

**DIRECTION FLOW (DC) ELECTRIC ENERGY
PRODUCTION THROUGH UTILIZATION OF BANANA
LEATHER AND PAPAYA LEATHER WASTE TO BE AN
ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BIOBATTERY
(PRODUKSI ENERGI LISTRIK ARUS SEARAH (DC) MELALUI
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG DAN KULIT PEPAYA
MENJADI BIOBATERAI RAMAH LINGKUNGAN)**

Rafil Arizona^{1*}, Shandy Kurniadi¹, Yoga Fernando¹, Indarto²

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

²Departement Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada

*Corresponding author: rafilarizona@eng.uir.ac.id

ABSTRACT

One of the most widely used energy sources and the most widely recognized by the general public is the primary type battery, this type of battery is very widely used in everyday life. A conventional battery contains heavy metals such as mercury, lead, cadmium, and nickel. All these metals are B3 waste which is very dangerous for the environment and the human body if it is not recycled properly. And efforts to find battery substitution materials that are more environmentally friendly must be done. One of the efforts that can be made to overcome the problem of B3 waste above is by researching and utilizing the waste of banana peel and papaya peel in order to produce direct electrical energy (DC). With the aim of the community getting a source of electrical energy that is environmentally friendly, easy to recycle and the concern about the magnitude of the danger due to the impact of heavy metals can be reduced. The purpose of this research is to determine the voltage (voltage), current (ampere) and the maximum power produced and the durability of the bio-battery made. The method used was to conduct a literature study and experimental laboratory by making a bio-battery paste from banana peel waste and papaya peel waste as a substitute for the paste in conventional batteries. The results obtained from this study are the banana peel waste paste can conduct electricity and produce a maximum voltage of 1.24 volts, with a maximum power of 0.496 mW and for bio-batteries, papaya peel waste can produce a maximum voltage of 1.25 volts, with a maximum power of 0.6625 mW. A bio-battery made from banana and papaya peels can last for 16 hours.

Keywords: Banana Peels, Bio-Batteries, , Papaya Peels

ABSTRAK

Salah satu sumber energi yang paling banyak penggunaannya dan paling banyak dikenal oleh khalayak pada umumnya yaitu baterai dengan jenis primer, baterai jenis ini sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari. Di dalam sebuah baterai konvensional terdapat kandungan logam berat seperti: merkuri, timbal, cadmium dan nikel. Semua logam tersebut merupakan sampah B3 yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan tubuh manusia apabila tidak dilakukan daur ulang dengan benar. Dan usaha untuk mencari bahan substitusi baterai yang

lebih ramah lingkungan mesti dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan sampah B3 diatas adalah dengan cara meneliti dan memanfaatkan limbah kulit pisang batu dan limbah kulit pepaya agar dapat memproduksi energi listrik searah (DC) yang ramah lingkungan, mudah di daur ulang serta kekhawatiran akan besarnya bahaya karena dampak logam berat dapat berkurang. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tegangan (voltase), arus (ampere) dan daya maksimum yang dihasilkan serta daya tahan bio-baterai yang dibuat. Metode yang digunakan adalah melakukan studi literatur dan experimental laboratory dengan cara membuat pasta biobaterai dari limbah kulit pisang batu dan limbah kulit pepaya sebagai pengganti pasta pada baterai konvensional. hasil yang di peroleh dari penelitian ini yaitu pasta limbah kulit pisang batu dapat menghantarkan listrik dan menghasilkan tegangan maksimal sebesar 1.24 volt, dengan daya maksimum 0.496 mW dan untuk biobaterai limbah kulit pepaya dapat menghasilkan tegangan maksimal sebesar 1.25 volts, dengan daya maksimum 0.6625 mW. Biobaterai berbahan dasar kulit pisang batu dan pepaya dapat bertahan selama 16 jam.

Keywords: Bio-Baterai, Kulit Pisang, Kulit Pepaya

PENDAHULUAN

Hari ini semua aktivitas kehidupan manusia membutuhkan energi. Energi menjadi salah satu komponen paling penting untuk dapat terciptanya keberlangsungan hidup manusia. Salah satu sumber energi yang paling banyak penggunaannya dan paling banyak dikenal oleh khalayak pada umumnya yaitu baterai dengan jenis primer, baterai jenis ini sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari, seperti menjadi sumber energi pada jam dinding, mainan anak-anak, remot tv, senter dan lain-lain (Fadilah et al., 2015). Menurut Chang (2005) dalam Fadilah et al., (2015:45) Baterai merupakan sebuah media yang memiliki fungsi untuk dapat mengubah energi kimia yang dikandung oleh bahan aktif menjadi energi listrik secara langsung, energi listrik yang dihasilkan oleh baterai berasal dari kombinasi dua reaksi yang berbeda yaitu reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia, ke dua hal ini terjadi pada elektroda. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan

baterai semakin meningkat, hal itu terlihat dari semakin banyaknya peralatan-peralatan elektronik di dunia, yang notabeneanya menggunakan baterai arus DC sebagai sumber energi utama agar peralatan tersebut dapat bekerja dengan maksimal, juga semakin banyaknya inovasi-inovasi komponen baterai yang dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan agar baterai yang berkualitas dapat dihasilkan, hal itu ditandai dengan semakin stabilnya arus dan tegangan listrik DC yang dihasilkan oleh baterai (Fadilah, et al., 2015).

