

PEMANFAATAN LIMBAH SAYURAN KANGKUNG UNTUK ISIAN BATU BATERAI RAMAH LINGKUNGAN

Triatmi Sri Widyaningsih^{a, 1, *)}, Diananto Prihandoko^{b, 2)}, Jumiati Jumiati^{c, 3)}

^{a,b,c)} Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Gedongkuning, Bantul dan 55198
^{1, 2, 3)} triatmisriwisyarningsi@gmail.com; dito19@ity.ac.id; jumiati@ity.ac.id

ABSTRAK

Aktifitas manusia tidak lepas dari kebutuhan energi yang menjadi komponen penting untuk keberlangsungan hidup. Oleh karena itu perlu adanya ketersediaan energi yang memadai. Salah satu energi yang fleksibel dan digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari adalah baterai. Baterai yang saat ini beredar di pasaran mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, cadmium, dan nikel yang tergolong B3. Limbah sayuran kangkung mengandung elektrolit-elektrolit seperti kalium dan natrium. Limbah sayuran tersebut dapat menghasilkan arus listrik yang ramah lingkungan atau biobaterai. Adapun tujuan dari penelitian adalah mengetahui besar energi yang dihasilkan oleh batu baterai dengan isian serbuk arang sayur kangkung. Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan memanfaatkan limbah sayur kangkung yang dibuat serbuk dan arang serta pasta sebagai pengganti bahan isian batu baterai ramah lingkungan. Berdasarkan hasil eksperimen terbukti bahwa kangkung dapat menghasilkan listrik yang ditunjukkan untuk menyalakan lampu. Dari ketiga variasi perlakuan dalam pengisian baterai (pengganti pasta elektrolite), pengisian dari serbuk arang kangkung lebih baik dibandingkan dengan serbuk kangkung kering dan serbuk arang kangkung yang dibuat pasta dengan penambahan lem tapioka sebagai perekat. Sedangkan nyala lampu yang paling redup pada pengujian pasta serbuk arang kangkung. Hal ini terjadi karena lem tapioka bersifat isolator/bukan pengantar arus listrik yang baik. Kangkung dapat digunakan menjadi baterai ramah lingkungan baik dalam bentuk serbuk kangkung kering, dalam bentuk serbuk arang dan pasta arang. Dari hasil eksperimen elektrolite kangkung yang paling besar menghasilkan daya listrik dalam bentuk serbuk arang. Tegangan, kuat arus dan daya yang dihasilkan dari 100 gr serbuk arang kangkung menghasilkan daya listrik sebesar 1,54 watt mendekati daya baterai AA dalam kondisi baru.

Kata kunci: limbah kangkung, baterai ramah lingkungan, listrik.

UTILIZATION OF SPINACH VEGETABLE WASTE FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BATTERY FILLING

ABSTRACT

Human activities cannot be separated from the need for energy which is an important component for survival. therefore there is a need for adequate energy availability. One form of energy that is flexible and used for various daily needs is batteries. Batteries on the market contain heavy metals such as mercury, lead, cadmium, and nickel which are classified as B3. Vegetable waste spinach contains electrolytes such as potassium, and sodium. This vegetable waste can produce environmentally friendly electric current or biobatteries. The aim of the research is to find out how much energy is produced from batteries filled with spinach, and vegetable charcoal powder. This research method is an experiment using spinach vegetable waste which is made into powder, charcoal, and paste as an environmentally friendly substitute for battery-filling materials. Based on experimental results, it is proven that spinach can produce electricity as shown by the flame of a lamp. Of the three treatment variations in charging batteries (a substitute for electrolyte paste), filling from spinach charcoal powder was better than dry spinach powder, and spinach charcoal powder was made into a paste with the addition of tapioca glue as an adhesive. Meanwhile, the light flame was the dimmest in the kale charcoal powder paste test. This happens because tapioca glue is an insulator/not a good conductor of electric current. Spinach can be used to make environmentally friendly batteries either in the form of dry spinach powder, in the form of

charcoal powder, and charcoal paste. From the experimental results, the largest water spinach electrolyte produces electrical power in the form of charcoal powder. The voltage, current strength and power produced from 100 grams of spinach charcoal powder produce an electrical power of 1.54 watts, close to the power of an AA battery in new conditions.

