

Pengaruh Uji Kelistrikan Sel Volta Buah Belimbing (*Averrhoa carambola*) Dengan Luasan Elektroda 6 Cm² Sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan

Agung Saputro^{1,2*}, Ulfa Mahfudli Fadli³, dan Nikmatin Sholichah³

¹Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

²Centre of Advanced Materials for Renewable Energy, Universitas Negeri Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi Fisika Fakultas MIPA, Universitas Billfath, Jawa Timur, Indonesia

*Email: agungputra4271@gmail.com

Abstrak

Pada beberapa jenis buah-buahan seperti buah belimbing memiliki kandungan zat kimia aktif yang dapat diubah menjadi energi listrik. Proses yang dapat dilakukan yakni melalui reaksi reduksi dan oksidasi yang terjadi pada kedua elektroda. Tujuan dari dua konduktor, ketika Cu dan Zn dihubungkan melalui larutan elektrolit dapat membentuk rangkaian menjadi sel volta. Tegangan muncul sebagai akibat reaksi kimia di kedua elektroda. Sedangkan elektroda positif (Cu) mengalami reaksi reduksi, selanjutnya elektroda negatif (Zn) akan mengalami reaksi oksidasi, sehingga elektron mengalir dari seng ke tembaga. Penelitian ini difokuskan pada pengujian buah belimbing (*Averrhoa carambola*) sebagai larutan elektrolit. Jenis rangkaian seri paralel digunakan sebagai variasi dalam penelitian ini. Sel volta digunakan sebanyak 10 sel untuk menghasilkan tegangan dan arus maksimal. Sel volta buah belimbing dibuat dengan cara merangkai kerangka sel volta dengan kabel dan LED serta diuji dengan voltmeter dan amperemeter. Telah didapatkan pada sel volta belimbing matang dirangkai secara seri menghasilkan tegangan sebesar 4,2 V dan arus 0,2 mA sedangkan jika dirangkai secara paralel menghasilkan tegangan 0,6 V dan arus 1,05 mA. Pada uji ketahanan dengan rangkaian seri, sel volta buah belimbing mampu menyalakan lampu LED hingga 9 hari. Sel volta ini dapat menghasilkan listrik dengan elektroda Cu dan Zn yang tergantung pada kondisi elektrolit.

Kata kunci: Buah Belimbing; Cu; Elektroda; Sel Volta; Zn

Abstract

*In some types of fruits such as star fruit contain active chemicals that can be converted into electrical energy. The process that can be carried out is through reduction and oxidation reactions that occur on both electrodes. Purpose of two conductors, When are Cu and Zn connected through electrolyte liquid to shape voltaic cell circuit. Then it appeared voltage as a result of chemist reaction in both of electrodes. While the positive electrode (Cu) has a reduction reaction, then the negative electrode (Zn) will undergo an oxidation-reaction, so that electrons flow from zinc to copper. In this research studies about star fruit performance (*Averrhoa carambola*) as electrolyte liquid. The type of parallel and series circuit is used as a variation in this research. The voltaic cell is used as many as ten cells to produce maximum voltage and current. Voltaic cell of star fruit is made by assembling voltaic cell frame with measuring cup, cable and LED. Then it is tested by voltmeter and ammeter. It has been obtained in voltaic cell of ripe star fruit assembled in series was produced voltage 4,2 V and current 0,2 mA, whereas if assembled in parallel was produced voltage 0,6 V and current 1,05 mA. In endurance test was obtained with assembling in series of star fruit voltaic cell is able to turn on the LED lamp up to 9 days. This voltaic cell can produced electricity with Cu and Zn electrodes depending on the electrolyte conditions.*

Keywords: Star Fruit; Cu; Electrode; Voltaic Cell, Zn,

PENDAHULUAN

Secara umum komponen penting bagi keberlangsungan hidup manusia bergantung pada energi karena hampir ketersediaan energi yang cukup sangat berpengaruh pada semua aktifitas kehidupan manusia. Kebutuhan terkait energi selalu bertambah seiring adanya penambahan pengguna teknologi dan perkembangan teknologi. Menurut Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, tingkat konsumsi listrik Indonesia sebesar 313 TWh pada tahun 2022 (Riza, 2019). Di sisi lain, produksi energi listrik di Indonesia saat ini masih didominasi oleh pembangkit listrik dari bahan tak terbarukan seperti minyak bumi (31%), gas (14%) dan batubara (42%) yang diprediksi akan habis bila terus menerus dipakai, tidak ramah lingkungan, membutuhkan waktu yang lama untuk memperbaruinya dan berdampak polusi (Priddle, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif baru yang bersifat ramah lingkungan, biaya yang terjangkau, implementasi yang mudah melalui pemanfaatan sampah organik seperti buah-buahan dan sayur-sayuran. Salah satu yang menjadi obyek sasaran pemanfaatan energi alternatif ini adalah baterai (Agustina dkk, 2018).