Dengan semakin meningkatnya inovasi pada baterai, itu berarti resiko yang dihadapi oleh masyarakat dunia ini juga semakin besar, baterai yang di produksi dan dipasarkan untuk keperluan sehari-hari memiliki kandungan logam berat yang sangat berbahaya apabila terserap oleh tubuh manusia, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Muhlisin dkk. 2015 di dalam baterai konvensional terkandung logam-logam berat seperti

merkuri, timbal, cadmium dan nikel. Sampah baterai konvensional tergolong ke dalam sampah B3 (Zat berbahaya dan beracun) sehingga sulit untuk di uraikan oleh alam dan mikroba (Muhlisin et al., 2015). Logam berat tersebut diketahui dapat menyebabkan permasalahan yang cukup serius bagi tubuh manusia yaitu dapat menyebabkan timbulnya penyakit kronis seperti fungsi ginjal yang dapat terganggu, kerusakan pada syaraf dan sistem reproduksi serta yang paling parah dapat menyebabkan kanker (Putra et al., 2019). Oleh sebab itu penelitian dan inovasi mengenai bahan substitusi pembentuk sumber energi pada baterai mesti dilakukan, tentunya bahan yang menjadi sumber energi pada baterai haruslah merupakan bahan yang ramah lingkungan, *affordable*, dapat dengan mudah terurai oleh alam dan tentunya tidak memiliki efek buruk terhadap kesehatan manusia.

Biobaterai ditemukan oleh seorang professor yang berasal dari Jepang, yaitu Kenji Kano pada tahun 2001, yang di dukung oleh Sony's research, penelitiannya saat itu bertujuan untuk membuat sebuah biobaterai berbahan dasar glukosa (Sony, 2007) dan juga pada saat itu Kenji Kano bersama dengan tim yang diketuai oleh Hideki Sakai sedang melakukan penelitian mengenai sel biofuel glukosa / oksigen berkekuatan tinggi yang beroperasi dalam kondisi diam (Sakai et al., 2009). Pada saat biobaterai ditemukan beliau bernaung pada Institusi Kiyoto University, bahan yang menjadi sumber energi utama pada proses terbentuknya energi listrik arus searah pada biobaterai yaitu karbohidrat, asam

amino, glukosa dan enzim (Siddiqui et al., 2013).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Siddiqui et al (2013: 92) Untuk membuat sebuah biobaterai diperlukan sebuah pembelajaran yang mencakup beberapa hal seperti konten, konteks dan proses sains, dengan itu biobaterai yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan maksimal. Sama halnya dengan baterai konvensional, biobaterai merupakan sumber energi portable. Perbedaannya terletak pada pasta yang terdapat di dalam wadah biobaterai, pada pasta biobaterai, dengan kelebihanannya yaitu energi yang dihasilkan berasal dari bahan-bahan organik yang ramah lingkungan sehingga apabila di lakukan perbandingan dengan baterai konvensional, biobaterai jauh lebih unggul dalam hal tidak merusak dibandingkan dengan baterai konvensional.

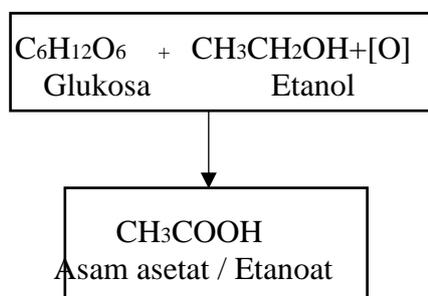
Dari permasalahan diatas penulis memiliki gagasan untuk meneliti dan memanfaatkan limbah kulit pisang batu (*Musa Balbisiana*) agar dapat memproduksi energi listrik searah (DC), dengan tujuan masyarakat mendapatkan sumber energi listrik ramah lingkungan, yang mudah di daur ulang serta kekhawatiran akan besarnya bahaya dampak logam berat dapat berkurang.

Kulit Pisang (*Musa Balbisiana*)

Di dalam kulit pisang terkandung karbohidrat dan banyak mineral seperti: klorida, fosfor, magnesium, kalsium dan zat besi, adapun komposisi di dalam sebuah kulit pisang yaitu air 68,9(%), karbohidrat 18,5(%), lemak 2,11(%), protein 0,32(%), kalsium 715(mg/100gr),

fosfor 117 (mg/100gr), dan besi 1,6 (mg/100gr) (Ferdaus et al., 2008). Mineral ini merupakan mineral yang mampu menghantarkan ion dan elektron secara baik ke dalam sebuah elektroda, sehingga kandungan ini memiliki fungsi yang sangat penting di dalam sebuah biobaterai (Siddiqui et al, 2013). Kemudian, glukosa yang terkandung di dalam karbohidrat apabila dicampur dengan air dan kemudian campuran tersebut di diamkan pada kondisi kedap udara maka otomatis akan terjadi fermentasi yang akan menghasilkan etanol. Seiring berjalannya waktu, etanol dari hari ke hari akan berubah menjadi asam asetat, perubahan itu disebabkan akibat teroksidasinya etanol (Singgih & Ikhwan, 2020).

Adapun reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:

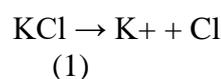


Gambar 1. Reaksi Oksidasi Etanol Menjadi Asam Asetat

Di dalam kulit pisang yang sudah melalui proses fermentasi, terdapat sifat asam yang diketahui sifat ini berasal dari asam asetat itu sendiri, hal ini dibuktikan ketika dilakukannya pemeriksaan pH, dan di dapatkan nilai pH universal pada kulit pisang sebesar 4.5. Kemudian, di dalam kulit pisang juga terkandung zat elektrolit yang mampu membantu

ion beserta elektron mengalir dengan baik, yaitu terdapat kalium dan garam klorida. Kedua zat ini jika di reaksikan menjadi garam kalium klorida. Garam jenis ini jika bercampur dengan air maka akan menyebabkan terjadinya ionisasi (Muhlisin et al., 2015).

Adapun reaksi ionisasinya yaitu:



Di dalam kulit pisang, mineral dengan jumlah terbanyak yaitu ada pada kalium atau potassium, Kemudian garam natrium klorida adalah kandungan yang paling sedikit. Ketika kalium atau pottasium ini di reaksikan dengan garam natrium klorida, maka dapat membentuk Kalium klorida atau biasa disebut KCL. KCL merupakan larutan elektrolit kuat yang mampu menghantarkan arus listrik dengan sangat baik (Singgih & Ikhwan, 2020).

Ketika pasta kulit pisang yang mengandung unsur air kontak langsung dengan unsur seng, dimana unsur seng bertindak sebagai kutup positif (+) (katoda) dan tembaga menjadi kutup negatif (-) (anoda), maka kontak langsung antara ketiga bahan diatas akan menyebabkan timbulnya reaksi ionisasi, pada larutan reaksi tersebut menyebabkan elektron dapat mengalir dengan bebas, akibat dari aliran elektron secara stabil tersebut maka munculnya arus listrik (Muhlisin et al., 2015).

Kulit Pepaya

Kulit pepaya mengandung lebih dari 50 asam amino, dua diantaranya yaitu asam aspartat dan glutamat (Paat et al, 2020). Dimana kedua jenis asam ini menurut penelitian biobaterai berbahan limbah kulit pisang raja yang telah dilakukan oleh Wiwiek Purwati dkk. 2017 terbukti dapat mengalirkan ion positif dan negatif sehingga dapat memicu timbulnya arus listrik dan menghasilkan tegangan sebesar 1.1 volt, kemudian kandungan asam yang sama juga ditemukan oleh Muhlisin dkk. 2015 pada saat melakukan penelitian biobaterai berbahan dasar kulit pisang sehingga biobaterai yang di teliti menghasilkan tegangan sebesar 0.99 volt. Perbedaan hasil voltase ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan massa elektrolit yang dimasukkan, terbukanya kulit luar pelindung baterai, sehingga kelembapan mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan, kemudian adanya korosi pada baterai bekas yang digunakan menyebabkan nilai tegangan menjadi kurang maksimal.

Bio-Baterai

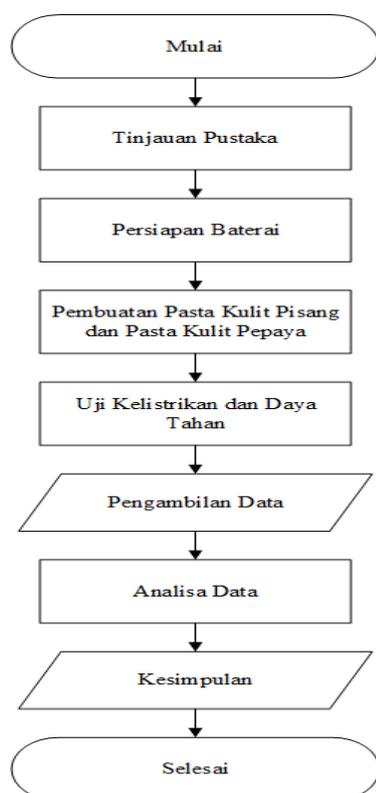
Biobaterai dapat di defenisikan sebagai perangkat yang dapat menghasilkan dan menyimpan energi listrik dengan bantuan senyawa organik (Siddiqui et al., 2013). Biasanya senyawa organik berubah mendominasi menjadi glukosa dan bahwa salah satu sumber terpenting agar biobaterai dapat berfungsi menghasilkan listrik yaitu glukosa (Siddiqui et al., 2013). Sehingga dengan adanya senyawa organik tersebut biobaterai dapat menjadi sebuah perangkat yang memiliki siklus kerja untuk menyimpan energi

