

Analisis Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan Biobaterai Sari Buah Markisa (*Passiflora Edulis*)

Lela Feranita Pinem^{1*}, Mashura², Abdul Halim Daulay³

^{1,2,3} Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

ABSTRAK

Baterai merupakan sumber energi yang sudah tidak asing lagi dalam kehidupan manusia. Beberapa baterai komersil yang dipakai pada saat ini diproduksi dengan bahan-bahan berbahaya seperti merkuri, timbal, dan nikel. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah baterai tersebut adalah dengan mendaur ulang produksi baterai menggunakan bahan alami seperti yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pemanfaatan sari buah markisa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi waktu fermentasi dan variasi volume, kemampuan larutan sari buah markisa (*Passiflora edulis*) dalam menyalakan lampu LED Putih 3,3 V selama 2 jam, nilai tegangan, arus, dan daya listrik pada larutan sari buah markisa (*Passiflora edulis*). Variasi waktu fermentasi yang digunakan adalah 24, 48, dan 72, 120, dan 168 jam dengan masing-masing volume 300, 400, dan 500 ml. Elektroda yang digunakan adalah Cu dan Zn. Cu sebagai katoda dan Zn sebagai anoda. Pengukuran kadar keasaman larutan sari markisa menggunakan pH meter digital. Nilai tegangan, arus, dan daya listrik pada larutan sari buah markisa segar 2,57 – 2,69 V; 0,58–2,11 mA; 1,490–5,676 mW. Sedangkan pada larutan sari buah markisa fermentasi sebesar 2,57–5,89 V; 0,60–2,35 mA; 1,542– 13,841 mW. Terdapat pengaruh variasi waktu fermentasi dan variasi volume terhadap kelistrikan biobaterai berbahan dasar sari buah markisa. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak volume maka akan dihasilkan kelistrikan yang lebih tinggi. Biobaterai dengan berbahan dasar larutan sari buah markisa (*Passiflora edulis*) mampu untuk menyalakan lampu LED putih 3,3 V selama 2 jam.

ABSTRACT

The battery is an energy source that is already very familiar in human life. Some commercial batteries currently in use are produced with hazardous materials such as mercury, lead, and nickel. One effort that can be made to reduce such battery waste is by recycling battery production using natural materials, as conducted in this research, namely the utilization of passion fruit juice. This research aims to determine the effect of variations in fermentation time and volume on the ability of passion fruit juice solution (*Passiflora edulis*) to power a 3.3V white LED for 2 hours, as well as the values of voltage, current, and electrical power produced by the passion fruit juice solution (*Passiflora edulis*). The fermentation time variations used were 24, 48, 72, 120, and 168 hours, each with volumes of 300, 400, and 500 ml. The electrodes used were Cu and Zn, with Cu as the cathode and Zn as the anode. The acidity level of the passion fruit juice solution was measured using a digital pH meter. The voltage, current, and electrical power values for fresh passion fruit juice solution were 2.57–2.69 V; 0.58–2.11 mA; and 1.490–5.676 mW. Meanwhile, for fermented passion fruit juice solution, the values were 2.57–5.89 V; 0.60–2.35 mA; and 1.542–13.841 mW. There is an influence of fermentation time and volume variations on the electrical output of the passion fruit juice-based bio-battery. The longer the fermentation time and the greater the volume, the higher the electrical output produced. The bio-battery based on passion fruit juice solution (*Passiflora edulis*) is capable of powering a 3.3V white LED for 2 hours.

Kata Kunci: arus, biobaterai, buah markisa, tegangan

Email: * ferapinem@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v10i1.22963>

Diterima 30 Desember 2024; Direvisi 25 Mei 2025; Disetujui 15 Juni 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik di Indonesia saat ini jauh melebihi pasokan yang ada, sehingga menyebabkan krisis energi listrik yang tidak dapat dihindari. Hal ini dapat dilihat dari seringnya pemadaman listrik bergilir di beberapa wilayah Sumatera, sistem ketenagalistrikan konvensional saat ini tidak mampu memenuhi permintaan listrik yang

terus meningkat. Baterai sering digunakan dalam peralatan elektronik sehari-hari, tetapi baterai konvensional mengandung logam berat berbahaya seperti merkuri, timbal, kadmium, dan nikel[1]. Baterai bekas dapat mencemari lingkungan jika tidak dibuang dengan benar, sehingga diperlukan inovasi untuk mengatasi masalah ini dengan menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan. Energi alternatif merupakan energi ramah lingkungan yang dapat diperbaharui melalui pemanfaatan limbah organik seperti sayur-sayuran dan buah-buahan. Salah satu pemanfaatan limbah organik yang dapat dilakukan untuk memenuhi sumber energi adalah buah markisa [2].