Keywords: spinach waste, environmentally friendly battery, electricity

PENDAHULUAN

Aktifitas manusia sehari-hari tidak lepas dari kebutuhan energi yang menjadi suatu komponen penting untuk keberlangsungan hidup, oleh karena itu perlu adanya ketersediaan energi yang memadai. Baterai merupakan salah satu sumber energi yang fleksibel sehingga mudah digunakan untuk kebutuhan berbagai kebutuhan sehari-hari. Batu baterai dapat kita jumpai pada peralatan elektronik seperti antara lain untuk mainan elektronik anak-anak, senter, jam dinding, dan lain sebagainya. Baterai merupakan sumber energi yang tidak terbarukan walaupun banyak inovasi yang dilakukan misal *rechargeable charger*. Inovasi tersebut hanya akan mengurangi limbah baterai, dan akan ada masanya energi yang tersimpan akan semakin menipis lalu habis. Baterai yang saat ini beredar di pasaran mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, cadmium, dan nikel yang tergolong B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang sulit diurai oleh mikroba dan sangat berbahaya (Ernawati et al., 2019). Unsur penyusun komponen baterai tersebut akan mencemari tanah sebagai media tanam. Jika produk tanaman tersebut terkonsumsi manusia mengakibatkan darah tinggi, terganggunya fungsi ginjal, hilangnya sel darah merah, keracunan saraf, dan juga menyebabkan impoten (Djuniardi et al., 2010).

Sel Leclanche atau baterai kering konvensional terdiri atas suatu silinder seng yang berisi pasta dari campuran batu kawi (MnO_2), salmiak (NH_4Cl), karbon (C) dan sedikit air (jadi sel ini tidak 100% kering). Zn berfungsi sebagai anode, dan katode digunakan elektrode inert berupa grafit yang dicelupkan di tengah-tengah pasta. Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik (Mardwianta, 2016). Energi listrik pada reaksi elektrokimia dapat terjadi melalui dua elektroda yang memiliki beda potensial dan terhubung pada bahan elektrolit (Mukminin et al., 2017). Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion yang merupakan atom-atom bermuatan elektrik dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Alam telah menyediakan elektrolit dari sayuran maupun buah-buahan.

Sayuran dan buah mengandung elektrolit-elektrolit seperti kalium dan natrium. Elektrolit-elektrolit tersebut dapat menghasilkan listrik dengan bergerak dari kutub negatif (seng) menuju kutub positif (tembaga), dan apabila dihubungkan dengan saklar listrik maka elektron-elektron tersebut dapat menghidupkan lampu pijar (Lubis et al., 2022). Sifat kelistrikan dari limbah buah-buahan dan sayur-sayuran dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik alternatif terbarukan yang berupa bio-baterai sebagai pengganti baterai karena mengandung banyak elektrolit (Yoffi, 2020). Biobaterai dapat didefinisikan sebagai perangkat yang dapat menghasilkan dan menyimpan energi listrik dengan bantuan senyawa organik (Arizona et al., 2021).

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan kangkung darat (*Ipomoea reptans*) adalah tumbuhan yang termasuk jenis sayur-sayuran dan ditanam sebagai makanan dan banyak dijual di pasar. Kangkung banyak terdapat di kawasan Asia, tempat asalnya tidak diketahui, dan merupakan tumbuhan yang dapat dijumpai hampir di mana-mana terutama di kawasan berair. Ada dua jenis bentuk kangkung yang dijual di pasaran. Yang pertama adalah kangkung berdaun licin dan berbentuk mata panah (kangkung air) sepanjang 10–15 cm. Tumbuhan ini memiliki batang berongga yang menjalar dengan daun berselang dan batang yang menegak pada pangkal daun. Tumbuhan ini bewarna hijau pucat dan menghasilkan bunga bewarna putih, yang menghasilkan kantung yang mengandung empat biji benih. Jenis kedua adalah dengan daun sempit memanjang (kangkung tanah) biasanya tersusun menyirip tiga. Kakung dapat dibudidayakan dalam lahan basah dengan hidroponik dan kering pada tanah (Wasdiyanta, 2020).