Baterai merupakan media yang mengandung listrik yang dapat menyimpan energi lalu mampu dikonversi menjadi daya. Baterai dapat menghasilkan energi listrik melalui proses kimia dengan melibatkan transfer elektron melalui suatu media yang bersifat konduktif sehingga menghasilkan arus listrik dan beda potensial (Adie, 2020). Sedangkan energi listrik merupakan energi yang bisa menggerakkan muatan-muatan listrik pada suatu tegangan atau beda potensial tertentu (Pangestica dkk, 2019). Energi kimia yang terkandung sebagai bahan aktif diubah secara langsung menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia yang terjadi pada kedua elektroda. Baterai dibuat dari zink sebagai anoda, karbon sebagai katoda dan elektrolit yang digunakan berupa pasta campuran MnO_2 , serbuk karbon, serta NH_4Cl (Baihaqi dkk, 2017). Namun apabila energi dari baterai habis, maka baterai tersebut dapat menjadi polusi dan mencemari lingkungan karena baterai merupakan sampah non-organik, sehingga tidak dapat terurai. Limbah baterai yang ada umumnya disebut limbah B3 yakni (Bahan Beracun dan Berbahaya). Jika sampah ini tidak dapat diolah kembali dengan baik, maka akan menjadi penyebab kerusakan pada lingkungan (Yurnalisdell, 2023).

Dari permasalahan di atas, sejauh ini penelitian sebelumnya yang membahas larutan elektrolit pengganti larutan baterai yang menggunakan sayur-sayuran atau buah-buahan sudah banyak. Namun, masih jarang penelitian yang membahas buah belimbing sebagai elektrolit solusi energi alternatif seperti baterai. Menurut Dwi dkk (2022) bahwa beberapa buah-buahan dapat menghasilkan energi listrik salah satunya adalah buah belimbing. Dimana buah belimbing ini khususnya di daerah wisata desa Ngringinrejo kecamatan Kalitidu kabupaten Bojonegoro ini dikatakan melimpah. Di sisi lain buah belimbing ini juga dianggap murah meriah harganya oleh masyarakat dibanding buah belimbing yang sudah diperjual belikan umumnya di pasaran. Penelitian sebelumnya menemukan bahwa beberapa jenis buah dapat digunakan sebagai penghasil energi listrik, Salah satunya adalah buah belimbing. Menurut

Risandi (2016) di Indonesia salah satu tanaman yang dipercaya mempunyai keunikan khasiat obat dan mampu menghasilkan listrik salah satunya adalah buah belimbing (*Averrhoa carambola*). Pada sebuah penelitian lain menyebutkan sel volta dari kulit sayuran, bunga Marigold, belimbing, daun Akashmoni dan bunga Tagar dengan pasangan elektroda seng karbon, belimbing menghasilkan nilai terbaik sebesar 11.06 V dan 26.74 mA dari 10 sel volta (Radiant dkk, 2022). Sedangkan menurut Suryaningsih (2016) bahwa metode experimental yang menggunakan belimbing wuluh mendapatkan hasil beda potensial dan arus listrik sebesar 0.72 V dan 0.29 mA. Pada penelitian ini juga digunakan elektroda seluas 6 cm². Menurut Fadli (2021) ini dikarenakan luasan tersebut merupakan luasan optimal yang dapat menghasilkan arus listrik. Oleh karena itu, penting diperlukan adanya sebuah penelitian uji sel volta pada buah belimbing yang dapat menghasilkan listrik berbasis ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan buah belimbing sebagai elektrolit, zink sebagai anoda, karbon sebagai katoda kemudian di rangkai sebanyak 10 sel. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dari energi terbarukan yang berasal dari hasil uji sel volta pada buah belimbing kepada semua masyarakat khususnya rakyat terpencil yang masih minim teraliri listrik serta masyarakat dari ekonomi menengah ke bawah dapat merasakan dari kemanfaatan itu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2021. Desain dan uji sel volta pada buah belimbing dilakukan dilaboratorium Fisika Material, Prodi Fisika, Universitas Billfath, sedangkan uji arus, tegangan, dan ketahanan sel volta dilakukan di wilayah kecamatan Sekaran, kabupaten Lamongan selama 6 bulan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah proses uji sel volta pada buah belimbing. Eksperimen ini ada tiga tahap prosedur dilakukan yaitu (1) penyediaan larutan dan penyiapan elektroda sel volta, (2) fabrikasi sel volta dan (3) uji ketahanan sel volta sebagai sumber energi listrik alternatif. Adapun langkah-langkah penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses tahap awal ini yang dilakukan adalah studi literatur. Pada proses uji sel volta pada buah belimbing dilakukan di laboratorium fisika.
2. Proses penyediaan elektrolit dan penyiapan elektroda sel volta. Pada tahap ini dimulai dengan mencuci buah belimbing hingga dipastikan bersih dan dilanjutkan dengan ekstraksi buah belimbing dengan dihaluskan untuk mendapatkan sari buah yang maksimal. Alat blender yang dipakai seperti umumnya yang dijual dipasaran bukan milik laboratorium, tapi merupakan keperluan sehari-hari perabotan rumah tangga. Pencucian dilakukan hanya dengan air bersih mengalir tanpa bahan kimia.
3. Proses Fabrikasi sel volta. Sel volta dirancang dan dibuat sesuai ukuran dimensi yang telah ditentukan. Pada proses ini dimulai dari menyiapkan buah belimbing, blender, pengaris besi, alat

