan mikroorganisme pada substrat limbah pome terhadap kinerja microbial fuel cell," *J. Tek. Kim.*, vol. 12, no. 1, pp. 14–18, 2017.
- [7] H. Ashoka, R. Shalini, and P. Bhat, "Comparative studies on electrodes for the construction of microbial fuel cell," *Int. J. Adv. Biotechnol. Res.*, vol. 3, no. 4, pp. 785–789, 2012.
- [8] I. Sulistiyawati, N. L. Rahayu, and F. S. Purwitaningrum, "Produksi Biolistrik Menggunakan Microbial Fuel Cell (MFC) *Lactobacillus bulgaricus* dengan Substrat Limbah Tempe dan Tahu," *Maj. Ilm. Biol. Biosf. A Sci. J.*, vol. 37, no. 2, pp. 112–117, 2020.
- [9] J.-Y. Chua and S.-Q. Liu, "Soy whey: More than just wastewater from tofu and soy protein isolate industry," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 91, pp. 24–32, 2019.
- [10] 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.