Sumber energi seperti Listrik merupakan fenomena fisika yang berhubungan dengan aliran muatan elektron. Fenomena kelistrikan disekitar kita antar lain : petir, listrik statis, induksi elektromagnetik dan arus listrik. Kelistrikan dapat dihasilkan dari buah-buahan khususnya buah yang mengandung banyak asam sitrat. Buah akan mengalami kenaikan nilai keasaman ketika buah semakin matang atau membusuk, karena proses fermentasi menghasilkan asam yang lebih sehingga meningkatkan kekuatan elektrolit dalam buah[3]. Buah-buahan mengandung ion elektrolit seperti kalium, natrium dan elektrolit lainnya, dan pada buah yang memiliki sifat asam atau pH rendah, karena terdapat kandungan asam askorbat dan asam sitrat dapat menjadi elektrolit. Sifat asam pada buah memiliki tingkat yang berbeda-beda yang mana dapat mempengaruhi nilai tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan[4]

Tanaman markisa (*passiflora edulis*) sudah dibudidayakan sejak lama dan sudah populer baik di dalam maupun di luar negeri. Buahnya mengandung berbagai zat yang berguna, seperti karbohidrat, protein, lemak dan berbagai vitamin serta mineral. Markisa asam (*passiflora edulis*) sudah disebarakan secara merata di Indonesia, khususnya di Berastagi, Sumatera Utara, yang merupakan salah satu daerah penghasil markisa. Agribisnis komoditi ini sudah lama ditunjang oleh industri sari buah dan jus markisa yang pengolahannya menghasilkan limbah, yaitu berupa kulit buah markisa yang jumlahnya mencapai 50,38% dari total buah segar markisa. Secara nasional, sentra produksi markisa terletak di Sumatera Utara dan Sulawesi Selatan. Di Sumatera Utara sendiri, industri pengolahan hortikultura menjadi pangan cukup berkembang. PT Gunung Sibayak Intisari mampu memproduksi 10–15 ton per hari dengan limbah berupa biji dan kulit buah sebanyak 2–3 ton per hari. Dilihat dari produksi maupun kandungan zat-zat makanan yang terdapat didalamnya, tentunya limbah ini mempunyai potensi yang cukup besar untuk diolah. Dari aspek nutrisi, kulit buah markisa mengandung bahan organik 76%, energi tercerna 2809 kkal/kg, protein kasar 18,1%[5]. pemanfaatan sari buah markisa dapat di aplikasikan pada pembuatan biobaterai.

Baterai adalah sel kering yang merupakan anoda selnya terbuat dari sebuah kaleng atau wadah seng yang bersentuhan dengan mangan dioksida (MnO_2) dan sebuah elektrolit[6]. Jenis baterai yang digunakan pada peralatan elektronik ini merupakan jenis baterai kering yang sekali pakai, sehingga apabila telah mencukupi masa pemakaian akan dibuang begitu saja oleh masyarakat[7]. Buah-buahan dan sayuran yang mengandung asam mineral yang berupa asam klorida, asam sitrat, merupakan elektrolit kuat yang terurai sempurna menjadi ion dalam larutan air. Buah-buahan dan sayuran selain memiliki asam, juga banyak mengandung air, sehingga apabila ada dua logam yang berbeda dicelupkan, pada larutan buah-buahan dan sayuran tersebut akan timbul beda potensial antara logam dan air sehingga terjadilah potensial elektrode yang dapat menghasilkan arus listrik juga. Dari konsep dasar ini, maka buah-buahan dan sayuran dapat digunakan sebagai bahan elektrolit pengganti baterai sebagai biobaterai [8]

Bio-baterai merupakan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh baterai konvensional yang menggunakan material berbahaya bagi lingkungan. Dengan mengadopsi pendekatan yang memanfaatkan mikroorganisme atau enzim biologis sebagai katalisator, bio-baterai mampu menghasilkan energi listrik tanpa mengandalkan bahan kimia beracun atau logam berat yang seringkali terdapat dalam baterai konvensional. Pendekatan ini tidak hanya memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga membuka pintu bagi kemajuan teknologi yang lebih berkelanjutan dalam sektor penyimpanan energi[9].