gunting, kabel, penjepit buaya, pisau, bak plastik, elektroda tembaga dan elektroda seng. Setelah alat dan bahan tersebut dipastikan sudah lengkap selanjutnya dilakukan pencucian buah belimbing dengan air rumahan dan alkohol kemudian buah dikeringkan sebentar dengan lap atau tissue dipastikan seteril tidak ada air yang menempel kemudian buah belimbing dipotong menjadi banyak dimasukkan pada wadah plastik. Penyiapan elektroda sel volta dikerjakan dengan pemotongan logam tembaga **Gambar 1. (a)** dan logam seng **Gambar 1. (b)** yang diperoleh di toko material dengan ukuran 2x3 cm. Pada proses pemotongan ini ada dua jenis buah belimbing yang menjadi uji coba yakni buah belimbing mentah dan buah belimbing matang. Sesudah dipotong-potong menjadi banyak selanjutnya buah belimbing dimasukkan ke dalam blender dihaluskan selama kurang dari 3 menit kemudian hasilnya dituangkan ke sebuah wadah lagi dan selanjutnya proses penuangan larutan ke gelas ukur sebanyak 25 mL. Pada proses berlangsung elektroda dibersihkan berturut-turut dengan alkohol.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Tembaga dan (b) Seng sebagai elektroda

4. Proses uji nilai tegangan dan arus pada sel volta. Proses ini memastikan elektroda sudah dimasukkan sesuai desain sel volta agar dapat mengukur arus dan tegangan DC yang dihasilkan maksimal. Setelah ini mengukur hambatan dalam pada sel volta tersebut.
5. Proses uji rangkaian sel volta. Pada proses ini langkah awal adalah menyiapkan gelas ukur sebanyak 10 buah dan larutan dari buah belimbing. Gelas ukur dirangkai secara seri dan paralel, kemudian diuji dengan voltmeter dan ampermeter.
6. Proses pengujian ketahanan sel volta buah belimbing menggunakan voltmeter dan ampermeter. Jenis rangkaian yang digunakan adalah rangkaian seri dengan jumlah sel sebanyak 10 buah dari buah belimbing matang dan mentah. Lalu, dilakukan proses penghalusan buah belimbing setelah bagian dari buah belimbing dipotong menjadi kecil kemudian dimasukkan ke blender lalu larutan di tuangkan ke wadah bak plastik. Selanjutnya larutan di tuangkan ke gelas ukur sebanyak 25 mL di 10 sel sedangkan bahan yang dipakai membuat elektroda adalah tembaga dan seng. Pada proses ini elektroda Cu dan Zn dipotong menggunakan gunting di ukur dengan penggaris besi dimana ukuran elektroda dipotong dengan ukuran 2x3 cm sebanyak 10 buah dari tembaga (Cu) dan 10 buah dari seng (Zn). Rangkaian yang membantu pada uji ketahanan ini salah satunya adalah kabel serabut yang dipotong sesuai kebutuhan, penjepit buaya 5 pasang, dan lampu LED 1 buah serta uji ketahanan menggunakan media

elektrolit dari buah belimbing matang 1kg. Jadi, jenis rangkaian yang digunakan pada uji ketahanan ini adalah rangkaian seri sejumlah sebanyak 10 buah sel dari buah belimbing mentah dan matang seperti yang ditunjukkan **Gambar 2**. Lalu diakhiri dengan evaluasi serta perbaikan untuk mendapatkan hasil yang terbaik.



Gambar 2. Rangkaian Sel Volta

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Buah belimbing terbukti menghasilkan jumlah larutan yang banyak. Larutan ini bisa menghantarkan listrik maka disebut larutan elektrolit. Larutan tersebut dapat memberikan efek berupa lampu yang menyala atau terjadi timbulnya gelembung gas pada larutan (Masthura dan Abdullah, 2021). Pada umumnya elektrolit berasal dari senyawa asam dan basa atau garam. Penelitian terkait larutan pada buah dari beberapa zat yang bisa menghantarkan listrik disebut elektrolit. Namun, perlu diketahui tidak semua zat yang terlarut mampu menghantarkan listrik dimana disebut non elektrolit. Partikel di larutan yang mampu menghasilkan listrik berasal dari ion. Kemudian ion-ion inilah yang menjadi penentu dari sifat hantaran listrik dan sifat fisika pada elektrolit (Rezki, 2019). Jadi fabrikasi buah belimbing sebagai elektrolit dalam sel volta mampu dibuat dengan dirangkai menggunakan lempeng tembaga (Cu) dan seng (Zn).

Pada proses uji tegangan dan arus ini dimulai dengan memastikan elektroda yang sudah dimasukkan sesuai desain sel volta diuji dengan voltmeter dan amperemeter dengan ukuran nilai standar maksimum pengukuran. Uji hambatan dilakukan lebih dahulu untuk mengetahui nilai dari jumlah besar kecil nya hambatan itu sendiri. Dari hasil uji hambatan diperoleh nilai hasil rata-rata dari uji hambatan buah belimbing mentah sebesar $682,015 \Omega$ sedangkan untuk hasil rata-rata dari uji hambatan buah belimbing matang bernilai sebesar $1022,71 \Omega$ ini dimungkinkan karena adanya banyaknya cairan berpengaruh terhadap besar hambatan.

Hasil uji pengukuran arus dan tegangan dengan elektrolit pada biobaterai buah belimbing ditampilkan pada **Tabel 1**. di bawah:

Tabel 1. Hasil tegangan, arus dan hambatan

Buah	Hambatan	Tegangan	Arus
Belimbing	(Ω)	(V)	(mA)
Mentah	682,02	0,71	1,06
Matang	1022,71	0,65	0,64

Pada **Tabel 1.** tersebut dapat dilihat nilai arus, tegangan, dan hambatan secara detail. Namun sebelumnya untuk Nilai rata-rata dari sel volta buah belimbing mentah menghasilkan beda potensial sebesar 0,71 V dan arus 1,06 mA, sedangkan nilai rata-rata dari sel volta buah belimbing matang sebesar 0,65 V dan 0,64 mA. Dari hasil ini menunjukkan bahwa suhu lingkungan, intensitas cahaya juga dimungkinkan mempengaruhi terhadap nilai tegangan dan kuat arus (Christiono dkk, 2023). Secara umum diketahui bahwa buah-buahan berpotensi menjadi bahan yang bagus yang bisa dimanfaatkan sebagai media bio-baterai. Menurut (Radiant dkk, 2022) bahwa dengan penelitian yang telah dilakukan pada sel volta dari kulit sayuran, daun Akashomoni, bunga Marigold, belimbing dan bunga Tagar alam dengan pasangan elektroda seng karbon, belimbing menghasilkan nilai sebesar 11,06 V dan 26,74 mA.

Di sisi lain, pada penelitian identifikasi potensi buah lokal di kabupaten Jember menjadi penghasil listrik. Buah belimbing diuji dengan 5 kali pengukuran yaitu tegangan buah utuh, kuat arus buah utuh, pH, tegangan buah ekstrak dan kuat arus buah ekstrak. Buah belimbing mendapatkan hasil sebesar 0,91 V, 0,214 mA, 4,154, 0,874 V, 0,906 mA (Inafsari, 2018).

Diketahui dari hasil pengujian ini telah didapatkan sampling data sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil uji rangkaian sel volta

Buah	Jenis	Tegangan	Arus
Belimbing	rangkaian	(V)	(mA)
Mentah	Seri	5,8	0,5
	Pararel	0,6	1,4
Matang	Seri	4,2	0,2
	Pararel	0,6	1,05

Pada **Tabel 2.** dapat dilihat untuk nilai tegangan dan arus secara jelas. Berdasarkan hasil tersebut bisa diketahui bahwa nilai dari uji sel volta buah belimbing mentah dirangkai secara seri menghasilkan tegangan sebesar 5,8 V dan arus 0,5 mA sedangkan jika dirangkai secara pararel menghasilkan tegangan 0,6 V dan arus 1,4 mA. Selain itu, pada uji sel volta buah belimbing matang dirangkai secara seri menghasilkan tegangan sebesar 4,2 V dan arus 0,2 mA kemudian untuk uji rangkaian sel volta secara pararel menghasilkan tegangan 0,6 V dan arus 1,05 mA. Uji rangkaian sel volta ini telah dilakukan dengan jumlah uji 10 sel dari buah belimbing mentah dan 10 sel dari buah

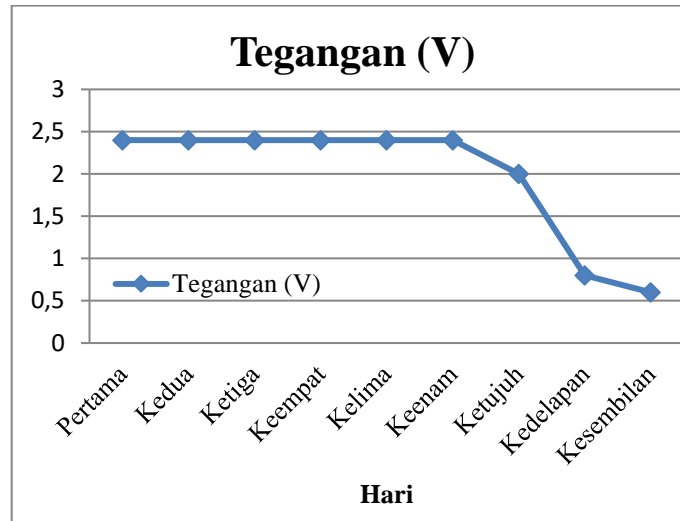
belimbing matang sesuai nilai yang sudah di dapatkan diatas. Untuk voltmeter dirangkai secara paralel alasannya karena rangkaian paralel akan membagi tegangan sama besar. Sedangkan untuk amperemeter dirangkai secara seri karena rangkaian seri membagi arus sama besar. Secara umum, diketahui bahwa penggunaan voltmeter dirangkai secara paralel terhadap sumber tegangan dan memastikan pemasangan kabel positif dan negatif sudah benar. Kabel positif mempunyai tegangan yang lebih tinggi dibandingkan kabel negatif, sedangkan penggunaan amperemeter dirangkai secara seri agar arus listrik bisa melewati amperemeter (Yahya, 2020).

Pada proses uji rangkaian ini didapatkan bahwa sel volta berasal dari elektrolit buah belimbing mampu fungsi menjadi bahan elektrolit alternatif terbarukan pengisi baterai. Hasil terbaik yang mampu didapatkan pada rangkaian seri belimbing mentah sebesar 5,8 V. Pada sebuah penelitian sel volta dari kulit sayuran, bunga Marigold, belimbing, daun Akashmoni dan bunga Tagar dengan pasangan elektroda seng karbon, belimbing menghasilkan nilai sebesar 11.06 V dan 26.74 mA. Di mana sel bio-volta dari ekstraksi tanaman berbeda ini juga menggunakan rangkaian uji seri dan paralel (Fauzia dkk, 2019). Pada penelitian ini didapatkan nilai yang lebih kecil dikarenakan penggunaan elektroda yang berbeda. Pada penelitian (Fauzia dkk, 2019) menggunakan elektroda dari seng dan karbon sedangkan penelitian ini menggunakan elektroda tembaga dan seng.

Tegangan pada tiap-tiap buah akan semakin besar apabila dirangkai secara seri, sehingga mampu menyalakan lampu LED. Pada rangkaian paralel, tegangan yang diperoleh cenderung tetap, dan arus yang mengalir cenderung lebih tinggi (Hendrayani, 2018). Dari hasil percobaan ini dapat diteliti lebih lanjut bagaimana cara memperoleh energi listrik yang jauh lebih besar dengan cara menyusun rangkaian seri atau paralel pada tiap-tiap buah. Rangkaian seri dan rangkaian paralel dari beberapa buah-buahan dapat menghasilkan tegangan dan arus yang signifikan. Meskipun secara teoritis terdapat ketidaksesuaian deret dari total beda potensial pada rangkaian seri sebagai deret hitung, tetapi dapat dipahami bahwa meskipun setiap buah memiliki tingkat keasaman yang sama, namun kualitas larutannya bisa berbeda (Rifanti dkk, 2019). Dengan demikian, beda potensial (V) ataupun arus (I) yang diperoleh tidak persis sama dengan hasil penerapan hukum *kirchoff* dan *hukum ohm* mengenai aliran arus dan beda potensial, namun tetap memperhatikan hukum yang berlaku yaitu:

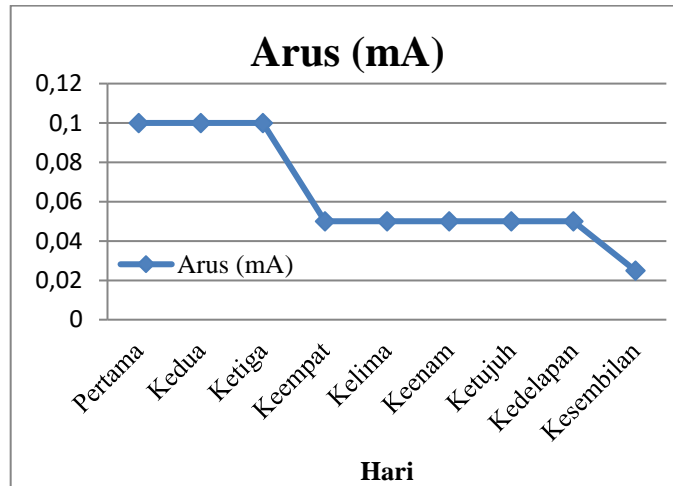
1. Pada rangkaian seri, arus total cenderung tetap, sedangkan beda potensial total cenderung meningkat mengikuti deret hitung.
2. Pada rangkaian paralel, arus total cenderung lebih besar mengikuti deret hitung, sedangkan beda potensial total cenderung tetap.

Berdasarkan data hasil percobaan, rangkaian seri pada buah dengan tingkat keasaman yang lebih tinggi akan memberikan hasil beda potensial yang lebih tinggi. Maka dari data tersebut dapat ditentukan besarnya listrik yang tersedia bergantung di masing-masing buah (Mujadi, 2018).



Gambar 3. Grafik nilai tegangan selama 9 hari

Grafik **Gambar 3.** dapat dilihat bahwa uji ketahanan nilai tegangan bertahan hingga sembilan hari dimana mulai hari pertama eksperimen sampai hari ke enam nilai tegangan optimal memiliki nilai sebesar 2,4 V. Selanjutnya, Pada hari ke tujuh sampai hari ke sembilan terjadi sebuah penurunan tegangan sebesar 2 V menjadi 0,6 V. Disisi lain, pengujian arus didapatkan hasil sebesar 0,05 mA. Sedangkan hari ke tujuh sampai hari ke sembilan memiliki penurunan 0,05 mA menjadi 0,025 mA, hasil pengujian arus ini secara detail ditunjukkan oleh **Gambar 4.** Dari hasil yang diperoleh perubahan yang terjadi baik tegangan maupun arus dari hari ke tujuh hingga hari ke sembilan ini telah mengalami penurunan yang drastis dan hari ke sembilan ini sel volta sudah tidak mampu menghasilkan arus dan tegangan. Ini dikarenakan sel volta mengalami perubahan penurunan yang cenderung akan habis, yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya dan juga faktor lingkungan. Menurut (Rohman, 2019) besar kecil energi listrik yang diperoleh dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah oleh volume air, suhu, kelembaban, demikian juga luas penampang katoda dan anoda dapat mempengaruhi hasil dari energi listrik. Pada penelitian lain menurut (Rezki, 2019) apabila besar intensitas cahaya semakin lama semakin menurun maka dimungkinkan terjadinya korosi pada logam seng (Zn).



Gambar 4. Grafik arus selama 9 hari

Reaksi kimia reduksi-oksidasi ada kaitan erat dengan proses korosi. Korosi merupakan suatu kerusakan atau degradasi logam karena senyawa dengan ion lingkungan. Pada sel volta, berkarat bisa terjadi pada elektroda yang mengalami oksidasi. Karena reaksi terus berlangsung, korosi elektroda terus pula berlangsung. Hal demikianlah yang akan menentukan usia lama dan tidaknya penggunaan sel volta buah belimbing (Afiah, 2017). Menurut (Ramadhani dan Mursadin, 2020) pemeliharaan katoda dan penggantian anoda secara berkala bergantung dari lamanya penggunaan elektrolit yang menyebabkan korosi sehingga dapat merusak logam. Jadi untuk uji ketahanan, besar tegangan dan arus yang menurun, dapat juga dikarenakan logam seng (Zn) mulai terjadi ke korosi juga elektrolit pada hari terakhir sudah kering sehingga sudah tidak mampu lagi menghasilkan arus listrik untuk menyalakan lampu LED.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diuraikan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Fabrikasi sel volta telah berhasil dilakukan dengan larutan buah belimbing sebagai elektrolit.
2. Pada uji tegangan dan arus pada satu sel volta, telah didapatkan nilai tegangan dan arus pada buah belimbing mentah yaitu sebesar 0,71 V - 1,06 mA, dengan nilai hambatan sebesar 682,02 Ω , sedangkan buah belimbing matang didapat sebesar 0,65 V - 0,64 mA, dan untuk nilai hambatannya sebesar 1022,71 Ω .
3. Untuk uji rangkaian secara seri diperoleh nilai yang lebih besar dari pada rangkaian paralel yaitu sebesar 5,8 V dan 0,5 mA.
4. Pada uji ketahanan sel volta didapatkan nilai tegangan dan arus dari hari pertama sampai hari kesembilan memiliki kelistrikan yang bervariasi dimana dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya dan juga faktor lingkungan.

Harapannya penelitian ini dapat berlanjut oleh peneliti selanjutnya dengan melakukan variasi pada elektroda, dan buah atau sayur yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, serta alat ukur yang lebih ideal lagi untuk menghasilkan nilai arus dan beda potensial yang jauh lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, F. P. (2020). *Baterai Lithium*. INKURI: Jurnal Pendidikan IPA Vol.9, No.2: P-ISSN: 2252-7893 E-ISSN: 2615-7489:113-118. DOI: 10.20961/inkuri.v9i2.50082
- Afiah, S. (2017). *Studi Karakteristik Daya Listrik Air Laut Dengan Prinsip Sel Volta dan Efek Korosi Elektroda*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Agustina, N., Gifron, M., dan Wela, D. (2018). *Pengolahan Limbah Kulit Durian dan Baterai Bekas Menjadi Salah Satu Sumber Energi Listrik yang Ramah Lingkungan*. AL-FIZIYA Vol. I. No. 1, April 2018. P-ISSN 2621-0215 E-ISSN 2621-489X. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v1i1.8997>
- Arizal, F., Hasbi, M., dan Kadir, A. (2017). *Pengaruh Kadar Garam Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Air Garam Sebagai Energi Alternatif Terbarukan*. ENTHALPY- Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin. Vol. 2, No. 1 e-ISSN: 2502-8944:1-5. <https://doi:10.55679/enthalpy.v2i3.2730>
- Baihaqi, M. Y., Ardhyanta, H., dan Wibisono, A. T. (2017). *Pengaruh Penambahan Unsur Seng (Zn) Terhadap Sifat Kekerasan Paduan Cu-Zn Untuk Aplikasi Elektroda Las*. Tugas Akhir Tl 141584. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- Christiono, Fikri, M., Garniwa, I. M. K., dan Tresya, K. M. 2023. *Analisis Variabel Perubahan Suhu Terhadap Karakteristik Tegangan Tembus Dielektrik Udara*. Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik. Vol.22 No.01 ISSN: 2580-2615:44-52
- Dwi, A. A., Gayatri, S., dan Mariyono, J. (2022). *Strategi Pengembangan Agrowisata Kebun Belimbing Ngringinrejo, Kecamatan Kalitidu, Kabupaten Bojonegoro Dalam Menghadapi Krisis Pandemi Covid-19*. Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis. hal.1495-1508
- Fadli, U. M., Ardimas, Supriyanto, A., Cari, dan Bayu, A. P. (2021). *Efek Penyisipan Cu ke Dalam Dye Beras Hitam Dengan Luasan 0,5 cm² Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. Jurnal Matematika & Sains (JMS) Vol.1 No.1:41-48.
- Fauzia, S., Abdul, M. H. A., dan Wa'is, A. K. K. (2019). *Fruit and Vegetables as a Potential Source of Alternative Electrical Energy*. Prog. Internat.Conf.SCI.Engin. Vol.2 ISSN: 2597-5250 EISSN: 2598-232X:161-167
- Hendrayani, I. S. (2018). *Bermain Peran Bersama Kelompok Dalam Pembelajaran Arus Searah Loop Sederhana Untuk Program Lintas Minat Fisika*. Jurnal Ilmiah P2M STKIP Siliwangi Vol.5, No.2:69-74. doi:10.22460/p2m.v5i2p69-74.1020

