

PEMANFAATAN SARI BUAH CERMAI (*PHYLLANTHUS ACIDUS*) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BIO-BATERAI DENGAN VARIASI ELEKTRODA

Abdul Halim Daulay, Masthura, Syahna Dwi Amanda*

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
syahnadwiamanda9@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi elektroda dan variasi volume sari buah cermai (*Phyllanthus acidus*) terhadap kelistrikan bio-baterai dan kemampuan larutan sari buah cermai (*Phyllanthus acidus*) dalam menyalakan lampu LED putih 3,3 V selama 2 jam. Sampel yang digunakan sebagai elektrolit adalah larutan sari buah cermai. Elektroda yang digunakan Cu sebagai katoda dan Al, Fe, dan Zn sebagai anoda. Sifat kelistrikan yang akan diteliti adalah nilai tegangan, arus, daya listrik dan beban yang digunakan untuk mengukur penurunan tegangan dan arus listrik bio-baterai larutan sari buah cermai adalah LED putih 3,3 V. Volume larutan sari buah cermai dalam penelitian ini adalah 300, 400, dan 500 ml. Variasi elektroda pada sari buah cermai (*Phyllanthus acidus*) sangat berpengaruh terhadap kelistrikan bio-baterai. Semakin banyak volume larutan sari buah cermai maka semakin besar nilai kelistrikan yang dihasilkan bio-baterai. Bio-baterai pada larutan buah cermai (*Phyllanthus acidus*) mampu untuk menyalakan lampu LED 3,3 volt selama 2 jam. Seiring dengan waktu pembebanan maka terjadi penurunan pada kelistrikan bio-baterai.

Kata kunci : Arus, buah cermai (*phyllanthus acidus*), elektroda, tegangan

ABSTRACT

*This research aims to determine the effect of electrode variations and variations in the volume of cermai fruit juice (*Phyllanthus acidus*) on bio-battery electricity and the ability of cermai fruit juice (*Phyllanthus acidus*) solution to light a 3.3 V white LED lamp for 2 hours. The sample used as an electrolyte was a solution of cermai fruit juice. The electrode used is Cu as the cathode and Al, Fe, and Zn as the anode. The electrical properties that will be studied are the values of voltage, current, electric power and load which are used to measure the voltage drop and electric current of the bio-battery of the cermai fruit juice solution which is a 3.3 V white LED. The volume of the cermai fruit juice solution in this study is 300, 400, and 500 ml. Variations in electrodes in cermai fruit juice (*Phyllanthus acidus*) greatly influence the electricity of bio-batteries. The greater the volume of the cermai fruit juice solution, the greater the electrical value produced by the bio-battery. The bio-battery in the cermai fruit (*Phyllanthus acidus*) solution is capable of lighting a 3.3 volt LED lamp for 2 hours. Over time, the bio-battery electricity decreases*

Keywords: Cermai fruit (*phyllanthus acidus*), current, electrode, voltage

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi saat ini semakin lama semakin meningkat. Peningkatan ini sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang semakin banyak menggunakan sumber energi listrik. Masalah-masalah inilah yang dapat mendorong dilakukannya untuk meningkatkan sumber energi alternatif. Energi alternatif adalah sumber energi sebagai pengganti energi listrik dengan energi yang berasal dari alam seperti limbah buah-buahan dan sayur-sayuran (Khairiah, 2017).

Buah-buahan dan sayur-sayuran mengandung sifat kelistrikan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif atau energi baru yang berupa bio-baterai sebagai pengganti baterai (Tanjung, 2021). Bio-baterai atau baterai biologis merupakan jenis baterai yang menggunakan mikroorganisme atau enzim biologis sebagai katalisator untuk menghasilkan energi listrik melalui proses metabolisme (Prayitno, 2018). Salah satu jenis buah-buahan yang dapat dijadikan bio-baterai yaitu buah cermai.