Kakung merupakan material *renewable* dengan masa produksi cepat dengan masa panen 30 hari setelah penanaman. Kakung dapat dipanen kembali setiap 7-10 hari apabila pemanenan dilakukan dengan dipetik pada pucuk tanaman. Kandungan nutrisi kangkung dalam 100 mg terdapat energi 79 kJ (19 kkal); serat 2,1 g; vitamin 315 mg; Karbohidrat 314 g; Vitamin A equiv 39% (315 μ g), Lemak 0,2

g, Protein 2,6 g. Dan mineral Kalsium 8% (77 mg), Zat besi 13% (1,67 mg), Magnesium 20% (71 mg), Mangan 8% (0,16 mg), Fosfor 6% (39 mg), Potasium 7% (312 mg), Sodium 8% (113 mg); Seng 2% (0,18 mg) (Hidayati et al., 2017). Kandungan elektrolite, masa panen yang pendek dan kemudahan dalam penanaman/budidaya ini maka kakung dapat dikembangkan sebagai salah satu alternative dalam pembuatan *eco-baterai*.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui apakah limbah sayur kangkung yang telah dijadikan serbuk arang dapat menghasilkan energi listrik sebagai pengganti bahan isian batu baterai (elektrolit) yang ramah lingkungan. Hal ini karena limbah sayuran hijau mengandung kalsium, tembaga, zat besi, magnesium, mangan, fosfor, selenium, dan zinc yang merupakan elektrolit yang dapat menghasilkan listrik

METODE PENELITIAN

Perlakuan penelitian ini menggunakan metode eksperimen, karena penelitian ini dilakukan beberapa percobaan-percobaan dengan menggunakan kangkung kering dan serbuk arang kangkung serta pasta serbuk arang kangkung sehingga didapatkan hasil data secara langsung. Yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah kuantitas yang terukur dengan daya hantar arus listrik dari kangkung kering dan serbuk arang sayur kangkung serta pasta arang kangkung. Acuan untuk memproduksi baterai di Indonesia 2 yang berlaku untuk produk ini yaitu:

- a) SNI 04-2051.1-2004 Baterai primer – Bagian 1: Umum
- b) SNI 04-2051.2-2004 Baterai primer – Bagian 2: Spesifikasi fisik dan listrik.

a) Teknik Penyajian Data

Pada penelitian ini menghasilkan data dan dilakukan pengujian data dari sisa sayuran kangkung kering dan serbuk arang kangkung serta pasta serbuk arang kangkung untuk menggantikan isian pada batu baterai. Hal ini akan mendapatkan data besaran kualitas daya hantar arus listrik dari isian kangkung tersebut, masing-masing data yang didapatkan dibandingkan satu sama lain yang akan diperoleh kesimpulan data.

b) Alat dan Bahan

Alat-alat dalam penelitian ini adalah : timbangan, bejana plastik, bola lampu LED, voltmeter, kabel merah dan hitam, blender listrik, Amperemeter, baterai bekas bertegangan 1,5 volt, gunting, cobek, wajan atau drum, gelas, ayakan tepung dan spatula. Adapun bahan-bahan meliputi : beberapa ikat sisa sayuran kangkung serta perekat yang terbuat dari pati kanji.

c) Cara membuat isian batu baterai ramah lingkungan yang mudah diaplikasikan di masyarakat

1. Membuat serbuk kangkung kering :

- a. Bahan sisa sayuran kangkung dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering.
- b. Menghaluskan sayuran kangkung kering dengan cara diblender hingga lembut.
- c. Menyaring serbuk dengan ayakan tepung

2. Membuat serbuk arang kangkung:

- a. Mengeringkan sisa bahan kangkung di bawah sinar matahari hingga kering
- b. Kangkung yang telah kering disangrai diatas kompor hingga berwarna hitam (jadi arang)
- c. Arang digerus dan disaring dengan ayakan tepung

3. Membuat pasta serbuk arang kangkung :

- a. Membuat serbuk arang kangkung
- b. Mebuat perekat yang terbuat dari tepung kanji dan air serta direbus hingga mengental.
- c. Serbuk arang kangkung dicampur dengan perekat tersebut hingga mengempal (padat)

d) Waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Agustus tahun 2023.

e) Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dari awal hingga akhir perlakuan tersebut antara lain :

1. Menyiapkan serbuk kangkung kering 100 gram

2. Menyediakan serbuk arang kangkung sebanyak 100 gram
3. Menimbang 100 gram pasta serbuk arang kangkung
4. Menyediakan batu baterai bekas (yang sudah tidak dapat dimanfaatkan)
5. Mengeluarkan zat mangan oksida (isian) di dalam baterai dengan menggunakan obeng/gunting
6. Setelah batu baterai bersih dari isiannya, baterai diisi kembali dengan serbuk kangkung kering
7. Mengukur tegangan dan arus pada baterai dengan ampermeter dan voltmeter. Pengukuran tegangan dan kuat arus menggunakan multimeter digital type DT830B, dengan spesifikasi:
Respon: Rata-rata menanggapi, dikalibrasi dalam RMS (*root-mean-square*) dari gelombang sinus dengan akurasi $\pm 1.2\%$ of rdg ± 10 digits.
Akurasi dijamin untuk tetap dalam batas-batas untuk 1 tahun, bila digunakan pada $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kurang dari 75% kelembaban relatif:
8. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap bahan yang lain yaitu dengan serbuk arang kangkung
9. Percobaan dilakukan pula dengan isian pasta serbuk kangkung
10. Siap melakukan percobaan dan mendapatkan hasil uji tegangan dan arus baterai dengan masing-masing bahan serbuk kangkung kering, serbuk arang kangkung dan pasta serbuk kangkung. Mengukur dan membandingkan tegangan dan daya hantar arus listrik kapasitas baterai yang asli/baru
11. Untuk mengetahui besaran daya listrik yang dihasilkan digunakan formula:

$$P = V.I \dots\dots\dots(1)$$
 Dimana: P = Daya listrik (Watt atau W)
 V = tegangan listrik (Volt atau V)
 I = kuat arus listrik (Ampere meter atau A)

(Mardwianta, 2016)

Daya listrik adalah energi yang dibawa oleh elektron yang bergerak tiap satuan waktu. Daya listrik dapat didefinisikan sebagai ukuran (rate) pada saat energi listrik dikonversi (Jurusan et al., 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kelistrikan dari Limbah Sayur kangkung

Sifat kelistrikan merupakan ciri khas bahan, karena sifat ini sangat bergantung pada konfigurasi elektron yang dimilikinya. Oleh karena setiap unsur memiliki konfigurasi elektron yang berbeda, maka sifat kelistrikannya akan berbeda meskipun dalam beberapa hal mungkin terdapat kesamaan. Benda memiliki beberapa sifat, salah satunya adalah yang berkaitan dengan muatan listrik. Dalam ilmu fisika, sifat benda yang muncul dari adanya muatan listrik disebut kelistrikan. Sesuai dengan namanya, inilah yang menjadikan kelistrikan menjadi bagian dari sifat fisika (Sudrajat, 2004). Berikut disajikan Tabel 1 hasil analisis arus dan tegangan.

Tabel 1 Hasil Analisis Arus dan Tegangan Serta Penyalaan LED yang Dihasilkan Limbah Sayur Kangkung

Bahan isian	Besaran Arus dan Tegangan		Keadaan LED		
	I (A)	V (V)	Terang	Redup	Tidak Nyala
Batu Baterai Baru	0,23	1,62	v	-	-
Serbuk Kangkung Kering	0,21	1,41	v	-	-
Serbuk Arang Kangkung	0,22	1,54	v	-	-
Pasta Serbuk Arang Kangkung	0,15	1,25	-	v	-

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan hasil eksperimen yang disajikan pada Tabel 1 di atas terbukti bahwa kangkung dapat menghasilkan listrik yang ditunjukkan nyala lampu. Dari ketiga variasi perlakuan dalam pengisian baterai (pengganti pasta elektrolite), pengisian dari serbuk arang kangkung lebih baik dibandingkan dengan serbuk kangkung kering dan serbuk arang kangkung yang dibuat pasta dengan penambahan lem tapioka sebagai perekat. Sedangkan nyala lampu yang paling redup pada pengujian pasta serbuk arang kangkung. Hal ini terjadi karena lem tapioka bersifat isolator/bukan pengantar arus listrik yang baik.