Pada penelitian Fitriya (2023) pembuatan biobaterai menggunakan Uji Karakteristik Elektrolit Ampas Kulit Nanas dengan Penambahan $MgCl_2$, NaCl, dan KCl didapatkan hasil nilai tegangan listrik pada nanas murni sebesar 2,517 volt, kuat arus 0,5 mA dan nyala lampu LED 80 menit. Hasil pengujian terbaik dari variasi jenis elektrolit ampas kulit nanas yang digunakan menghasilkan peningkatan tegangan sebesar 58,84%, kuat arus sebesar 58,96% dan nyala lampu LED selama mendekati 16 jam adalah menggunakan variasi ampas kulit nanas yang ditambah KCl[10]

Penelitian Setiawan (2023) menggunakan limbah buah-buahan sebagai media pada pembuatan biobaterai dengan logam tembaga dan seng sebagai sel volta didapatkan hasil limbah buah-buahan yang tertinggi ditunjukkan pada sampel limbah buah tomat dengan hasil (0,99 V ; 1,41 mA) sedangkan hasil nilai terendah ditunjukkan pada sampel limbah buah pisang dengan hasil (0,96 V ; 0,43 mA)[11].

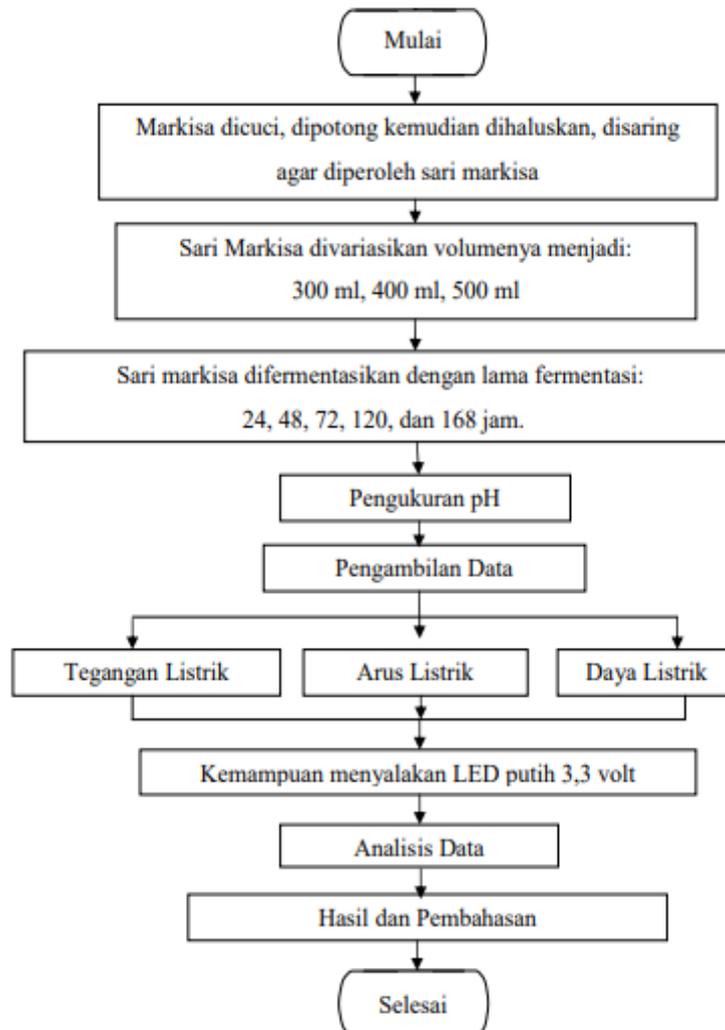
Meskipun penelitian sebelumnya telah menggunakan bahan alami, belum ada prototipe baterai yang dapat diterapkan secara praktis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bio-baterai berbasis buah, khususnya sari buah markisa, serta menghasilkan prototipe bio-baterai. Penelitian ini menggunakan variasi waktu dan volume sebagai elektrolit dan Lembaran CU dan Zn sebagai elektroda. Penggunaan bahan ekonomis dan ramah lingkungan diharapkan menghasilkan bio-baterai yang terjangkau, berkelanjutan, dan tidak mencemari lingkungan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen dengan memvariasikan waktu fermentasi dan volume sari buah markisa. Waktu fermentasi yang digunakan adalah 24, 48, 72, 120, dan 168 jam dengan volume 300, 400, dan 500 ml. Elektroda yang digunakan adalah Cu dan Zn. Peningkatan waktu dan volume fermentasi dapat memberikan efek yang signifikan pada tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa

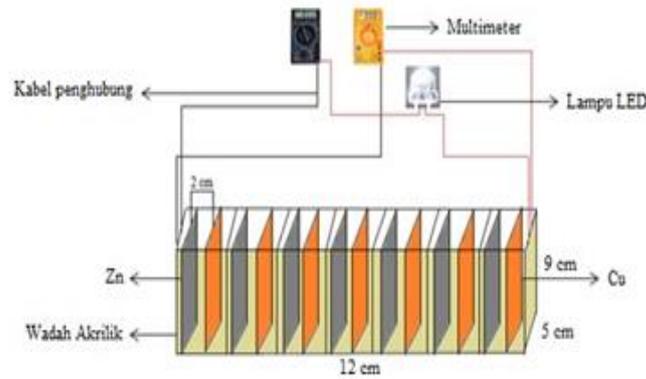
semakin lama waktu fermentasi, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Peralatan yang digunakan antara lain: Gelas beaker, wadah akrilik, multimeter digital, pH meter, stopwatch, neraca digital, dan sebagainya. Bahan penelitian yang digunakan adalah: larutan sari buah markisa, plat logam tembaga, plat logam seng, dan lampu LED putih 3,3 volt.

Prosedur penelitian diawali dengan pemilihan buah markisa yang diikuti dengan tahap pemrosesan hingga dihasilkan sari buah markisa. Sari buah markisa selanjutnya difermentasi dan dilakukan pengukuran pH-nya. Kemudian dibuat rangkaian prototype biobaterai, dilakukan pengukuran nilai kelistrikan biobaterai larutan sari buah markisa saat diaplikasikan pada lampu LED putih 3,3 Volt. Masing - masing pengukuran nilai kelistrikan dilakukan pengulangan sebanyak 3 x guna mendapatkan data yang valid. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Prototipe biobaterai larutan sari buah markisa fermentasi menggunakan wadah akrilik berukuran 12x 5 x 9 cm³ di mana pada setiap sel pada rangkaian ini terdapat sekat ataupun pembatas dengan jarak masing-masing sebesar 2 cm. Tujuh pasang elektroda Cu-Zn, lampu LED, dan seluruh rangkaian disusun sedemikian rupa sehingga terlihat seperti pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Prototipe biobaterai larutan sari buah markisa

Nilai tegangan dan arus listrik diperoleh secara bersamaan melalui hasil pembacaan dua buah multimeter yang berbeda. Nilai daya listrik diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan rumus daya listrik: $P = V \times I$ [12].