dan berpotensi menggantikan baterai konvensional pada umumnya di dalam tubuh manusia terdapat enzim yang berfungsi memecah glukosa menjadi elektron dan proton sehingga dapat dilepaskan, sama halnya dengan biobaterai, pada biobaterai terdapat enzim yang dapat memecah glukosa, sehingga energi yang berasal dari glukosa akan diterima oleh biobaterai dengan tujuan agar dapat disimpan dan digunakan pada saat dibutuhkan (Whydiantoro et al.,2019).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah studi literatur dan *experimental laboratory*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk dapat mengetahui tegangan, arus dan daya tahan biobaterai yang dibuat, penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Desember 2020, beban yang digunakan untuk mengukur kelistrikan biobaterai adalah lampu LED, peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu multimeter digital, *mortar* dan *stamper*, gunting, pisau, timer/*stopwatch* dan timbangan digital kemudian bahan yang mesti persiapan yaitu kulit pisang, kulit pepaya dan garam NaCl.

Metode yang dilakukan adalah metode eksperimen, terdiri dari prosedur pekerjaan dan analisis berupa grafik hasil percobaan. Adapun diagram alir prosedur pada penelitian ini yaitu:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Tahap Persiapan Baterai

Langkah pertama yang mesti dilakukan adalah menyiapkan baterai bekas dengan tegangan 1,5 Volt, Setelah baterai disiapkan langkah selanjutnya adalah dengan mengelupas kulit luar baterai, agar penutup yang terdapat pada bagian atas batu baterai dapat dibuka.

Kemudian karbon dan batang elektroda yang terdapat di dalam baterai bekas dikeluarkan dan dibersihkan dengan hati-hati, setelah itu bagian dalam baterai bekas dapat dicuci hingga bersih, kemudian keringkan. Tujuannya adalah agar baterai bekas dapat digunakan sebagai wadah pasta biobaterai



Gambar 3. Baterai Bekas yang mesti dipersiapkan



Gambar 4. Proses Membuka Kulit Luar Batu Baterai Bekas



Gambar 5. Proses Mengeluarkan Batang Elektroda dan Serbuk Karbon Dari Dalam Baterai Bekas

2. Membuat Pasta Kulit Pisang dan Pepaya

Bahan penting yang mesti di persiapkan untuk membuat pasta kulit pisang yaitu pisang dengan varietas pisang batu (*Musa Balbisiana*) dan kulit pepaya. Potong-potong kulit pisang dan pepaya yang telah didapatkan kemudian lakukan penghalusan dengan menggunakan *stamper* tujuannya agar kulit pisang dan kulit pepaya menjadi lebih halus

agar dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam masing-masing wadah baterai bekas yang telah di persiapkan.

Langkah selanjutnya adalah menimbang hasil penghalusan, setelah didapatkan berat yang diinginkan maka dapat dilakukan pengeringan selama 30 menit dibawah sinar matahari dengan suhu $\pm 30^{\circ} - 33^{\circ} \text{ C}$, dengan tujuan agar kandungan air yang terdapat di dalam kulit pisang berkurang, kulit pisang mengandung 68, 9% kadar air, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Lisdawati & Faridha, 2018 pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang lama dapat mempengaruhi kerja dari sebuah biobaterai, kandungan air yang terlalu banyak dan terlalu sedikit cenderung mengurangi performa biobaterai. Kandungan air di dalam kulit pisang dan pepaya pada penelitian ini ada dengan rentang kadar air yaitu 40-50% untuk hasil listrik yang maksimal, realitasnya meskipun kadar air berada diatas 50% maupun dibawah 40% kulit pisang dan pepaya tetap dapat menghasilkan listrik, karena air mengandung partikel ion yang dapat membantu proses transfer elektron, sehingga reaksi elektrolitik dapat terjadi (Hendri et al., 2015). Kemudian setelah dilakukan pengeringan dapat ditambahkan garam sebanyak yang ditunjukkan pada tabel 1, 2, 3 dan 4 dengan perbandingan untuk pasta kulit pisang 32 gr dan massa garam 19 gr, dengan kenaikan per 1 gr massa garam pada setiap percobaan, untuk kulit pepaya 32 gr dan massa garam 15 gr, dengan kenaikan per 1 gr massa garam pada setiap percobaan. Pada penelitian kali ini garam berfungsi sebagai elektrolit

pada biobaterai yang akan dibuat, pasta yang telah selesai dibuat selanjutnya dapat dimasukkan ke dalam wadah baterai bekas.



Gambar 6. Proses Pemotongan dan Penghalusan Limbah Kulit pisang dan Limbah Kulit Pepaya



Gambar 7. Proses Penghalusan dan Memasukkan Pasta Limbah Kulit Pisang dan Pepaya ke Dalam Wadah Batu Baterai Bekas

3. Uji kelistrikan dan Daya Tahan Biobaterai

Biobaterai yang dibuat akan di uji kelistrikannya dengan menggunakan *voltmeter*, dengan tujuan agar tegangan dan arus optimum yang dihasilkan sampel dapat diketahui dengan benar, kemudian setelah didapatkan tegangan dan arus optimal dari sampel, dilakukan uji daya tahan dari biobaterai yang telah dibuat menggunakan rangkaian LED dan biobaterai, ketahanan daya yang dihasilkan diukur lamanya

menggunakan *stopwatch*, uji daya tahan menggunakan lampu LED bertujuan agar dapat diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan biobaterai untuk mempertahankan tegangan dan arus optimalnya.



Gambar 8. Uji Kelistrikan dan Daya Tahan Biobaterai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Limbah kulit pisang yang di teliti dan digunakan pada percobaan kali ini adalah limbah kulit pisang batu (*Musa Balbisiana*) dan limbah kulit pepaya dimana kedua kulit buah ini merupakan kulit buah yang cukup banyak dibuang oleh masyarakat. Adapun desain kerangka dalam biobaterai yang dibuat yaitu:

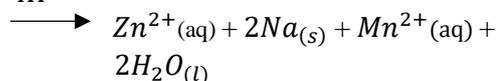
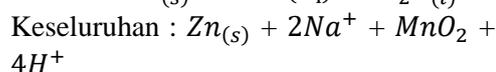
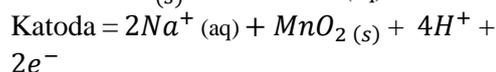
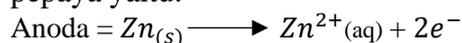


Gambar 9. Desain Kerangka dalam Biobaterai Berbahan Dasar Kulit Pisang



Gambar 10. Desain Kerangka dalam Biobaterai Berbahan Dasar Kulit Pepaya

Sebatang karbon pada gambar diatas berfungsi sebagai katoda, yang dimana karbon direndam ke dalam elektroda ke bagian tengah sel. Reaksi Sel yang dihasilkan biobaterai kulit pepaya yaitu:



Dengan menggunakan *voltmeter* kita dapat mengetahui tegangan, arus listrik dan daya yang dihasilkan oleh biobaterai berbahan dasar limbah kulit pisang batu dan kulit pepaya.

Hasil Pengukuran yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pengukuran Kelistrikan dan Daya Tahan Biobaterai Limbah Kulit Pisang Batu (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
1.	32 gr	19 gr	0.61
Electricity			Hours
0.11 mA			16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
2.	32 gr	20 gr	0.73

Electricity	Hours
0.15 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
3.	32 gr	21 gr	1

Electricity	Hours
0.3 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
4.	32 gr	22 gr	1.1

Electricity	Hours
0.35 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
5.	32 gr	23 gr	1.24

Electricity	Hours
0.4 mA	16

Tabel 2. Pengukuran Kelistrikan dan Daya Tahan Biobaterai Limbah Kulit Pepaya (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
1.	32 gr	15 gr	0.55

Electricity	Hours
0.12 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
2.	32 gr	16 gr	0.64

Electricity	Hours
0.15 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
3.	32 gr	17 gr	0.83

Electricity	Hours
0.20 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
4.	32 gr	18 gr	1.1

Electricity	Hours
0.50 mA	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
5.	32 gr	19 gr	1.25

Electricity	Hours
0.53 mA	16

Perhitungan Daya

Tabel 3. Daya Listrik Biobaterai Limbah Kulit Pisang Batu (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
1.	32 gr	19 gr	0.61

Electricity	Capacity	Hours
0.11 mA	0.0671 mW	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
2.	32 gr	20 gr	0.73

Electricity	Capacity	Hours
0.15 mA	0.1095 mW	16

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
----	--------------	--------------	------

3.	32 gr	21 gr	1
Electricity	Capacity	Hours	
0.3 mA	0.3 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
4.	32 gr	22 gr	1.1
Electricity	Capacity	Hours	
0.35 mA	0.385 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
5.	32 gr	23 gr	1.24
Electricity	Capacity	Hours	
0.4 mA	0.496 mW	16	

Tabel 4. Daya Listrik Biobaterai Limbah Kulit Pepaya (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
1.	32 gr	15 gr	0.55
Electricity	Capacity	Hours	
0.12 mA	0.066 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
2.	32 gr	16 gr	0.64
Electricity	Capacity	Hours	
0.15 mA	0.096 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
3.	32 gr	17 gr	0.83

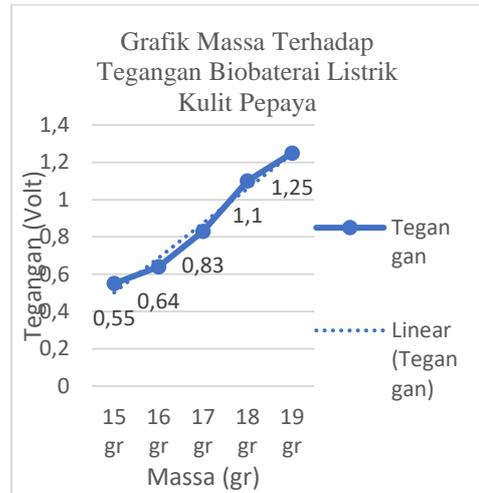
Electricity	Capacity	Hours	
0.20 mA	0.166 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
4.	32 gr	18 gr	1.1
Electricity	Capacity	Hours	
0.50 mA	0.55 mW	16	
No	Empty Weight	Mass of Salt	Volt
5.	32 gr	19 gr	1.25
Electricity	Capacity	Hours	
0.53 mA	0.6625 mW	16	

Tabel 5. Daya Tahan / Umur Biobaterai Limbah Kulit Pisang (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

Capacity (mW)	Hours
0,496	16 h
0,420	15 h
0,398	14 h
0,385	13 h
0,320	12 h
0,310	11 h
0,3	10 h
0,278	9 h
0,222	8 h
0,1095	7 h
0,101	6 h
0,0752	5 h
0,0671	4 h
0,089	3 h
0,052	2 h
0,055	1 h
0	0 h

Tabel 6. Daya Tahan / Umur Biobaterai Limbah Kulit Pepaya (1 Biobaterai Pada Setiap Percobaan)

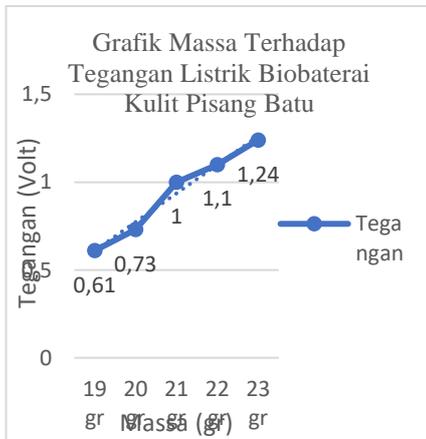
Capacity (mW)	Hours
0,6625	16
0,6320	15
0,62	14
0,55	13
0,332	12 h
0,220	11 h
0,166	10 h
0,123	9 h
0,117	8 h
0,096	7 h
0,054	6 h
0,043	5 h
0,066	4 h
0,045	3 h
0,040	2 h
0,035	1 h
0.	0 h



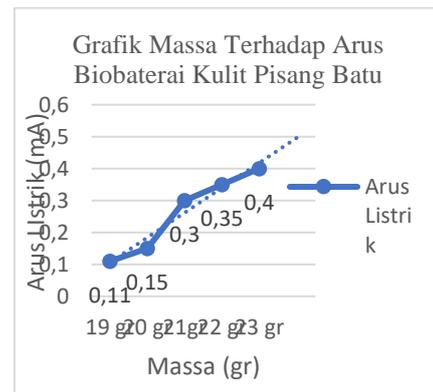
(b)

Gambar 10. Grafik Massa Terhadap Tegangan (a) Kulit Pisang Batu dan (b) Kulit Pepaya

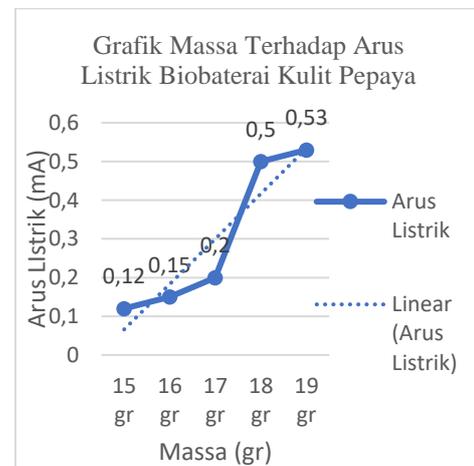
Grafik



(a)

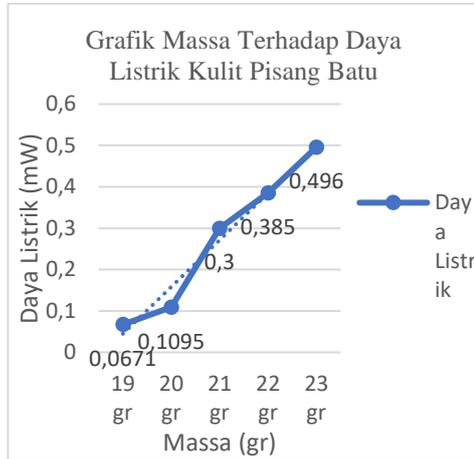


(a)

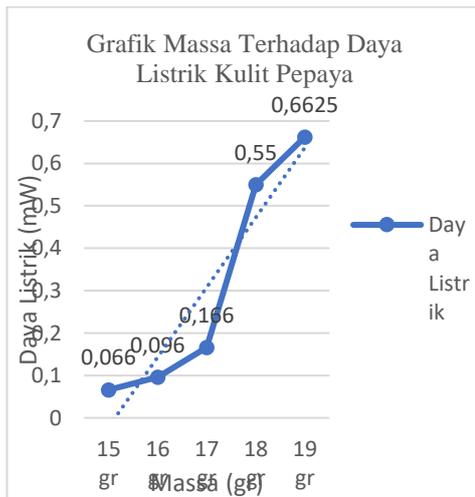


(b)

Gambar 11. Grafik Massa Terhadap Arus (a) Kulit Pisang Batu dan (b) Kulit Pepaya

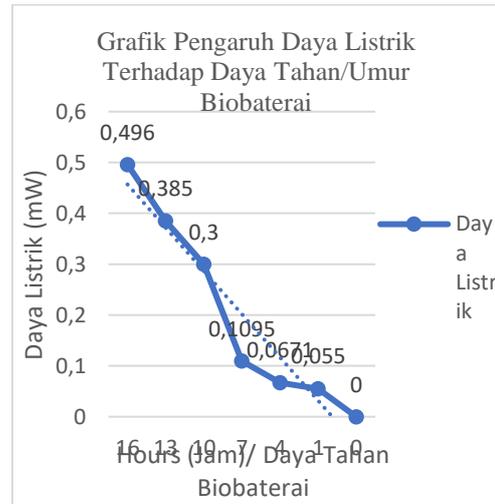


(a)

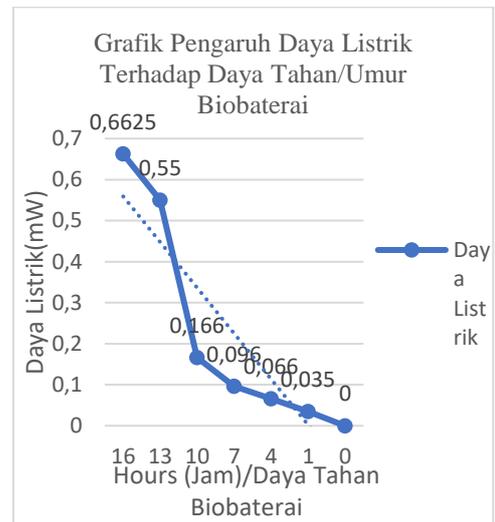


(b)

Gambar 12. Grafik Massa Terhadap Daya (a) Kulit Pisang Batu dan (b) Kulit Pepaya



(a)



(b)

Gambar 13. Grafik Pengaruh Daya Listrik Terhadap Daya Tahan Baterai/Umur (a) Kulit Pisang Batu dan (b) Kulit Pepaya

Dari hasil penelitian diatas terlihat bahwa listrik arus DC yang dihasilkan melalui pasta kulit pisang batu dan pepaya 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. Kemudian adanya perbedaan tegangan daya serta arus pada masing-masing biobaterai dipengaruhi oleh kandungan air pada kedua bahan pada saat dilakukannya pengeringan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Limbah kulit pisang batu dan limbah kulit pepaya terbukti dapat memproduksi energi listrik arus searah (DC) melalui pemanfaatannya dengan cara kulit pisang batu dan kulit pepaya dimanfaatkan menjadi pasta biobaterai ramah lingkungan.
2. Aliran listrik yang dihasilkan oleh biobaterai berbahan dasar kulit pisang batu dan kulit pepaya disebabkan karena adanya perpindahan muatan dari anoda ke katoda.
3. Kulit pisang batu dan kulit pepaya mengandung zat elektrolit yaitu kalium dan garam klorida. Perpaduan dan reaksi yang terjadi pada 2 zat ini membentuk garam kalium klorida, sehingga hasilnya zat ini dapat menghantarkan arus listrik.
4. Massa elektrolit yang di masukkan ke dalam biobaterai berpengaruh terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan, semakin banyak massa elektrolit yang dimasukkan maka semakin meningkat arus dan tegangan pada biobaterai.
5. Terbukanya kulit luar pembungkus baterai menyebabkan elektrolit menjadi lembab dan nilai tegangan yang dihasilkan menjadi kurang maksimal.
6. Korosi pada baterai bekas yang digunakan sebagai wadah biobaterai mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan.
7. Penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan sampah kulit pisang dan sampah kulit durian menjadi biobaterai telah berhasil dilakukan oleh Muhlisin dkk 2015 menghasilkan tegangan untuk biobaterai kulit pisang sebesar 1,12 volt dan pada penelitian kali ini dengan campuran variasi garam sebagai elektrolit isian biobaterai peneliti berhasil membuat biobaterai berbahan dasar kulit pisang dan kulit pepaya, masing-masing biobaterai menghasilkan tegangan dan daya maksimum, untuk biobaterai kulit pisang sebesar 1,24volt, dan 0.496 mW kemudian untuk biobaterai kulit pepaya sebesar 1,25volt dan 0.6625 mW.

SARAN

Dalam usaha untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya, disarankan hal yang mesti di pertimbangkan yaitu:

1. Melakukan kajian dan penelitian mengenai sampah buah-buahan lain yang berpotensi menjadi pasta biobaterai, sehingga pilihan pasta biobaterai ramah lingkungan akan semakin beragam dan variatif.

2. Melakukan kajian dan penelitian mengenai wadah biobaterai, dengan menggunakan wadah yang lebih baik lagi, anoda dan katoda yang berasal dari baterai bekas sangat mempengaruhi nilai arus dan tegangan pada biobaterai, sehingga pembuatan baterai sendiri dengan anoda dan katoda buatan sendiri akan sangat mampu meningkatkan kualitas dari sebuah biobaterai yang dihasilkan.
 3. Diharapkan penelitian untuk memproduksi sumber energi arus searah (DC) dapat dilakukan menuju skala yang lebih besar dengan menggunakan bahan-bahan ramah lingkungan lain yang berpotensi untuk menghasilkan arus listrik (DC) yang lebih besar dan perlunya melakukan penelitian yang berfokus pada ketahanan biobaterai sehingga biobaterai yang dihasilkan mampu bersaing dengan baterai konvensional.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Fadilah, S., Rahmawati, R., & Pkim, M. (2015). Pembuatan Biomaterial dari Limbah Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*). Prosiding Simposium Nasional dan Inovasi Pembelajaran Sains (SNIPS), Bandung: Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati.
- Ferdaus, F., Wijayanti, M. O., Retnonigtyas, E. S., & Irawati, W. (2008). Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat dan Waktu Fermentasi terhadap Perolehan Asam Laktat dari Kulit Pisang. *Jurnal Widya Teknik*, 7(1), 1–14. pp.
- Hotang, R. R., Sarwuna, D., Munfaatun, E. S., & Togibasa, O. (2018). Pengaruh Kandungan Glukosa terhadap Arus Listrik pada Biobaterai dari Pasta Elektrolit Ketapang (*Terminalia catappa L.*). *Jurnal Fisika FLUX*, 15(2), pp. 110-115.
- Lisdawati, A. N., & Faridha, M. (2018). Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pengeringan Sampel Pasta Baterai Kulit Pisang Kepok “Manurun” pada Tegangan dan Arus Listrik Baterai. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 1, Issue 2, pp. 41–52.
- Muhlisin, M., Soedjarwanto, N., & Komarudin, M. (2015). Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 9(3), 137–147.
- Paat, A., Sarajar, C. L., Leke, J. R., Sompie, F.N. (2020). Pemanfaatan Tepung Kulit Pepaya (*Carica Papaya L*) dalam Ransum Terhadap Kualitas Internal Telur. *Zootec*. 40(02), pp. 418-427.
- Pulungan, N., Febria, M. A., Desma, I., Ayuningsih, R. D., & Nila, Y. (2017). Pembuatan Bio Baterai Berbahan Dasar Kulit Pisang. *Hasanudding Student Journal*, 2(2), pp 96–101.
- Purwati, W., Harjono, T., (2017). Analisis Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Energi Alternatif pada Baterai. *Jurnal*

- Teknik Energi. 13(2), pp. 61-67.
- Ferdaus, F., Wijayanti, M. O., Retnonigtyas, E. S., & Irawati, W. (2008). Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat dan Waktu Fermentasi terhadap Perolehan Asam Laktat dari Kulit Pisang. *Jurnal Widya Teknik*, 7(1), 1–14.
- Hendri, N. Y., Gusnedi, & Ratnawulan. (2015). Pengaruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan dari Sel Accu dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of Physic*, 6, 97–104.
- Putra, T. I., Setyowati, N., & Apriyanto, E. 2019. Identifikasi Jenis Dan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Rumah Tangga: Studi Kasus Kelurahan Pasar Tais Kecamatan Seluma Kabupaten Seluma. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 49–61. <https://doi.org/10.31186/naturalis.8.2.9209>
- Sakai, H., Nakagawa, T., Tokita, Y., Hatazawa, T., Ikeda, T., Tsujimura, S., & Kano, K. (2009). A high-power glucose/oxygen biofuel cell operating under quiescent conditions. *Energy and Environmental Science*, 2(1), 133–138. <https://doi.org/10.1039/b809841g>
- Singgih, S., & Magelang, U. T. (2020). Potensi Kulit Pisang Sebagai Pengganti Pasta Elektrolit Isi Baterai. November 2018.
- Sony. 2007. Sony Develops “Bio Battery” Generating Electricity from Sugar. <https://www.Sony.Net>. <https://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/200708/07-074E/>
- Utami, L., Lazulva, L., & Fatisa, Y. (2019). Produksi Energi Listrik Dari Limbah Kulit Pisang (Musa Paradisiaca L.) Menggunakan Teknologi Microbial Fuel Cells Dengan Permanganat Sebagai Katolit. *al-Kimiya Vol. 5, Issue 2*, pp. 62–67.
- Whydiantoro., S.D., Kusumadewi, I & Sidik, M, A. 2019. Pengolahan Limbah Kulit Durian Menjadi Bio-Baterai Sebagai Energi Alternatif. *J-Ensitemc*. 05(02), pp. 230-236.