

Utilization of Biomass Waste from Banana (*Musa Paradisiaca*) and Breadfruit (*Artocarpus Communis*) Peel for Development of Bio-Batteries

Pemanfaatan Limbah Biomassa Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) dan Kulit Sukun (*Artocarpus Communis*) Untuk Pembuatan Bio-Baterai

Rismul Trianto Salawali^{1*}, Sri Ayu Lestari², Nurhajawarsi³, Yusriadi⁴

Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: rismulsalawali25@gmail.com

ABSTRACT

Bio-batteries are one alternative as well as a solution to the limited use of electrical energy. Batteries that are widely used today are sourced from chemicals in the form of heavy metals such as mercury, lead, cadmium, and nickel, which can pollute the environment if not disposed of properly. Efforts to reduce the use of chemicals that pollute the environment need innovation to overcome the problem. This study aims to determine the formula for bio-batteries that have a long life. The method used is to mix banana peel and breadfruit peel that has been fermented with variations of b/vv (g/mL) with a composition of 0, 25, 50, 75, and 100% at each concentration. The parameters observed in this study were pH and voltage measurements during the fermentation process for 7 days, and the bio-batteries that had been made were tested for potential differences in electric current, power, resistance, and durability. As a result, the optimum condition of the bio-battery was obtained in a mixture of 75% banana peel compared to 25% breadfruit peel by producing a potential difference of 1.37 V, an electric current of 1.5 mA, and a power of 0.68 mW. A bio-battery with a composition of 75% banana peel compared to 25% breadfruit peel can last a maximum of 31 hours and 28 minutes when used on a wall clock.

Keywords: *Bio-battery; biomass waste; Environmentally friendly*

ABSTRAK

Bio-baterai adalah salah satu alternatif sekaligus solusi untuk keterbatasan penggunaan energi listrik. Baterai yang banyak digunakan sekarang ini merupakan baterai yang bersumber dari bahan kimia berupa logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel, yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dibuang dengan benar. Upaya untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yang mencemari lingkungan perlu adanya inovasi untuk menanggulangi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formula bio-baterai yang memiliki daya tahan lama. Metode yang digunakan adalah mencampurkan kulit pisang dan kulit sukun yang telah difermentasi dengan variasi b/v (g/mL) dengan komposisi 0, 25, 50, 75, dan 100% pada masing-masing konsentrasi. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah pengukuran pH dan tegangan pada saat proses fermentasi selama 7 hari, dan pada bio-baterai yang telah dibuat dilakukan pengujian beda potensial, arus listrik, daya, hambatan, dan daya tahan bio-baterai. Hasilnya, kondisi optimum bio-baterai diperoleh pada campuran 75% kulit pisang berbanding 25 % kulit sukun dengan menghasilkan beda potensial sebesar 1,37 V, arus listrik sebesar 1,5 mA, dan daya 0,68 mW. Bio-baterai dengan komposisi 75% kulit pisang

berbanding 25% kulit sukun dapat bertahan paling lama 31 jam 28 menit apabila digunakan pada jam dinding

Kata kunci: Bio-baterai; limbah biomassa; ramah lingkungan.

1. PENDAHULUAN

Baterai yang banyak digunakan sekarang ini merupakan baterai yang bersumber dari bahan kimia berupa logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dibuang dengan benar. Sehingga perlu adanya inovasi baru dalam menangani masalah kandungan baterai agar tidak mencemari lingkungan, salah satunya yaitu dengan mengganti isi dari kandungan baterai tersebut dengan bahan yang lain selain bahan yang sekarang digunakan sebagai isi baterai dan lebih ramah lingkungan (Kartawidjaya, 2008).

Pada dasarnya, energi listrik dapat diperoleh dari berbagai sumber termasuk buah dan sayur, khususnya buah yang mengandung banyak asam sitrat. Energi listrik yang berasal dari buah dan sayuran karena terdapat ion elektrolit. Elektrolit yang dihasilkan akan menghasilkan energi listrik, dimana dapat digunakan sebagai bio-baterai untuk memenuhi kebutuhan listrik. Prinsip kerja baterai menggunakan prinsip elektrokimia dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi, dimana elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron yang berada pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju positif (katoda) (Kartawidjaya, 2008).