Hasil dan Pembahasan

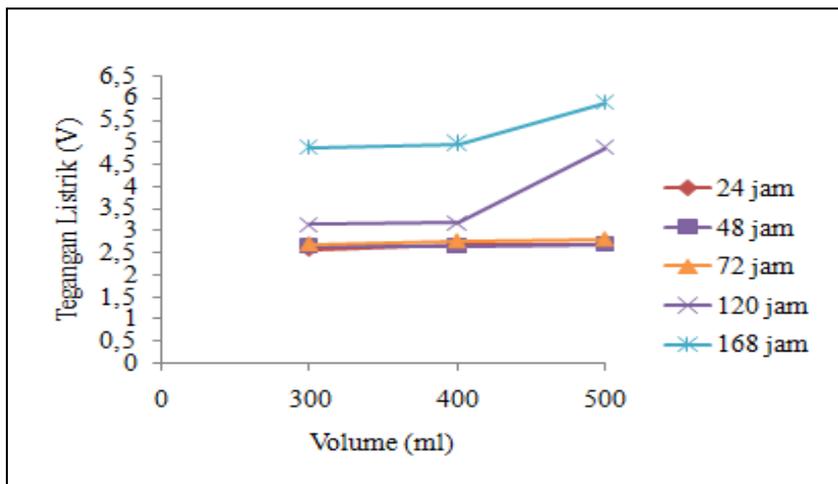
Data hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik biobaterai larutan sari buah markisa fermentasi 24, 48, 72, 120, 168 jam dengan variasi volume 300, 400 dan 500 dilakukan pengujian dengan menggunakan pembebanan berupa LED putih 3,3 Volt. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Biobaterai Larutan Sari Buah Markisa Fermentasi

Waktu Fermentasi	pH	Volume Cairan (ml)	Tegangan Listrik (V)	Arus Listrik (mA)	Daya Listrik (mW)
24 jam	2,8	300	2,57	0,60	1,542
		400	2,69	1,78	4,788
		500	2,69	1,80	4,842
48 jam	2,7	300	2,65	1,80	4,777
		400	2,66	1,80	4,778
		500	2,68	1,81	4,850
72 jam	2,7	300	2,69	1,81	4,868
		400	2,76	1,92	5,299
		500	2,80	1,92	5,376
120 jam	2,6	300	3,14	2,01	6,311
		400	3,17	2,02	6,403
		500	4,86	2,02	9,817
168 jam	2,6	300	4,88	2,02	9,857
		400	4,97	2,35	11,679
		500	5,89	3,24	19,083

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa nilai kelistrikan biobaterai larutan sari buah markisa minimum terdapat pada hasil fermentasi selama 24 jam dengan volume larutan sebesar 300 ml dimana larutan sari buah markisa memiliki tingkat keasaman sebesar 2,8 dengan nilai tegangan, arus, dan daya listrik masing-masing yaitu 2,57 Volt; 0,60 mA; dan 1,542mW. Sedangkan nilai kelistrikan maksimum terdapat pada hasil fermentasi selama 168 jam dengan volume larutan sebesar 500 ml, tingkat keasaman yang dihasilkan sebesar 2,6 dengan nilai tegangan, arus dan daya listrik sebesar 5,89 Volt; 3,24mA; dan 19,083 mW. Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan dihasilkan larutan yang semakin asam.

Grafik pengaruh jumlah volume larutan dan waktu fermentasi larutan sari buah markisa terhadap nilai tegangan listrik biobaterai dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

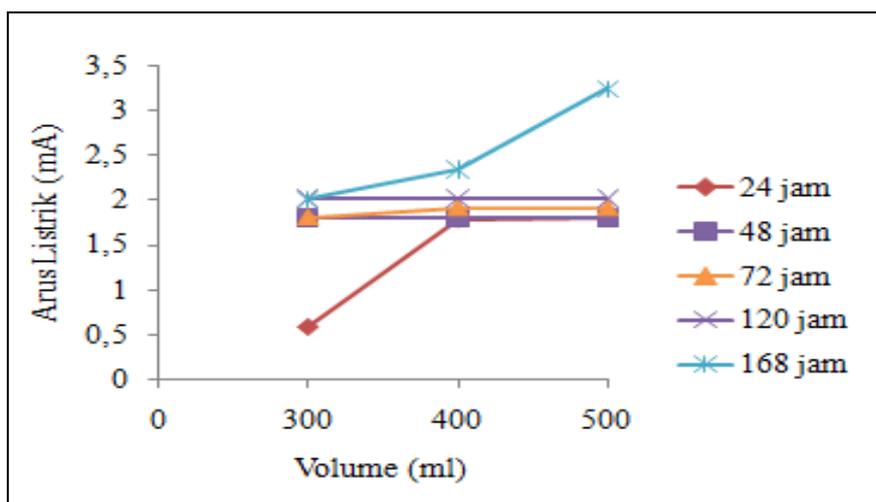


Gambar 3. Grafik Pengaruh Jumlah Volume dan Waktu Fermentasi Larutan Sari Buah Markisa Terhadap Tegangan Listrik Biobaterai.