- Inafsari, T. R. (2018). *Identifikasi Potensi Jenis Buah Lokal Kabupaten Jember Sebagai Penghasil Listrik*. Jember : Universitas Muhammadiyah Jember. <http://repository.unmuhjember.ac.id/id/eprint/4565>
- Masthura dan Abdullah. (2021). *Pemanfaatan Sari Nenas Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembuatan Bio-Baterai*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro. Vol.5 No.1 ISSN: 2549-3698 e-ISSN: 2549-3701:51-58
- Mujadi. (2018). *Pontensi Energi Listrik Dari Buah-Buahan (Studi Eksperimen Besarnya Tegangan, Arus, Dan Daya Pada Beberapa Buah-Buahan Yang Ada Di Lingkungan Sekitar)*. Prosiding Seminar Nasional FMIPA-UT 2018: Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs):122-130
- Pangestica, A. S, Lestariningsih, T., dan Astuti, Y. (2019). *Pengaruh Rasio LiBOB:TiO₂ dari Lembaran Polimer Elektrolit sebagai Pemisah terhadap Kinerja Elektrokimia Baterai LithiumIon Berbasis LTO*. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi ISSN: 1410 – 8917 May-July:136-142. DOI: <https://doi.org/10.14710/jksa.22.4.136-142>
- Priddle, R. (2023). *International Energy Agency, World Energy Outlook 2023*. hlm.5-353
- Radiant, B. U., Ishianto, I., Kusnanto, H., Iwan, M., Sarwono, E., dan Khamis, H. H. (2022). *Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kinerja Modul Photovoltaic Cell*. Jurnal Creative Research in Engineering. Vol.2 No.2 ISSN: 2774-8006:72-80
- Ramadhani, M. I., dan Mursadin, A. (2020). *Pengaruh Variasi Elektroda Tembaga Dan Seng Terhadap Produktivitas Listrik Microbial Fuel Cell (Mfc) Pada Substrat Limbah Cair Air Rebusan Mie Instan*. SJME Kinematika. Vol.5 No.1 p- ISSN: 26559048 e-ISSN: 2655-903X:23-36. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v5i1.135>
- Rezki, M. A. S., Maliansyah, H., Ariyanto, D. Y., dan Faishal, M. (2019). *Pemanfaatan Air Larutan Garam Sebagai Kabel Penghantar Listrik Pengganti Tembaga*. Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro. Vol.01, No.02 ISSN: 2685-9572:64-72. doi:10.12928/biste.v1i2.884
- Risandi, R., Djamal, A., dan Asterina. (2016). *Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Belimbing Manis (Averrhoa carambola) terhadap Pertumbuhan Bakteri Streptococcus pneumoniae secara In Vitro*. Jurnal Kesehatan Andalas Vol.05 No.03:595-599. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/113030>
- Rifanti, U. M., Padilah, T. N., dan Widyaningrum, I. (2019). *Model Matematika Arus Listrik dengan Persamaan Diferensial Metode Koe_sien Tak Tentu*. Jurnal Matematika Integratif. Vol.15, No.1 p-ISSN:1412-6184, e-ISSN:2549-903:1-8. doi:10.24198/jmi.v15.n1.19637.1-8
- Riza, H. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019, Dampak Peningkatan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Terhadap Perekonomian Nasional*. hlm.1-81. ISBN 978-602-1328-10-1. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

- Rohman, T., Sulo, B. D., dan Melfazen, O. (2019). *Sistem Konversi Energi Berbasis Air Laut Guna Mendapatkan Energi Listrik Dengan Metode Sel Volta*. Science Electro Vol.11 No.01. oai:ojs.riset.unisma.ac.id:article/3496
- Suryaningsih, S. (2016). *Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Sebagai Sumber Energi Dalam Sel Galvani*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA) Vol 06, No 01, Juni 2016. P-ISSN 2087-9946 E-ISSN 2477-1775:11-17. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v6n1.p11-17>
- Yahya, R. K., Prasetyo, S. D., dan Kusharjanta, B. (2020). *Pengukuran Hambatan Menggunakan Amperemeter dan Voltmeter DC*. Praktikum Fisika S1 Teknik Mesin Ampere & Voltmeter Dc:1-9
- Yulianti, D., Supriyanto, A., dan Pauzi, G. A. (2017). *Analisis Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas*. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika Vol.05 No.01:49-57. <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/jtaf/article/view/1359/1189>.
- Yurnalisdel. (2023). *Analisis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia*. Jurnal Syntax Admiration. Vol.4 No.2 p-ISSN: 2722-7782 e-ISSN: 2722-5356:201-208