Buah cermai atau disebut juga dengan bahasa latinnya yaitu *Phyllanthus acidus* merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh di daerah dataran rendah dan pohon cermai ini berasal dari india yang dapat tumbuh dengan keadaan tanah yang tahan akan kekurangan atau kelebihan air, tumbuhan ini juga merupakan suku *Euphorbiaceae* (Selpiana, 2015). Kandungan yang terdapat pada pohon cermai yaitu pada daun, kulit batang, kayu, dan akarnya mengandung saponin, flavonoid, tannin, polifenol, asam galus, zat sanak, dan zat beracun (toksin). Bagian buahnya mengandung berupa kalori, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, vitamin C, dan mineral. Kandungan mineral pada buah cermai sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai larutan elektrokimia. Buah cermai terasa asam karena derajat keasamaan (pH) di dalamnya bernilai 2,3 (Atina, 2015).

Elektrokimia merupakan bagian dari salah satu ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media pengantar listrik yaitu elektroda (Sintiya, 2019). Elektroda ini terbagi menjadi dua jenis yaitu elektroda positif dan elektroda negatif, di mana elektroda tersebut akan ditransfer oleh arus listrik sebagai sumber energi dalam pergantian elektron (Muqaddas, 2016). Menurut Muhammad Ridwan, (2016) pada reaksi reduksi merupakan peristiwa penangkapan elektron, sedangkan reaksi oksidasi yaitu terjadinya pembebasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia, di mana konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit.

Beberapa peneliti mengklaim bahwa limbah buah tertentu dapat menghasilkan listrik. Salah satunya yaitu Shinta Marito Siregar, (2017) melakukan penelitian dengan tujuan untuk menghasilkan baterai aki yang ramah lingkungan memanfaatkan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai elektrolit dan beberapa logam sebagai elektroda. Pasangan elektroda yang digunakan pada penelitiannya yaitu tembaga-aluminium, tembaga-besi, tembaga-seng dan tembaga timah dengan masing-masing elektroda di potong dengan ukuran 4,5 cm x 10 cm. Hasil yang didapat yaitu semua lampu LED menyala dan terdapat gelembung gas pada larutan elektrolit. Pada pasangan elektroda tembaga-seng nilai tegangannya lebih tinggi dari pasangan elektroda yang lain yaitu sebesar 3 volt dan ini berbanding lurus dengan nilai kuat arus yang dihasilkan sebesar 0,6 A.

II. METODE PENELITIAN

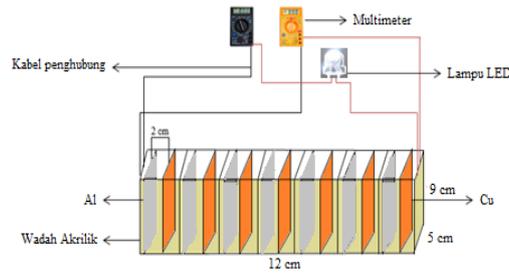
Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan bio-baterai dengan memvariasikan elektroda berbahan dasar sari buah cermai. Adapun variasi elektroda yang dipakai yaitu elektroda Cu-Al, Cu-Fe, dan Cu-Zn dan juga memakai variasi volume yaitu volume 300 ml, 400 ml, dan 500 ml. alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini sebagai berikut: gelas kimia ukuran 500 ml, wadah akrilik, blender, pisau, ph meter, saringan, stopwatch, kabel penjepit buaya dan multimeter digital. sedangkan bahan yang digunakan yaitu: larutan sari buah cermai, pelat logam cu, al, fe, dan zn, lampu led 3,3 volt dan kertas label.

Penyiapan Bahan

Tahapan pembuatan sari buah cermai pada penelitian ini yaitu pemilihan buah dan dihaluskan dengan menggunakan blender maka didapatkan larutan sari buah cermai Setelah mendapatkan larutan tersebut dilanjutkan dengan tahap pengujian sari buah cermai.