Berdasarkan penelitian Anggraeni Cindy Nur (2019) membuktikan bahwa kulit pisang dapat digunakan sebagai pasta (elektrolit) dalam bio-baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tegangan yang dihasilkan dari bio-baterai kulit pisang yaitu, 1,24 V dan dapat bertahan rata-rata 5 hari 6 jam atau 135 jam apabila digunakan pada jam dinding. Setyowati Nunik (2020) membuat elektrolit gel bio-baterai dari limbah sukun, kulit pisang, dan markisa dengan menggunakan metode fermentasi dan penambahan Polivinil Alkohol (PVA). Fermentasi dilakukan selama 12 hari, pengujian dilakukan dengan penambahan PVA dan tanpa pencampuran PVA pada hari ke -4, ke 8, dan ke 12 untuk pengujian arus dan tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh baterai kering dengan elektrolit tertinggi berada pada kulit sukun yaitu sebesar 0,190 V dan 0,133 mA. Arham (2021) tentang kelistrikan yang dihasilkan limbah buah dan sayuran sebagai alternatif bio-baterai yang menggunakan limbah kulit pisang, tomat, belimbing wulu dan ampas kelapa. Pada penelitian tersebut diperoleh pada campuran 25% ampas kelapa berbanding 75% kulit pisang dengan menghasilkan beda potensial sebesar 1,2 V, arus listrik sebesar 3,6 mA, dan daya 3,84 mW. Bio-baterai tersebut dapat bertahan paling lama 6 hari 4 jam 32 menit apabila digunakan pada jam dinding.

Penelitian ini memanfaatkan limbah biomassa untuk menggali potensi kulit pisang dan kulit sukun sebagai baterai kering yang ramah lingkungan serta untuk meminimalisir dampak kekurangan energi. Pengukuran yang diteliti berupa derajat keasaman (pH) dari pasta kulit pisang dan kulit sukun pada saat fermentasi, nilai kuat arus, tegangan, dan hambatan yang dihasilkan limbah biomassa yang bisa

dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif serta uji daya tahan pada jam dinding sehingga sesuai dengan SNI 04-2051.2.2004.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng. Jenis penelitian yang dilakukan yaitu jenis penelitian eksperimen. Pembuatan elektrolit bio-baterai dilakukan melalui tahap fermentasi. Sampel dibuat menjadi elektrolit bio-baterai dan dilakukan pengukuran tegangan, arus, dan hambatan. Analisis data dilakukan dengan perbandingan karakteristik elektrolit bio-baterai yang dihasilkan antara elektrolit baterai dengan kulit pisang dan kulit sukun dengan mengacu pada elektrolit baterai yang ada di pasaran.

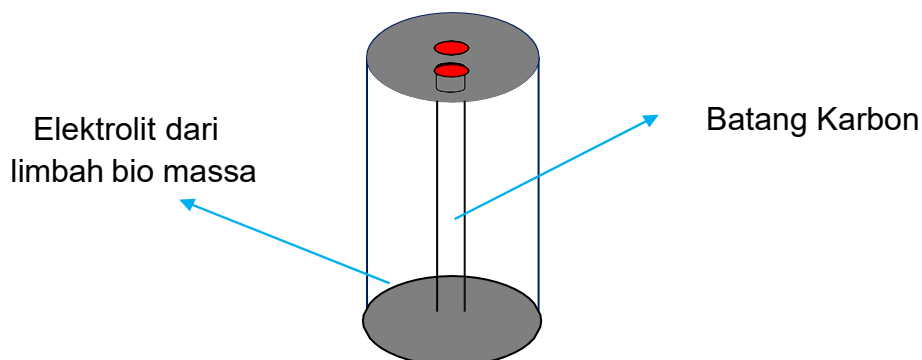
Pada penelitian ini ada beberapa alat dan bahan yang digunakan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender listrik, neraca analitik, kabel dan penjepit buaya, multitester, pH meter, gelas kimia, timer, cawan petri. Sedangkan untuk bahan-bahan yang digunakan diantaranya plat elektroda Zn (seng), plat elektroda Cu (tembaga), resistor 330 Ω , kulit pisang, kulit sukun, dan baterai bekas AAA LR03.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan : persiapan (pemilihan elektroda, pemilihan limbah biomassa, pembuatan pasta elektrolit, dan perakitan bio-baterai), hingga pengambilan data, serta pengujian gel elektrolit bio-baterai. Pembuatan elektrolit bio-baterai sendiri dilakukan melalui tahap fermentasi selama 7 hari dan dilakukan pengukuran tegangan, arus, dan hambatan. Pencampuran pasta menggunakan perbandingan b/v (g/mL) dengan komposisi berikut.

Tabel 1. Data perbandingan campuran pasta elektrolit bio-baterai

Formula	Konsentrasi %	
	Kulit Pisang	Kulit Sukun
A	100	0
B	75	25
C	50	50
D	25	75
E	0	100

Proses Perakitan Bio-Baterai



Gambar 1. Desain Bio-Baterai

- a. Memilih limbah baterai
Jenis limbah baterai yang digunakan yaitu baterai sekali pakai atau singleuse dengan ukuran sedang.
- b. Mengelupas kulit baterai
- c. Menggunakan gunting kuku untuk memisahkan antara kulit baterai luar dengan kulit baterai dalam. Caranya dimulai dari ujung bawah hingga ujung atas sampai kulit baterai yang terlepas.
- d. Mengeluarkan batang elektroda
- e. Memotong ujung baterai agar tutup yang tersambung dengan batangelektroda dapat terpisah dari badan baterai yang berisis karbon. Pengeluaran batang elektroda ini dilakukan untuk mempermudah proses pengeluaran karbon yang terdapat di dalam baterai.
- f. Mengeluarkan karbon
- g. Mengeringkan bagian daalam baterai menggunakan obeng hingga semua karbon dapat dikeluarkan. Pengeluaran karbon ini dilakukan agar dapat diisi dengan pasta kulit pisang.
- h. Mengisi baterai dengan elektrolit dari limbah biomassa
- i. Memasukkan elektrolit limbah biomassa ke dalam baterai yang telah dibersihkan dari karbon.
- j. Menutup ujung batang elektroda.
- k. Menutup baterai kembali dengan batang elektroda. Hal ini dimaksudkan agar elektrolit limbah biomassa mengenai batang elektroda sehingga besar tegangannya dapat diukur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini mencakup pengaruh waktu fermentasi terhadap pH dan tegangan yang dihasilkan serta hubungan campuran pasta dengan beberapa konsentrasi terhadap nilai tegangan dan daya tahan yang dihasilkan oleh berbagai bio-baterai limbah biomassa.

Tabel 2. Data pengukuran tegangan (V) pada kulit pisang

Fermentasi hari ke-	Nilai pH	Tegangan pada waktu (menit) (V)			Rata – rata (V)
		5	10	15	
1	5,57	0,48	0,49	0,52	0,5
2	5,5	0,52	0,53	0,53	0,53
3	5,4	0,6	0,6	0,65	0,62
4	5,43	0,72	0,72	0,72	0,72
5	5,3	0,75	0,75	0,75	0,75
6	5,1	0,77	0,77	0,77	0,77
7	5	0,83	0,83	0,83	0,83

Tabel 3. Data pengukuran tegangan (V) pada kulit sukun

Fermentasi hari ke-	Nilai pH	Tegangan pada waktu (menit) (V)			Rata – rata (V)
		5	10	15	
1	5	0,54	0,55	0,55	0,55
2	4,8	0,55	0,55	0,55	0,55
3	4,7	0,85	0,6	0,61	0,69
4	4,6	0,85	0,45	0,57	0,62
5	4,5	0,92	0,91	0,91	0,91
6	4,5	0,92	0,93	0,93	0,93
7	4,3	0,87	0,87	0,88	0,87

Berdasarkan tabel pengukuran tegangan pada kulit pisang dan kulit sukun, dapat diketahui bahwa lamanya proses fermentasi mengakibatkan pH pada limbah kulit pisang dan sukun mengalami penurunan. Sedangkan tegangan yang dihasilkan mengalami kenaikan. Berdasarkan referensi yang didapatkan dalam penelitian Atina (2015) menyatakan bahwa semakin kecil pH larutan maka arus yang dihasilkan akan semakin besar begitupun sebaliknya. Penurunan pH dan kenaikan tegangan juga dapat dipengaruhi oleh lamanya proses fermentasi. Menurunnya nilai pH disebabkan karena adanya aktivitas bakteri (mikroorganisme) dalam limbah yang diuji, mikroorganisme tersebut mengoksidasi senyawa organik menjadi karbon dioksida dengan langsung mentransfer elektron. Selama proses transfer elektron terjadi pergerakan ion-ion dari anoda ke katoda yang menghasilkan tegangan (Novi, 2015). Berdasarkan hal tersebut, fermentasi berpengaruh pada sifat kelistrikan, yaitu semakin lama fermentasi maka akan menyebabkan naiknya produksi asam dan alkohol sehingga menurunkan pH dan jumlah listrik yang dihasilkan semakin besar, begitupun sebaliknya semakin rendah tingkat keasaman (pH meningkat) maka jumlah listrik yang dihasilkan semakin kecil.

Tabel 4. Hasil pengukuran arus dan tegangan campuran pasta elektrolit bio-baterai

Formula	Beda potensial (V)	Hambatan luar (Ω)	Arus secara teori (mA)	Arus terukur (mA)	Hambatan dalam (Ω)	Daya (mW)
A	1,35	329	4,1	1,23	0,76	1,66
B	1,37	329	4,18	1,5	0,58	0,68
C	1,37	329	4,18	1,13	1	1,55
D	1,16	329	3,52	0,35	2,98	0,406
E	0,6	329	1,82	0,84	0,38	0,504

Hasil pengukuran sifat kelistrikan pada elektrolit dapat diketahui bahwa, campuran elektrolit limbah biomassa dengan kondisi yang paling baik yaitu pada formula B, yang menghasilkan tegangan sebesar 1,37 V dan arus yang terukur jika diberi beban sebesar 329 Ω adalah 1,5 mA. Tegangan yang dihasilkan dari formula

limbah elektrolit dari B ini mendekati nilai tegangan yang dihasilkan baterai komersil yakni sebesar 1,5 V dan 2,25 mA (Jauhara, 2013). Sedangkan nilai tegangan terkecil dihasilkan oleh formula A, yakni sebesar 0,6 V dengan arus 0,84 mA. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan SNI 04-2051.2-2004 tentang Baterai primer–Bagian 2: Spesifikasi fisik dan listrik, rata-rata tegangan yang telah didapatkan mendekati nilai tegangan yang dihasilkan baterai AAA LR03 sebesar 1,5 Volt. Jika ditinjau dari masing-masing tabel terlihat nilai arus secara teori dengan arus yang terukur pada alat memiliki perbedaan yang sangat besar, rata-rata perbedaan yang diperoleh hampir setengah dari nilai arus secara teori. Hal ini disebabkan karena masih terdapat hambatan yang terkandung pada masing-masing limbah. Berdasarkan hukum ohm besar arus listrik (I), yang mengalir melalui sebuah penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan atau beda potensial (V), dan berbanding terbalik dengan nilai hambatan, semakin besar nilai hambatan pada suatu sistem maka semakin kecil kuat arus yang dihasilkan (Indriana, 2021).

Tabel 5. Hasil pengujian ketahanan bio-baterai pada jam dinding

Formula	Tegangan (V)	Daya tahan baterai
A	1,35	30 jam 58 menit
B	1,37	31 jam 28 menit
C	1,37	24 jam 40 menit
D	1,16	-
E	0,6	-

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan formula sampel yang memiliki perbandingan kulit pisang yang lebih banyak, lebih tahan lama pada jam dinding dibandingkan dengan kulit sukun. Hal ini dipengaruhi oleh proses fermentasi, kandungan kadar air atau mineral pada pasta yang masih tinggi, sehingga memudahkan terjadinya polarisasi. Kadar air (H_2O) yang terdapat dalam kulit pisang yaitu lebih dari 60% dimana air tersebut apabila terjadi suatu reaksi kimia (Anggraeni, 2019), terbukanya kulit luar pembungkus baterai menyebabkan elektrolit menjadi lembab dan nilai tegangan yang dihasilkan kurang maksimal serta korosi pada baterai bekas yang digunakan sebagai wadah bio-baterai mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan (Arizona, 2021).

4. KESIMPULAN

Formula bio-baterai yang memiliki daya tahan lebih lama terdapat pada formula B yang dapat bertahan paling lama 31 jam 28 menit apabila digunakan pada jam dinding dengan beda potensial sebesar 1,37 Volt, arus listrik sebesar 1,5 mA, dan daya 0,68 mW.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih disampaikan kepada Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kementerian Perindustrian, yang telah membantu memberikan bantuan selama proses penelitian.

REFERENSI

- Agustina, S. E. (2007). Potensi Limbah Produksi Biofuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jakarta. Konferensi Nasional.
- Amin, M.N., Dan Dey, P.D. (2010). Electrochemical Analysis of Fruit and Vegetable Freshness. California: Universitas Nasional.
- Anggraeni, C. N. (2019). Kulit Pisang Sebagai Bio-Baterai Ramah Lingkungan (Biodegradable). Jakarta.: Jurnal.
- Arham. (2021). Pembuatan Elektrolit Bio-Baterai Dari Limbah Biomassa Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif. Tugas Akhir. Program Studi Analisis Kimia Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Bantaeng.
- Arizona, R., dkk. (2021). Produksi Energi Listrik Arus Searah (DC) Melalui Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang dan Kulit Papaya Menjadi Biobaterai Ramah Lingkungan. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan Departemen Teknik Mesin Dan Industry Universitas Gadjah Mada. *Journal Renewable Energy & Mechanics (REM)* Vol. 04 No. 01: 32-46.
- Atina. (2015). Tegangan dan Kuat Arus Listrik dari Sifat Asam Buah. *Jurnal Sainmatika*. Vol.12, No.2:28-42.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 04-2051.2-2004 Baterai Primer – Bagian 2: Spesifikasi Fisik Dan Listrik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dewanti, 2008. Limbah Kulit Pisang Kepuk Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol. Jakarta timur: UPN Veteran.
- Fauzana, N. A., dan Abun, S, S. (2012). Potensi Kulit Pisang, Teknologi Fermentasi Untuk Bahan Pakan Ikan. Semarang: Universitas Dipenegoro.
- Jauharah, W. D., (2013). Analisis Kelistrikan Yang Dihasilkan Limbah Buah Dan Sayuran Sebagai Energi Alternatif Bio-Baterai. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember.
- Kartawidjaja. M, Abdurrochman. A, Rumeksa. E. (2008). Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi-II 2008.Lampung: Universitas Lampung: 105-115
- Marianti, dkk. (2021). Perbedaan Durasi Fermentasi Kulit Jeruk Nipis, Kulit Pisang Kepok, dan Kulit Alpukat Untuk Menghasilkan Energi Listrik Pada Aki. Pendidikan Teknologi Petanian Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. Vol.7, No :7.
- Matince, R. (2006). Karakteristik Fisik dan pH Sari Wortel. Skripsi.Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Muhlisin, M. dkk. (2015). Pemanfaatan Kulit Pisang Dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai. Bandar Lampung: Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

- Nurmiati. (2016). Analisis Pemanfaatan Kelistrikan Dari Limbah Sayur dan Buah Sebagai Energi Listrik Alternatif Di Pasar Sungguminasa. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alauddin Makassar.
- Novi, H., Y., dkk. (2015). Pengeruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan Dari Sel Accu Dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of Physics*, 6(1). 97-104.
- Setyowati, N. (2020). Analisis Kelistrikan Limbaah Biomassa Sebagai Gel Elektrolit Baterai. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Yasa, W. K., Sukainah, A., & Rais, M. (2019). Pemanfaatan Berbagai Limbah Buah-buahan Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5, 109–113.