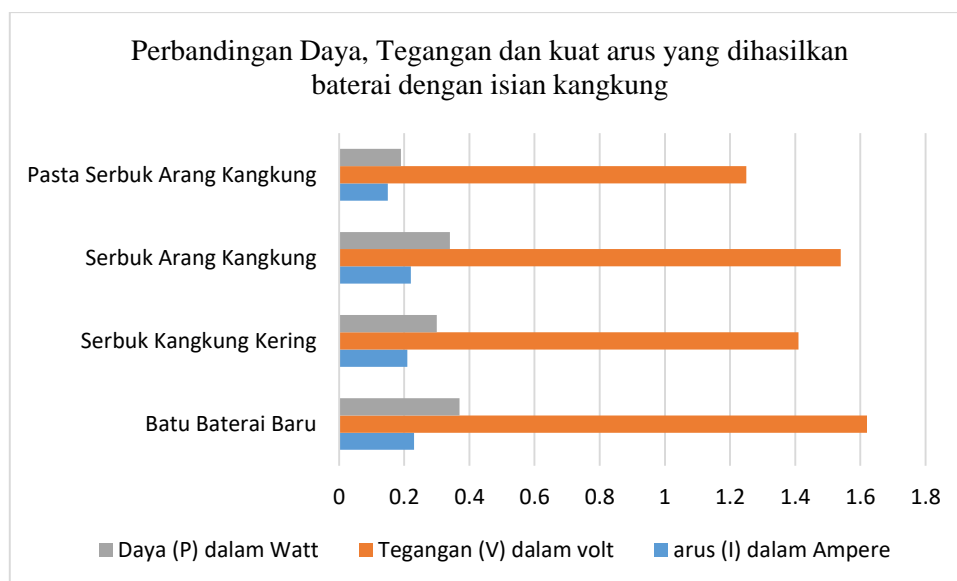
Besaran daya listrik yang dihasilkan dari baterai dengan isian kangkung dihitung dengan rumus persamaan 1: $P = V.I$ (1)
 Hasil perhitungan daya tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Besar Daya yang dihasilkan dari Baterai dengan isian Kangkung

Bahan isian	Besaran Arus dan Tegangan		Daya (W)
	I (A)	V (V)	
Batu Baterai Baru	0,23	1,62	0,37
Serbuk Kangkung Kering	0,21	1,41	0,30
Serbuk Arang Kangkung	0,22	1,54	0,34
Pasta Serbuk Arang Kangkung	0,15	1,25	0,19

Sumber : Data Primer, 2023

Dari data Tabel 2 di atas daya listrik yang paling tinggi sama dengan lampu dengan nyala paling terang yaitu isian baterai dengan Serbuk Arang Kangkung. Untuk melihat lebih jelas perbandingan besaran Daya, Tegangan dan kuat arus yang dihasilkan dari 3 perlakuan yang diujicobakan disajikan dalam grafik histogram berikut ini (Gambar 1).



Gambar 1 Grafik Perbandingan tegangan, kuat arus listrik dan Daya yang dihasilkan dalam baterai dengan isian kangkung (sumber : olah data, 2023)

Dari grafik (Gambar 1) di atas terlihat pengisian baterai dengan serbuk arang kangkung sebagai elektrolite memiliki daya mendekati baterai asli (AA) dengan daya 1,54 sedangkan baterai aslinya (dalam kondisi baru) 1,64 watt. Hal ini terjadi karena arang merupakan karbon aktif yang baik digunakan sebagai elektrode.

Prinsip bio-baterai hanya melibatkan transportasi elektron antara dua elektroda yang dipisahkan oleh medium konduktif (elektrolit) serta memberikan kekuatan gerak elektro berupa potensial listrik dan arus (Kartawidjaja, et. al , 2011). Listrik arus DC atau *direct current* yang dihasilkan melalui pasta

kangkung diakibatkan karena adanya perbedaan muatan sehingga ion-ion positif dan negatif yang terdapat di dalam batu baterai dapat bergerak secara bebas dan aktif, pergerakan ini terjadi karena adanya beda muatan pada kutup positif (katoda) dan kutup negatif (anoda) pada biobaterai.

Cara kerja bio-baterai seperti cara kerja sel galvanik-volta, jika ada dua elektroda yang berbeda dimasukkan pada elektrolit maka dapat menghasilkan energi listrik sebagai hasil reaksi kimia yang berlangsung spontan. Reaksi spontan terjadi jika dalam sel sirkuit telah lengkap artinya ada elektroda dan elektrolit, dan reaksi hanya dapat terjadi jika pereaksi-pereaksi direaksikan pada wadah yang sama. Reaksi yang terjadi pada bio-baterai adalah reaksi oksidasi-reduksi dengan elektroda Zn sebagai anoda dan Cu sebagai katoda. Pada anoda terjadi oksidasi dan elektron bergerak menuju elektroda. Elektron mengalir melalui sirkuit luar menuju katoda dan berpindah ke zat dalam elektrolit, zat yang menerima elektron mengalami reduksi. Dalam elektrolit (sirkuit dalam), muatan diangkut oleh kation ke katoda dan oleh anion ke anoda. Begitu reaksi terjadi berulang-ulang sehingga menghasilkan energi listrik (Yoffi, 2020).