Pembuatan Prototipe Bio-Baterai

Gambar 1 merupakan desain rangkaian untuk mengukur tegangan dan kuat arus listrik dengan memvariasikan elektroda dan volume pada larutan sari buah cermai dengan menggunakan wadah akrilik yang berukuran 12 cm x 5 cm x 9 cm dan memakai 7 sheet sebagai pembatas dengan jarak antar elektroda 2 cm.



Gambar 1. Desain Prototipe Bio-baterai

Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu pengukuran tegangan pada variasi volume dan variasi elektroda tanpa lampu LED. Pengukuran kemampuan bio-baterai menyalakan lampu LED terhadap waktu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

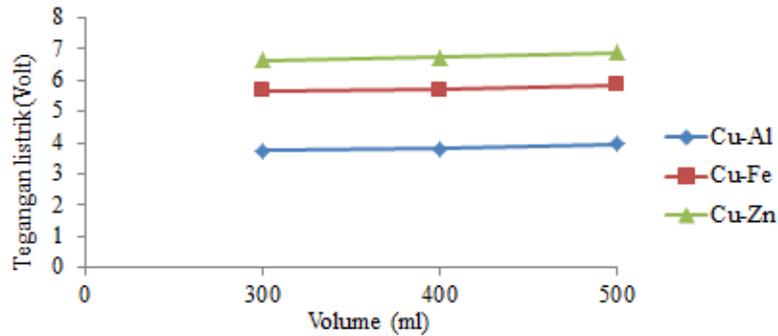
A. Pengukuran Tegangan Listrik Tanpa LED putih

Hasil pengukuran nilai tegangan listrik tanpa menggunakan LED terhadap bio-baterai larutan sari buah cermai pada volume 300 ml, 400 ml dan 500 ml dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran variasi volume pada larutan sari buah cermai tanpa LED

Volume (ml)	pH	Elektroda	Tegangan (Volt)
300	2,3	Cu-Al	3,76
		Cu-Fe	5,66
		Cu-Zn	6,64
400	2,3	Cu-Al	3,80
		Cu-Fe	5,70
		Cu-Zn	6,75
500	2,3	Cu-Al	3,95
		Cu-Fe	5,84
		Cu-Zn	6,88

Tabel 1 menunjukkan data hasil pengamatan dari nilai tegangan listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai tanpa LED dengan memvariasikan elektroda seperti elektroda Cu-Al, Cu-Fe, dan Cu-Zn. Dapat dilihat bahwa pada volume 500 ml menghasilkan nilai tegangan listrik yang paling besar diperoleh pada elektroda Cu-Zn sebesar 6,88 V, pasangan elektroda Cu-Fe sebesar 5,84 V, dan pada pasangan elektroda CuAl sebesar 3,95 V. Sedangkan pada volume 300 ml menghasilkan nilai tegangan listrik yang paling rendah, dimana pasangan elektroda Cu-Zn sebesar 6,64 volt, pada pasangan elektroda Cu-Fe sebesar 5,66 V dan pada pasangan elektroda Cu-Al sebesar 3,76 V. Grafik hasil pengukuran tegangan listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai tanpa LED putih dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengukuran tegangan listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai tanpa LED putih

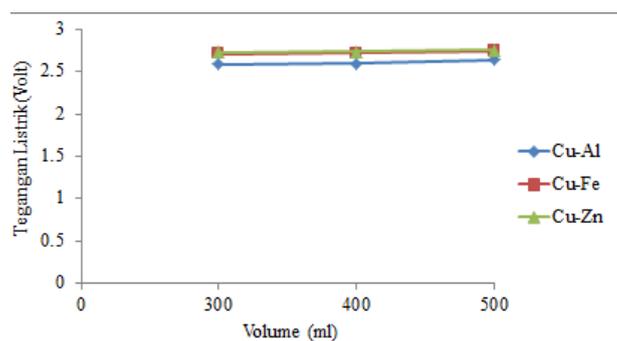
Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai tegangan listrik bio-baterai pada larutan sari buah cermai yang di peroleh dari setiap penambahan volume mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya volume yang digunakan maka semakin tinggi tegangan yang dapat di hasilkan.

B. Pengukuran Besaran Listrik Menggunakan LED putih

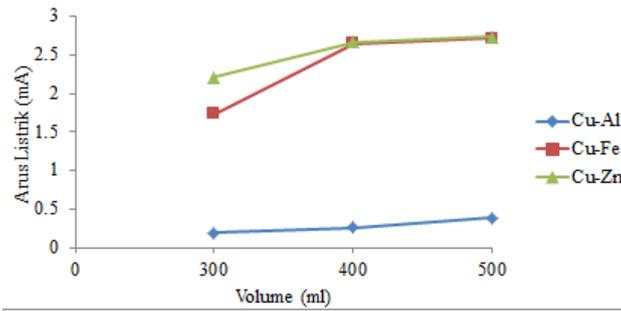
Hasil pengukuran dari pengujian pada larutan variasi elektroda sari buah cermai terhadap nilai besaran listriknya (tegangan listrik, arus listrik dan daya listrik) dalam waktu 2 jam. Adapun hasil pengukuran besaran listrik variasi elektroda dengan sari buah cermai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran besaran listrik saat diberi LED

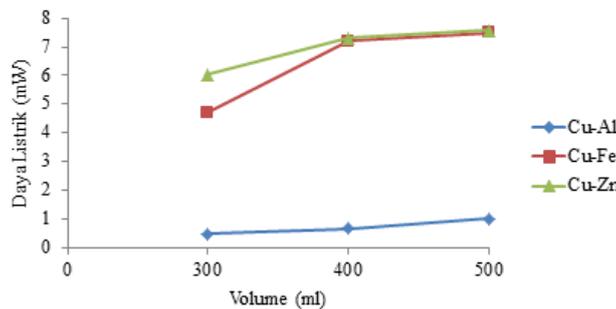
Volume	Elektroda	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (mW)
300	Cu-Al	2,59	0,19	0,49
	Cu-Fe	2,71	1,74	4,71
	Cu-Zn	2,73	2,21	6,03
400	Cu-Al	2,60	0,26	0,67
	Cu-Fe	2,72	2,65	7,20
	Cu-Zn	2,74	2,67	7,31
500	Cu-Al	2,64	0,39	1,02
	Cu-Fe	2,75	2,72	7,48
	Cu-Zn	2,76	2,74	7,56



Gambar 3. Hasil pengukuran tegangan listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat diberi LED putih



Gambar 4. Hasil pengukuran arus listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat diberi LED putih



Gambar 5. Hasil pengukuran daya listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat diberi LED putih

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran besaran listrik pada biobaterai larutan sari buah cermai saat di beri LED putih menggunakan elektroda Cu- Al, CuFe, dan Cu-Zn. Dapat dilihat bahwa nilai tegangan, arus, dan daya listrik terendah di peroleh pada elektroda Cu-Al dengan volume 300 ml yang dihasilkan sebesar 2,59 volt; 0,19 mA; 0,49 mW. Sedangkan nilai pengukuran besaran listrik tertinggi diperoleh pada elektroda Cu-Zn dengan volume 500 ml yang dihasilkan sebesar 2,76 volt; 2,74 mA; 7,56 mW. Grafik hasil pengukuran besaran listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat di beri LED putih dapat dilihat pada Gambar 3,4 dan 5

Berdasarkan Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan adanya peningkatan terhadap hasil tegangan listrik sebanding dengan arus listrik yang dihasilkan, serta daya listrik yang didapatkan dari nilai perkalian tegangan listrik dan arus listrik. Elektroda dan penambahan volume dapat mempengaruhi nilai besaran listrik yang dihasilkan ,karena semakin luas elektroda yang terendam di dalam larutan elektrolit, dapat meningkatkan nilai besaran listrik. Maka nilai besaran listrik terbesar di peroleh pada eletroda Cu-Zn dengan volume 500 ml yang dihasilkan sebesar 2,76 volt; 2,74 mA; 7,56 mW dan nilai besaran listrik terkecil di peroleh pada elektroda Cu-Al dengan volume 300 ml yaitu 2,59 volt; 0,19 mA; 0,49 mW.

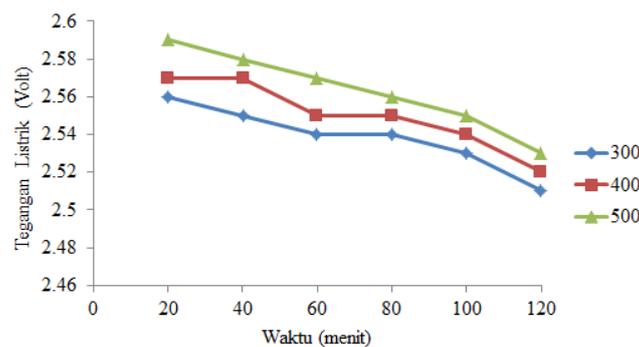
C. Pengukuran Penurunan Tegangan Listrik Menggunakan LED putih

Hasil penurunan tegangan listrik dari sampel bio-baterai larutan sari buah cermai saat diberi LED putih dengan menggunakan beberapa variasi waktu yaitu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, 120 menit dapat dilihat pada Tabel 3.

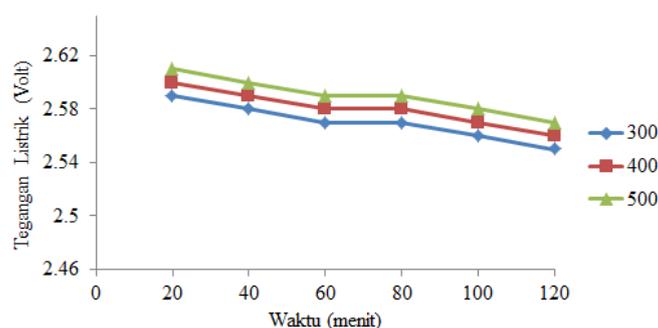
Tabel 3. Data hasil pengukuran penurunan tegangan listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat menggunakan LED putih

Volume	Waktu (menit)					
	20	40	60	80	100	120
300	2,56	2,55	2,54	2,54	2,53	2,51
	2,59	2,58	2,57	2,57	2,56	2,55
	2,62	2,61	2,61	2,60	2,60	2,59
400	2,57	2,57	2,55	2,55	2,54	2,52
	2,60	2,59	2,58	2,58	2,57	2,56
	2,64	2,63	2,62	2,61	2,61	2,60
500	2,59	2,58	2,57	2,56	2,55	2,53
	2,61	2,60	2,59	2,59	2,58	2,57
	2,65	2,64	2,63	2,62	2,62	2,61

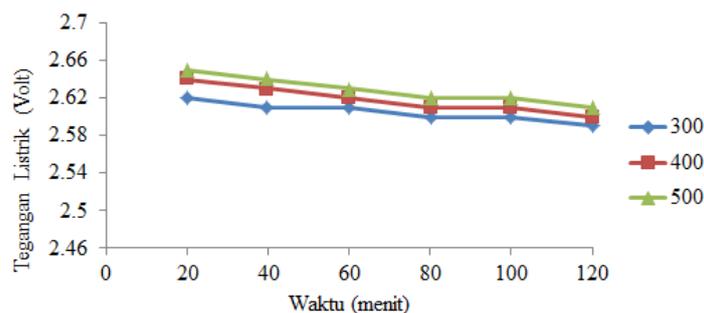
Tabel 3 menunjukkan penurunan nilai tegangan listrik dari waktu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit. Setiap 20 menit nilai tegangan listrik semakin menurun. Apabila dilihat dari variasi volume di dapat hasil nilai tegangan listrik terendah pada elektroda Cu-Al dengan volume 300 ml. Grafik hasil pengukuran penurunan tegangan pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat di beri LED putih dapat dilihat pada Gambar 6,7 dan 8.



Gambar 6. Hasil pengukuran penurunan tegangan listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-al saat diberi led putih



Gambar 7. Hasil pengukuran penurunan tegangan listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-fe saat diberi LED putih



Gambar 8. Hasil pengukuran penurunan tegangan listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-zn saat diberi LED putih

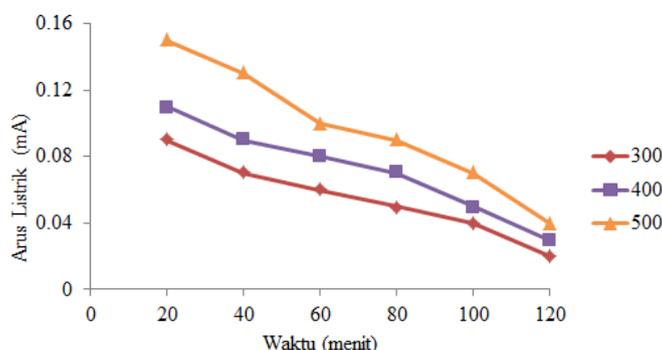
Gambar 6, 7, dan 8 merupakan bagian dari hasil penurunan tegangan listrik larutan sari buah cermai selama 2 jam dengan elektroda Cu-Al, Cu Fe dan Cu-Zn. Di setiap volume larutan sari buah cermai terjadi penurunan pada nilai tegangan yang disebabkan terjadinya penurunan ionisasi, dimana berkurangnya io-ion pada larutan elektrolit sudah tidak mampu mengantarkan tegangan listrik secara maksimal.

D. Pengukuran Penurunan Arus Listrik Menggunakan LED putih

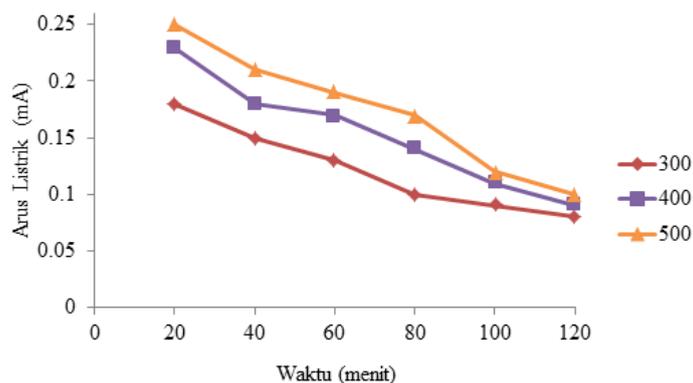
Hasil penurunan arus listrik dari sampel bio-baterai larutan sari buah cermai saat diberi LED putih dengan menggunakan beberapa variasi waktu yaitu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, 120 menit dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran penurunan arus listrik pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat menggunakan LED putih

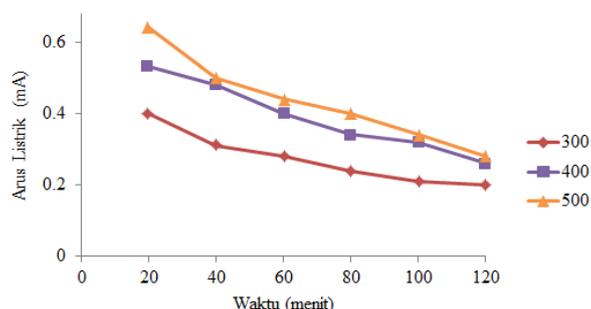
Volume	Waktu (menit)					
	20	40	60	80	100	120
300	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,02
	0,18	0,15	0,13	0,10	0,09	0,08
	0,40	0,31	0,28	0,24	0,21	0,20
400	0,11	0,09	0,08	0,07	0,05	0,03
	0,23	0,18	0,17	0,14	0,11	0,09
	0,53	0,48	0,40	0,34	0,32	0,26
500	0,15	0,13	0,10	0,09	0,07	0,04
	0,25	0,21	0,19	0,17	0,12	0,10
	0,64	0,50	0,44	0,40	0,34	0,28



Gambar 9. Hasil pengukuran penurunan arus listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-al saat diberi LED putih



Gambar 10. Hasil pengukuran penurunan arus listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-fe saat diberi LED putih



Gambar 11. Hasil pengukuran penurunan arus listrik larutan sari buah cermai terhadap elektroda cu-zn saat diberi LED putih

Tabel 4 menunjukkan penurunan nilai arus listrik dari waktu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit. Setiap 20 menit nilai arus listrik semakin menurun. Apabila dilihat dari variasi volume di dapat hasil nilai arus listrik terendah pada elektroda Cu-Al dengan volume 300 ml. Grafik hasil pengukuran penurunan tegangan pada bio-baterai larutan sari buah cermai saat di beri LED putih dapat dilihat pada Gambar 9,10 dan 11.

Gambar 9, 10, dan 11 menunjukkan grafik hasil penurunan arus listrik larutan sari buah cermai selama 2 jam dengan elektroda Cu-Al, Cu Fe dan Cu-Zn. Di setiap Volume larutan sari buah cermai terjadi penurunan pada nilai arus listrik yang disebabkan terjadinya penurunan ionisasi, dimana ion-ion mulai berkurang pada larutan elektrolit sehingga tidak mampu mengantarkan arus listrik secara maksimal.

Pembahasan

Hasil penelitian yang sudah dilakukan pada Pembuatan Bio-baterai Berbahan Buah Cermai (*Phyllanthus acidus*) Dengan Memvariasikan Elektroda antara lain: Cu-Al, Cu-Fe, dan Cu-Zn. Pasangan elektroda yang terbaik adalah bio-baterai sari buah cermai menggunakan elektroda Cu-Zn. Dari tabel dan grafik dapat dilihat perbedaan besar tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan setiap pasangan elektroda terhadap larutan sari buah cermai. Pada pasangan elektroda tembaga (Cu)-seng (Zn) nilai tegangannya lebih tinggi dari pasangan elektroda tembaga (Cu)-besi (Fe) dan tembaga (Cu)-aluminium (Al).

Pada pasangan elektroda Cu-Zn dihasilkan tegangan dan arus listrik yang paling besar dibandingkan dengan pasangan elektroda lainnya. Apabila keduanya dihubungkan dengan alat pengukur voltase dan tidak ada arus yang keluar dari sel maka terdapat perbedaan potensial 1,10 V. Potensial ini disebut Daya Gerak Listrik (DGL). Hal tersebut dikarenakan berdasarkan pada urutan deret volta yaitu: Zn, Ni, Sn, Ca, Li, Ba, Na, K, Mg, Fe, Mn, Pb, Al (H), Hg, Au, Cu, Ag, Pt. Daretan logam-logam tersebut di mana semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret tersebut, maka logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron) dan logam merupakan reduktor yang semakin kuat (semakin mudah mengalami oksidasi). Sebaliknya, semakin ke kanan kedudukan suatu

logam dalam deret tersebut, maka logam semakin kurang reaktif (semakin sulit melepas elektron) dan logam merupakan oksidator yang semakin kuat (semakin mudah mengalami reduksi) (Imamah, 2013).