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa semakin banyak volume larutan sari buah markisa maka akan semakin besar nilai tegangan listrik biobaterai. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak volume larutan yang digunakan maka akan semakin luas permukaan plat elektroda yang tercelup pada larutan elektrolit sehingga akan meningkatkan nilai kelistrikan biobaterai. Di samping itu, semakin lama waktu fermentasi larutan sari buah markisa maka akan semakin besar pula nilai tegangan listrik biobaterai. Hal ini disebabkan karena seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi maka akan menyebabkan aktivitas mikroba semakin menjadi meningkat dan berimplikasi pada jumlah mikroba yang semakin banyak pula sehingga menyebabkan terjadinya penurunan pH (semakin asam). Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi perubahan kimia dari gula (sukrosa, glukosa, dan laktosa) menjadi asam. Nilai pH yang semakin rendah menyebabkan keluaran listrik yang dihasilkan semakin besar. Nilai tegangan listrik optimum diperoleh pada volume larutan sebesar 500 ml, waktu fermentasi selama 168 jam, dan pH 2,6 yaitu sebesar 5,89 Volt.

Hal ini bersesuaian dengan kajian yang dilakukan oleh Putri (2021) di mana dari hasil penelitiannya dinyatakan bahwa larutan sari nenas yang difermentasi akan menghasilkan tingkat keasaman (pH) yang berbeda-beda. Semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin tinggi nilai tegangan listrik yang dihasilkan dari biobaterai sari nenas karena nilai pH-nya semakin rendah.

Grafik pengaruh jumlah volume larutan dan waktu fermentasi larutan sari buah markisa terhadap nilai arus listrik biobaterai dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

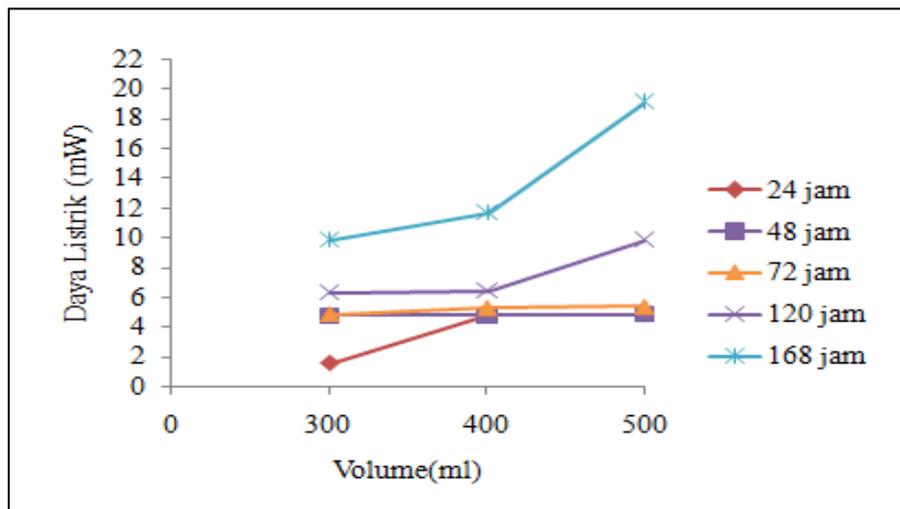


Gambar 4. Grafik Pengaruh Jumlah Volume dan Waktu Fermentasi Larutan Sari Buah Markisa Terhadap Arus Listrik Biobaterai

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa semakin banyak volume larutan sari buah markisa maka akan semakin besar nilai arus listrik biobaterai. Selain itu, semakin lama waktu fermentasi larutan sari buah markisa maka akan semakin besar pula nilai arus listrik biobaterai. Nilai arus listrik optimum diperoleh pada volume larutan sebesar 500 ml, waktu fermentasi selama 168 jam, dan pH 2,6 yaitu sebesar 3,24 mA.