KESIMPULAN

Kangkung dapat digunakan menjadi baterai ramah lingkungan baik dalam bentuk serbuk kangkung kering, dalam bentuk serbuk arang dan pasta arang. Dari hasil eksperimen elektrolite kangkung yang paling besar menghasilkan daya listrik dalam bentuk serbuk arang. Tegangan, kuat arus dan daya yang dihasilkan dari 100 gr serbuk arang kangkung menghasilkan daya listrik sebesar 1,54 watt mendekati daya baterai AA dalam kondisi baru.

Dalam eksperimen ini belum meneliti terhadap lama waktu nyala lampu, sehingga belum bisa diketahui berapa kebutuhan serbuk kangkung untuk menghasilkan daya listrik yang memadai untuk keperluan rumah tangga, penelitian ini juga tidak menghitung kebutuhan bahan baku kangkung basah sebelum aplikasi pada eksperimen pengisi batu baterai, diharapkan ada keberlanjutan penelitian terkait lama nyala lampu dan kebutuhan kangkung basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arizona, R., Kurniadi, S., & Fernando, Y. (2021). Direction Flow (Dc) Electric Energy Production Through Utilization of Banana Leather and Papaya Leather Waste To Be an Environmentally Friendly Biobattery. *Journal Renewable Energy & Mechanics (REM)*, 04(01), 2714–621. [https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4\(01\).6006](https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4(01).6006)
- Djuniardi, Fadjar, Ersya S. Nanda, Kusnandar, Husna. (2010). *Penanganan Limbah B3 Bahan Berbahaya Dan Beracun Batu Baterai Bekas Melalui Partisipasi Konsumen dan Penerapan Metode Produksi Bersih*. Bogor.
- Ernawati, D., Arifudin, M., & Husodo, S. B. (2019). Baterai Ramah Lingkungan dari Limbah Serbuk Kayu Merbau (Intsia bijuga) dan Matoa (Pometia sp.). *J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis*, 17(1), 83–89.
- Hidayati, N., Rosawanti, P., Yusuf, F., & Hanafi, N. (2017). Kajian Penggunaan Nutrisi Anorganik terhadap Pertumbuhan Kangkung (Ipomoea reptans Poir) Hidroponik Sistem Wick. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 4(2), 75–81. <https://doi.org/10.33084/daun.v4i2.81>
- Jurusan, D., Fakultas, F., Universitas, M., & Palembang, P. (2015). *Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam*. 12(2), 28–42.
- Kartawidjaja, M., Abdurroccman, A., dan Rumeksa, E. (2008) . *Pencarian Parameter Bio-Baterai Asam Sitrat (C6H8O7)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II : 105-115.
- Lubis, R. W., Daulay, A. H., Muslim, U., Alwashliyah, N., & Arus, K. (2022). *ANALISIS Karakteristik Larutan Elektrolit*. 6(1), 20–29.
- Mardwianta, B. (2016). Bawang Putih, Bayam Dan Garam Sebagai Energi Alternatif Baterai. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 2, 77. <https://doi.org/10.28989/senatik.v2i0.74>
- Mukminin, G. A., Pauzi, G. A., & Warsito. (2017). Analisis Potensi Elektrik Berbagai Elektrolit Alam Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 06(01), 91–100. <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/view/1830>
- SNI. (1990). Standar Nasional Indonesia 04-2051-1990 : Baterai Kering, Mutu, dan Cara Uji. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.

- SNI. (2004). Standar Nasional Indonesia 04-2051-1-2004 : Baterai Primer- Bagian 1 : Umum Uji. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta\
- SNI. (2004). Standar Nasional Indonesia 04-2051-2-2004 : Baterai Primer- Bagian 2 : Spesifikasi fisik dan listrik. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Sudrajat, H. S. (2004). *Analisis sifat termoelektrik bahan dengan sistem kopel*. VI(2), 155–160.
- Wasdiyanta, W. (2020). Analisis Pendapatan Usahatani Kangkung (*Ipomoea Reptans Poir*) Jalan Sukamara Kelurahan Landasan Ulin Utara Kecamatan Liang Anggang Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(2), 160. <https://doi.org/10.31602/zmip.v45i2.2787>
- Yoffi, A. (2020). Kajian Limbah Buah Dan Sayur Dengan Ilmu Agroteknologi Sebagai Energi Alternatif Bio Baterai. *Seminar of Social Sciences Engineering & Humaniora*, 1–8.