Bio-baterai yang dihasilkan pada larutan buah cermai (*Phyllanthus acidus*) dengan memvariasikan elektroda dan memvariasikan volume mampu menyalakan lampu LED 3,3 volt selama 2 jam. Seiring dengan waktu pembebanan maka terjadi penurunan pada kelistrikan bio-baterai secara stabil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan pada pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik dapat disimpulkan bahwa: (1). Variasi elektroda pada sari buah cermai (*Phyllanthus acidus*) sangat berpengaruh terhadap kelistrikan bio-baterai. Bio-baterai yang menggunakan elektroda Cu-Zn memberikan nilai kelistrikan yang lebih tinggi dari pada yang menggunakan elektroda Cu-Fe dan pada bio-baterai yang menggunakan elektroda Cu-Fe memberikan nilai kelistrikan yang lebih tinggi dari pada yang menggunakan elektroda Cu-Al. Semakin banyak volume larutan sari buah cermai maka semakin besar nilai kelistrikan yang dihasilkan bio-baterai. Variasi elektroda pada sari buah cermai (*Phyllanthus acidus*) sangat berpengaruh terhadap kelistrikan bio-baterai. Pada bio-baterai yang menggunakan elektroda Cu-Zn memberikan nilai kelistrikan yang lebih tinggi dari pada yang menggunakan elektroda Cu-Fe dan pada bio-baterai yang menggunakan elektroda Cu-Fe memberikan nilai kelistrikan yang lebih tinggi dari pada yang menggunakan elektroda Cu-Al. Semakin banyak volume larutan sari buah cermai maka semakin besar nilai kelistrikan yang dihasilkan bio-baterai. (2). Bio-baterai pada larutan sari buah cermai mampu untuk menyalakan lampu LED 3,3 V dengan menggunakan elektroda CuAl, Cu-Fe dan Cu-Zn. Dari ketiga variasi tersebut elektroda Cu-Zn yang mampu menghidupkan lampu LED dengan optimal dari pada elektroda Cu-Al dan Cu-Fe disebabkan karena berkurangnya io-ion pada larutan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atina. (2015). Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam Buah. *Jurnal Ilmiah matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Vol. 12, No.2.
- Imamah, N. A. (2013). *Efek Variasi bahan Elektroda Serta Variasi Jarak Antar Elektroda Terhadap Kelistrikan yang Dihasilkan Oleh Limbah Buah Jeruk (Citrus Sp)*. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Khairiah, & Destini, R. (2017). Analisis Kelistrikan Pasta Elektrolit Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA UMN*, Vol. 11, No.4.
- Muqaddas, A. (2016). *Pembuatan Properti Lampu Dengan sumber Tegangan Listrik Dari Air Laut*. Makassar: Universitas Islam Negeri (UIN) Alaudin.
- Ridwan, M. (2016). Sel Elektrokimia:Karakteristik dan Aplikasi. *Jurnal Kimia FST UIN-Ar-Raniry Banda Aceh*, vol. 2, No. 1.
- Selpiana. (2015). Pemanfaatan Sari Buah Ceremai (*Phyllathus acidus*) Sebagai Alternatif Koagulan Lateks. *Jurnal teknik Kimia*, No. 1, Vol. 21.
- Setiawan, A. M., Nugraheni, D., Munzil, Marsuk, M. F., Husnayaini, N., & Hanifyyah, F. (2018). Pembuatan Sel Baterai Berbasis Bahan Alam Melalui Pembelajaran Stem. *Jurnal Pendidikan IPA*, Vol. 9, No. 1.
- Sintiya, & Deby, N. (2019). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Jeruk Dan Tomat Sebagai Solusi Energi Alternatif. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, Vol. 2, No. 1.
- Siregar, S. M. (2017). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Belimbing Wuluh (*Averhoa Belimbi*) Sebagai solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, Vol. 2, No. 1.
- Tanjung, A. F., Masthura, & Daulay, A. H. (2022). Pembuatan Bio-Baterai Dengan Memvariasikan Elektroda Berbahan Dasar Sari Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum*). *Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika*, Vol.10, No.1.