Grafik pengaruh jumlah volume larutan dan waktu fermentasi larutan sari buah markisa terhadap nilai daya

listrik biobaterai dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Jumlah Volume dan Waktu Fermentasi Larutan Sari Buah Markisa Terhadap Daya Listrik Biobaterai

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin banyak volume larutan sari buah markisa maka akan semakin besar nilai daya listrik biobaterai. Selain itu, semakin lama waktu fermentasi larutan sari buah markisa maka akan semakin besar pula nilai daya listrik biobaterai. Nilai daya listrik optimum diperoleh pada volume larutan sebesar 500 ml, waktu fermentasi selama 168 jam, dan pH 2,6 yaitu sebesar 19,083 mW.

Keseluruhan sampel mampu memberikan unjuk kerja yang baik saat diaplikasikan pada beban berupa lampu LED 3,3 Volt selama 2 jam. Tabel 2 berikut menyajikan penurunan nilai tegangan listrik biobaterai sari buah markisa saat pembebanan tersebut.

Tabel 2. Penurunan Nilai Tegangan Listrik Biobaterai Sari Buah Markisa Saat Pembebanan Dengan Lampu LED 3,3 Volt Selama 2 Jam

Waktu Fermentasi	Tegangan (Volt)							Volume (ml)
	0 menit	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit	120 menit	
24 jam	2,57	2,48	2,48	2,48	2,50	2,50	2,50	300
	2,65	2,51	2,51	2,51	2,49	2,49	2,49	400
	2,66	2,51	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	500
48 jam	2,68	2,51	2,51	2,51	2,50	2,50	2,50	300
	2,69	2,52	2,51	2,50	2,50	2,50	2,50	400
	2,69	2,52	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	500
72 jam	2,69	2,52	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	300
	2,76	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	400
	2,80	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	500
120 jam	3,14	3,12	3,12	3,10	3,09	3,03	3,02	300
	3,17	3,17	3,16	3,15	3,15	3,15	3,14	400
	4,86	4,85	4,83	4,82	4,82	4,82	4,82	500
168 jam	4,88	4,88	4,87	4,86	4,85	4,85	4,84	300
	4,97	4,97	4,96	4,96	4,95	4,95	4,94	400
	5,89	5,89	5,88	5,87	5,87	5,86	5,86	500

Tabel di atas menerangkan penurunan tegangan yang terjadi pada sampel biobaterai larutan sari markisa fermentasi saat diberi LED putih 3,3 Volt selama 2 jam. Dimana menunjukkan nilai tegangan dari waktu 20 menit sampai dengan 120 menit mengalami penurunan. Dapat diartikan bahwa semakin lama waktu dalam penurunan yang digunakan, maka nilai tegangan listrik yang dihasilkan semakin menurun. Biobaterai dengan lama fermentasi 24 jam, pada volume larutan 300 ml, tegangan listrik yang diperoleh pada menit pertama sebesar 2,57 Volt, sedangkan pada menit ke-20 sebesar 2,48 Volt, selanjutnya pada menit ke-40 diperoleh nilai tegangan sebesar 2,48 Volt, pada menit ke-60 nilai tegangan yang diperoleh sebesar 2,48 Volt, pada menit ke-80 nilai tegangan yang diperoleh sebesar 2,50 Volt, pada menit ke-100 nilai tegangan yang diperoleh sebesar 2,50 Volt, dan pada menit ke-120 nilai tegangan yang diperoleh sebesar 2,50 Volt, dan seterusnya. Dimana tabel diatas juga menunjukkan bahwa larutan markisa hasil fermentasi menghasilkan tegangan listrik yang cenderung stabil.

Kesimpulan

Semakin besar volume dan waktu fermentasi larutan sari buah markisa maka akan semakin besar pula nilai tegangan, arus, dan daya listrik biobaterai yang dihasilkan. Biobaterai sari buah markisa fermentasi mampu memberikan unjuk kerja yang baik saat diaplikasikan pada beban berupa lampu LED 3,3 Volt selama 2 jam. Semakin lama waktu pembebanan maka akan terjadi penurunan tegangan listrik biobaterai secara bertahap. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mencari dan memanfaatkan buah dengan nilai pH yang lebih rendah agar didapatkan nilai kelistrikan biobaterai yang lebih tinggi. Penelitian ini dapat dikembangkan oleh para peneliti selanjutnya, banyak kekurangan dalam penelitian ini sehingga dapat menarik minat peneliti lain dalam mengembangkan penelitian ini. adapun kekurangan penelitian ini masih menggunakan metode yang sederhana dan masih memerlukan metode terbaru yang mungkin dapat di aplikasikan secara efisien oleh kalangan masyarakat ataupun pemerintah. Penelitian ini dapat di kembangkan menggunakan sari buah lain yang memiliki nilai keasaman yang tinggi seperti buah nanas, buah ceremai, buah belimbing wuluh dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

- [1] A. Nurannisa, A. Muhammad, I. Taufan, A. Muhamad, and I. Akbar, "Diseminasi Olah Praktis pada Ibu PKK Dusun Kallimpo dalam Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi Bio-Baterai," *Pros. Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. Peran Akademisi dalam Pemberdayaan Masyarakat di masa Pandemi, pp. 103–110, 2021.
- [2] A. Abdullah and M. Masthura, "Pemanfaatan Sari Nenas Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembuatan Bio-Baterai," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8494.
- [3] M. E. T. Yokit, R. Rahman, and W. K. Sari, "Pengaruh Penambahan Air Laut Terhadap Nilai Tegangan Bio Baterai Kulit Semangka (*Citrullus Lanatus*)," *J. Fis. Papua*, vol. 2, no. 1, pp. 19–24, 2023, doi: 10.31957/jfp.v2i1.26.
- [4] H. Kamaliah, T. D. Wardoyo, and S. Maftukhah, "Pemanfaatan Buah Kedondong dan Kulit Pisang Ambon Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif," *J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 2, p. 142, 2020.
- [5] Hari Surya Purnama, Herbert, and Rondang Tambun, "Pengaruh Waktu Dan Suhu Pembakaran Dalam Pembuatan Abu Dari Kulit Buah Markisa Sebagai Sumber Alkali," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 4, no. 4, pp. 32–38, 2015, doi: 10.32734/jtk.v4i4.1511.
- [6] A. Nurmala, C. Z. Subarkah, and C. D. D. Sundari, "Penerapan Model Task Based Learning Untuk Mengembangkan Literasi Kimia Mahasiswa Pada Pembuatan Bio-Baterai," *Simp. Nas. Inov. dan ...*, pp. 821–825, 2016, [Online]. Available: https://ifory.id/proceedings/2016/4chQ7E9Cp/snips_2016_amalia_nurmala_c9e0cbc2ab9365cb1c762075576bb71e.pdf
- [7] O. Andi Nurannisa, A. Muhammad Irfan Taufan Asfar, A. Muhammad Iqbal Akbar Asfar, and S. Sari Dewi, "Diseminasi Ibu Pkk Dusun Kallimpo Dalam Mengolah Limbah Kulit Pisang Menjadi Bio-Baterai Energi Masa Depan," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 01, no. 03, pp. 389–398, 2021, [Online]. Available: <https://stp-mataram.e-journal.id/Amal>
- [8] F. . H. L. & M. A. Salafa, "An Analysis of Orange Peel Citrus Sinens," *Anal. Kulit Buah Jeruk (Citrus Sin. Sebagai Bahan Pembuatan Elektrolit Pada Bio-Baterai)*, vol. 2, no. 1, pp. 2–9, 2020.
- [9] S. Ion, "Pembuatan Bio-Baterai Berbahan Dasar Sari Belimbing Wuluh dan Fabrication of Bio-Battery Based on Starfruit Juice and NaCl as Ion Sources and Cassava Bagasse as the Matrix," vol. 6, no. 1, 2024.
- [10] N. Fitriya, P. Halwani, and S. P. Wirman, "Uji Karakteristik Elektrolit Ampas Kulit Nanas dengan Penambahan MgCl₂, NaCl, dan KCl," *Phot. J. Sains dan Kesehat.*, vol. 13, no. 2, pp. 35–40, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/photon/article/view/4394>
- [11] R. Setiawan, S. Eddy, and A. Arif Setiawan, "Pemanfaatan Logam Tembaga dan Seng Sebagai Sel Volta Dalam Media Limbah Buah-Buahan," *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.31851/jupiter.v5i1.9128.
- [12] M. S. Ummah, No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title, vol. 11, no. 1. 2019. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI