

Elektrolit Padat Biobaterai Limbah Kulit Nanas dengan Penambahan NaOH dan Aki Bekas untuk Meningkatkan Tegangan dan Nilai Arus

Indah Sri Welly, Neneng Fitrya, Shabri Putra Wirman, Latipa Hannum Dalimunte
Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau
Jalan Tuanku Tambusai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau 28291, Indonesia
E-mail: nenengfitrya@umri.ac.id.

Abstrak

Indonesia menghasilkan sebanyak 3.203.775 ton nanas pada tahun 2022, limbah kulit nanas yang dihasilkan pertahunnya sekitar 4.024.800 kg yang kemudian dibuang begitu saja. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan limbah kulit nanas sebagai bahan utama biobaterai dan menggunakan elektroda Cu-Al. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan tegangan dan arus pada biobaterai dari limbah kulit nanas dengan menjaga sel dalam kondisi tertutup untuk mengurangi oksidasi serta menggunakan elektrolit yang lebih padat melalui penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui nilai pengukuran tegangan, arus, daya, intensitas cahaya, dan kapasitas biobaterai. Hasil penelitian biobaterai limbah kulit nanas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas meningkatkan tegangan dan arus maksimal yaitu 181% dan 100%, menghasilkan daya 36 mW, intensitas cahaya 540 lux, dan kapasitas biobaterai terbaik sebesar 780 mAH terdapat pada sampel A3. Biobaterai limbah kulit nanas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas ini menunjukkan potensi sebagai energi alternatif.

Kata kunci: Biobaterai, NaOH, limbah kulit nanas, kapasitas biobaterai.

Abstract

Indonesia produced a total of 3,203,775 tons of pineapples in 2022, generating approximately 4,024,800 kg of pineapple peel waste annually, which is then wasted. Therefore, this research aims to utilize pineapple peel waste as the main material for bio-batteries and employs Cu-Al electrodes. The objective of this study is to enhance the voltage and current of bio-batteries made from pineapple peel waste by maintaining the cells in a closed condition to reduce oxidation and using a denser electrolyte through the addition of NaOH and used battery electrolytes. This research employs an experimental method to determine the measurement values of voltage, current, power, light intensity, and bio-battery capacity. The research findings indicate that bio-batteries made from pineapple peel waste with the addition of NaOH and used battery electrolytes increase the maximum voltage and current by 181% and 100%, respectively, resulting in a power output of 36 mW and a light intensity of 540 lux. The best bio-battery capacity of 780 mAH is found in sample A3. Bio-batteries made from pineapple peel waste with the addition of NaOH and used battery electrolytes show potential as an alternative energy source.

Keywords: Biobattery, NaOH, pineapple peel waste, biobattery capacity.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil nanas yang cukup besar, pada tahun 2022 menghasilkan sebanyak 3.203.775 ton (BPS, 2022). Peningkatan produksi nanas beriringan dengan meningkatnya jumlah kulit nanas yang dihasilkan, peningkatan limbah kulit nanas ini

akan menjadi tantangan dalam pengelolaan limbah jika tidak dikelola dengan baik (Tuhuteru et al., 2021). Limbah kulit nanas yang dihasilkan pertahun sekitar 4.024.800 kg yang di buang begitu saja (Shidiq et al., 2022).

Limbah kulit nanas ini berpotensi untuk menjadi sumber daya yang berguna, seperti penggunaan dalam produksi pakan temak, bioetanol, dan sumber energi seperti

biobaterai. Biobaterai adalah jenis baterai yang menggunakan bahan-bahan organik sebagai sumber energi, seperti limbah pertanian, limbah makanan, dan limbah hewan. Prinsip kerja biobaterai melibatkan transportasi elektron antara dua elektroda atau dikatakan sebagai elektrolit (Oktaviani & Gaol, 2022). Limbah organik tersebut dapat diubah menjadi elektron melalui proses reduksi dan oksidasi. Proses reduksi dan oksidasi dalam biobaterai memerlukan elektroda untuk mengaliri aliran listrik dari elektrolit (Nasution, 2021). Nanas merupakan buah yang berpotensi dikembangkan menjadi biobaterai. Nanas mengandung asam mineral berupa asam sitrat (HNO₃) dan asam klorida yang bersifat sebagai elektrolit kuat yang bisa dimanfaatkan sebagai energi listrik (Ibrahim et al., 2016).

Beberapa penelitian tentang biobaterai dari limbah kulit nanas telah dilakukan diantaranya (Fitrya et al., 2021) penelitian ini menghasilkan bahwa pasta kulit nanas murni menghasilkan tegangan maksimum 2,410 volt, arus maksimum 0,21 mA. Penelitian (Fitrya et al., 2023) tegangan terbaik di dapat oleh variasi KCL yang menghasilkan peningkatan tegangan 58,84%, kuat arus sebesar 58,96 % dan nyala lampu 16 jam. Penelitian (Oktaviani & Gaol, 2022) buah nanas yang ditambahkan aki bekas dan NaOH dengan elektroda batang karbon dan seng menghasilkan tegangan 4,36 Volt. Larutan kulit nanas pada penelitian (Masthura & Jumiati, 2021) menghasilkan tegangan 3,50 V dan arus 36 mA elektroda yang digunakan tembaga dan seng.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian biobaterai limbah kulit nanas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas. Kelebihan pada penelitian ini adalah biobaterai lebih padat dengan penambahan aki bekas dengan kondisi sel dalam keadaan tertutup untuk mengurangi reaksi oksidasi (Salafa et al., 2020). Penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan tegangan dan nilai arus pada biobaterai limbah kulit nanas ini.

Elektroda terdiri dari elektroda positif atau negatif, elektroda berfungsi mengaliri arus listrik dan sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron (Harahap, 2016). Pemilihan elektroda positif berdasarkan deret

volta adalah terletak di sebelah paling kanan, deret volta tersusun berdasarkan daya oksidasi dan reduksi dari masing – masing logam, yang mampu mengaliri arus listrik dengan baik, sedangkan untuk elektroda negatif adalah sebaliknya. Al sebagai pasangan elektroda negatif karena dalam deret volta Al berada paling kiri dan Cu sebagai elektroda positif karena terletak paling kanan (Harahap, 2016).

METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini dimulai pada bulan Mei 2023 yang bertempat di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Riau, Jl. Tuanku Tambusai Kota Pekanbaru, Riau.

Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah multimeter digital, lux meter, timbangan digital, logam tembaga (elektroda Cu), logam Aluminium (elektroda Al), lampu LED, pH meter, chooper, wadah tertutup, pisau, baskom, kabel penghubung. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit nanas, elektrolit aki kering, soda kaustik cair (NaOH) dan aquades.

Preparasi Limbah Kulit Nanas Menjadi Pasta Biobaterai

Penelitian ini menggunakan limbah kulit nanas sebagai bahan utama biobaterai, limbah kulit nanas yang telah di kumpulkan, kemudian di potong kecil - kecil, lalu dihaluskan menggunakan copper dengan di tambah aquades sebagai pelarut. Pemisahan ampas kulit nanas dengan sari nanas nya sangat diperlukan. Agar ampas kulit nanas benar benar kering maka ampas kulit nanas tadi di oven selama 1 jam. Pada gambar 1 terlihat ampas kulit nanas yang kering setelah di oven.



Gambar 1. Ampas nanas setelah di oven

Ampas kulit nanas ditambahkan NaOH dan elektrolit aki bekas di masukkan ke wadah tertutup bersamaan dengan lempeng logam yang digunakan sebagai elektroda. Pencampuran NaOH dan elektrolit aki bekas ini dibuat sebanyak 4 variasi, seperti di tabel 1. Setiap wadah terdiri dari 8 sel, setiap sel berisi 50 gr ampas nanas dengan campuran NaOH dan elektrolit aki bekas yang telah di variasikan untuk mendapatkan sampel dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas yang terbaik.

Tabel 1. Variasi sampel biobaterai limbah kulit nanas

Nama Sampel	Kulit Nanas (gr)	Aki Bekas (gr)	NaOH (ml)
A1	50	0	0
A2	50	5	10
A3	50	10	15
A4	50	15	20

Pembuatan Prototipe Biobaterai

Pembuatan prototipe menggunakan wadah yang tertutup agar tidak ada udara yang masuk. Wadah yang digunakan adalah plastik dengan diameter 15 cm, tinggi nya 8 cm sebanyak 8 buah yang kemudian saling terhubung dengan menggunakan jumper.

Pengujian pH

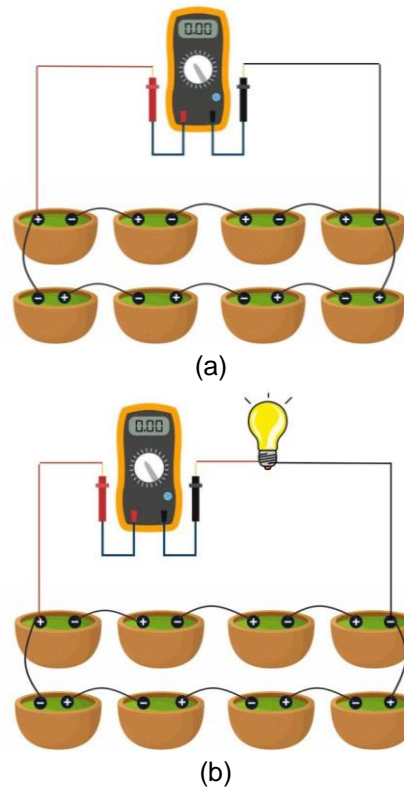
Pengujian pH menggunakan alat pH meter, setiap sampel yang telah di masukkan kedalam wadah sesuai variasi yang telah di tentukan dengan memasukkan alat pH meter ke dalam pasta biobaterai, dan hasil pH nya akan di tampilkan di display pH meter.

Uji karakteristik Tegangan dan Nilai Arus

Karakteristik kelistrikan dengan variasi elektroda Tembaga (Cu) dan aluminum (Al) wadah terdiri dari 8 sel, sel disusun dengan sepasang logam tembaga sebagai katoda dan seng sebagai anoda.

Pengujian tegangan dan nilai arus ini menggunakan multimeter. Biobaterai yang terdiri sebanyak 8 sel yang dihubungkan menggunakan jumper dengan tembaga (Cu) sebagai katoda dan aluminum (Al) sebagai anoda di susun secara seri agar bisa mengukur tegangan dan nilai arus. Setelah biobaterai

terhubung semuanya, lalu kita hubungkan probe positif multimeter ke jumper tembaga (Cu) dan probe negatif ke jumper aluminum (Al) setelah itu kita lihat hasil tegangan yang di hasilkan seperti pada gambar 2a, untuk mengukur nilai arus perlu di tambahkan LED seperti pada gambar 2b.



Gambar 2. (a) Pengukuran Tegangan (b) Pengukuran Arus pada biobaterai Limbah Kulit Nanas

Menghitung Daya (Watt)

Hasil uji karekteristik nilai tegangan dan arus akan digunakan untuk mendapatkan nilai daya (Watt) yang dihasilkan biobaterai melalui persamaan 1.

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus Listrik (A)

Mengukur Intensitas Cahaya dengan Lux Meter

Biobaterai limbah kulit nanas saling terhubung sebanyak 8 sel, maka ditambahkan LED dan dihubungkan oleh sel biobaterai sehingga LED menyala dan menghasilkan

cahaya. Lalu dapat di ukur cahaya yang dihasilkan menggunakan lux meter.

Kapasitas Biobaterai

Pengukuran kapasitas biobaterai dengan melakukan pengosongan menggunakan LED sebagai beban, kemudian dilakukan pengukuran data real time dimulai saat lampu pertama kali menyala hingga lampu mati dan nilai arus nya nol. Kapasitas baterai dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kapasitas biobaterai} = I \times h. \quad (2)$$

Ket :

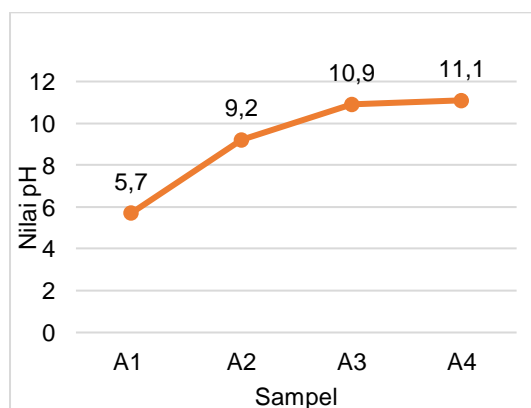
I = arus listrik (A)

H = waktu (jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Nilai pH

Pengujian pH dilakukan sebagai cara untuk menentukan tingkat derajat asam atau basa dari limbah kulit nanas. Pengujian ini dilakukan pada 4 sampel dengan variasi yang berbeda, terlihat hasil pengujian pH pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian Nilai pH

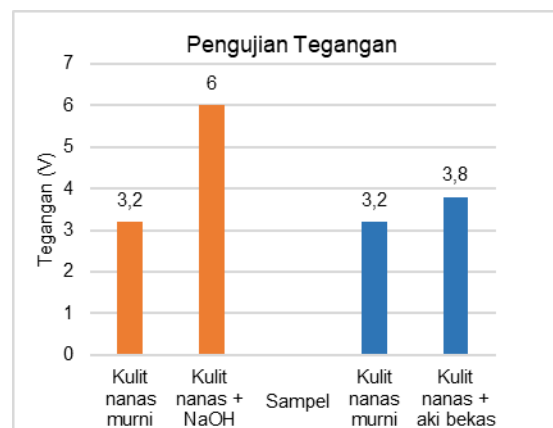
Pada penelitian ini yang memiliki pH paling basa yaitu pada sampel A4 pH mencapai 11,1 yang bersifat basa kuat. NaOH cenderung untuk menghantarkan muatan listrik karena sifatnya yang merupakan basa kuat sekaligus sebagai larutan elektrolit kuat. Hal ini menunjukkan karakteristik larutan NaOH yang bersifat basa (Hidayatullah & Triyana, 2019)

Pengukuran Tegangan dan Nilai Arus

Hasil pengukuran nilai tegangan dan

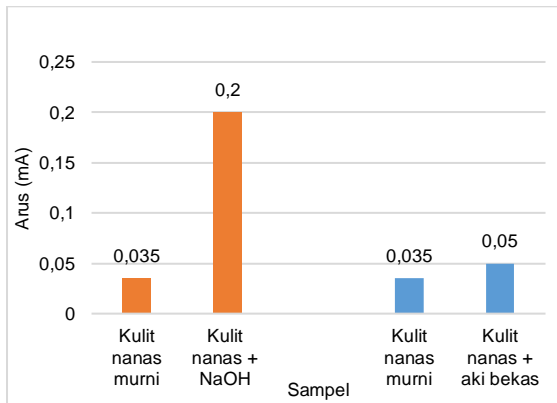
arus ini dapat dilihat pada Gambar 4, pengujian nilai mengukur nilai tegangan antara kulit nanas mumi, kulit nanas di tambahkan NaOH dan kulit nanas ditambahkan aki bekas yang akan digunakan sebagai kontrol.

Nilai tegangan pada limbah kulit nanas mumi 3,2 V dengan penambahan NaOH sebanyak 10 ml mengalami peningkatan yang tinggi 87%, limbah kulit nanas murni dengan penambahan aki bekas sebanyak 5 gr meningkat 18% dari limbah kulit nanas murni. Gambar 4 ini menjelaskan bahwa NaOH dan elektrolit aki bekas meningkatkan tegangan, elektrolit aki bekas yang di gunakan membantu proses elektrokimia sehingga mampu melakukan proses reduksi–oksidasi dengan sempurna. PbO₂ dan H₂SO₄ yang masih terkandung di dalam aki bekas (Nasution, 2021) akan bereaksi kembali jika ditambahkan ke dalam biobaterai limbah kulit nanas dan menghasilkan tegangan yang meningkat.



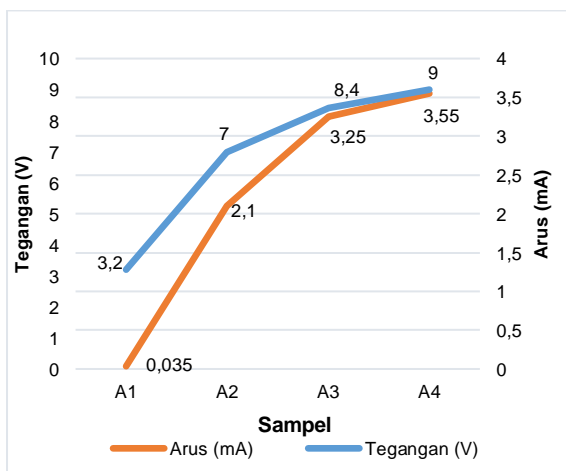
Gambar 4. Pengujian tegangan kulit nanas mumi, kulit nanas ditambah NaOH dan kulit nanas ditambah elektrolit Aki

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian nilai arus antara kulit nanas murni, kulit nanas di tambahkan NaOH dan kulit nanas ditambahkan elektrolit aki bekas yang akan digunakan sebagai kontrol.



Gambar 5. Pengujian nilai arus kulit nanas murni, kulit nanas ditambah NaOH dan kulit nanas ditambah Aki

Hasil pengujian nilai arus pada Gambar 5 biobaterai kulit nanas murni ditambahkan NaOH menghasilkan peningkatan yang signifikan sebesar 1,300% dari biobaterai limbah kulit nanas murni dan biobaterai limbah kulit nanas ditambahkan elektrolit aki mengalami peningkatan 43%. NaOH merupakan basa kuat yang berpotensi menjadi elektrolit kuat ketika di campurkan oleh biobaterai limbah kulit nanas dan menghasilkan tegangan dan arus yang meningkat (Oktaviani & Gaol, 2022).



Gambar 6. Pengujian tegangan dan nilai arus biobaterai dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas

Gambar 6 menunjukkan hasil dari pengujian tegangan biobaterai limbah kulit nanas yang ditambahkan NaOH dan elektrolit aki bekas dan diberikan variasi jumlah penambahannya disetiap sampel yang dapat

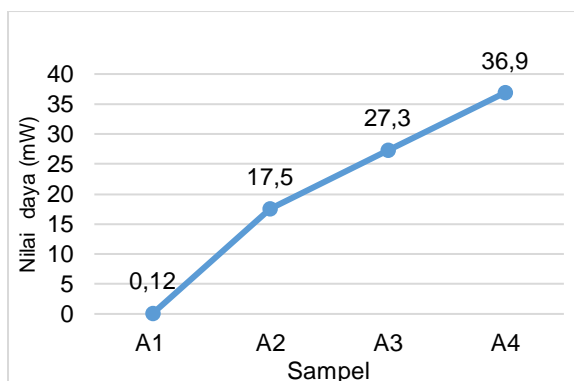
dilihat pada tabel 1. Penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas sangat membantu untuk menjadikan biobaterai limbah kulit nanas berpotensi menjadikan elektrolit kuat, juga membuat biobaterai limbah kulit nanas ini menjadi lebih padat.

Biobaterai limbah kulit nanas murni sebagai kontrol, dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas meningkat drastis. Tegangan sampel A2 hingga A4 meningkat drastis sebesar 111%, 161% dan 181%, sedangkan nilai arus mengalami peningkatan signifikan 5900%, 9100% dan arus terbaik pada sampel A4 mengalami peningkatan sebesar 10000%. Penelitian ini seiring dengan penelitian (Oktaviani & Gaol, 2022). Dalam biobaterai tegangan mengukur seberapa banyak energi yang dihasilkan oleh biobaterai dari reaksi kimia yang terjadi di dalamnya. Arus listrik pada biobaterai mengalir muatan listrik dari sel satu ke sel berikutnya melalui perantara katoda dan anoda nya. Seiring dengan meningkatnya jumlah arus listrik, maka jumlah muatan elektron juga meningkat (Budi Pranata et al., 2019)

Pada saat biobaterai limbah kulit nanas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas mulai bekerja muatan listrik bergerak sehingga arus akan meningkat di bantu oleh PbO_2 yang terkandung pada aki bekas, (Budi Pranata et al., 2019). Muatan aki bekas dapat kembali karena berinteraksi dengan asam sitrat dan natrium pada kulit nanas di bantu oleh gelembung gas pada NaOH (Oktaviani & Gaol, 2022), sehingga penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas sangat membantu meningkatkan tegangan dan nilai arus pada penelitian biobaterai limbah kulit nanas ini.

Pengujian Nilai Daya

Analisis selanjutnya dilakukan dengan meninjau hubungan antara tegangan dan arus listrik atau menghitung nilai daya. Daya pada biobaterai limbah kulit nanas ini di peroleh dari hasil perhitungan pada persamaan (1).



Gambar 7. Nilai daya dari sampel biobaterai limbah kulit nenas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas

Gambar 7 merupakan grafik nilai daya yang dihasilkan dari biobaterai limbah kulit nenas di tambahkan elektrolit aki dan NaOH. Pada pengujian nilai daya biobaterai limbah kulit nenas menghasilkan daya 0,12 mW, dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas menghasilkan daya maksimum sebesar 36,9 mW. Daya berbanding lurus dengan nilai pH bahwa semakin asam atau basa nya suatu elektrolit, maka akan berpotensi menghasilkan daya yang tinggi. (Lee et al. 2020).

Pengujian Intensitas Cahaya menggunakan Lux Meter

Tabel 2 menunjukkan nilai hasil pengukuran intensitas cahaya dari biobaterai limbah kulit nenas.

Table 2. Nilai Pengujian intensitas cahaya (lux)

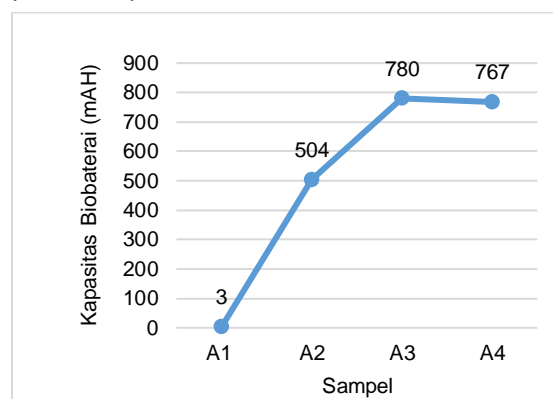
Nama Sampel	Intensitas Cahaya (lux)
A1	30
A2	318
A3	337
A4	540

Hasil pengujian intensitas cahaya biobaterai limbah kulit nenas ini menghasilkan intensitas cahaya terbesar pada sampel A4 yaitu 540 lux. Intensitas cahaya berbanding lurus dengan nilai daya, semakin tinggi nilai daya maka nilai intensitas cahaya yang di hasilkan akan semakin besar (Pramudita Sari & Imam Agung, n.d.)

Pengujian Kapasitas Biobaterai

Gambar 8 menunjukkan nilai kapasitas biobaterai limbah kulit nenas mumi menghasilkan 3 mAH, dengan penambahan

NaOH dan elektrolit aki bekas meningkat 260% dan menghasilkan kapasitas biobaterai maksimum sebesar 780 mAH yang terdapat pada sampel A3.



Gambar 8. Kapasitas biobaterai limbah kulit nenas

Kapasitas biobaterai ini melibatkan reaksi kimia yang menghasilkan arus listrik dan berhubungan dengan waktu penggunaan biobaterai (Oktaviani & Gaol, 2022). Semakin lama waktu penggunaan biobaterai limbah kulit nenas ini maka arus akan semakin berkurang (Kosasih, 2018). Sel biobaterai limbah kulit nenas yang di buat tertutup sehingga tidak ada udara yang masuk kedalam sel untuk merusak proses oksidasi (Salafa et al., 2020) biobaterai limbah kulit nenas ini.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian dan riset yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa biobaterai limbah kulit nenas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas menghasilkan tegangan dan arus maksimum yaitu 9 V dan 3,55 mA pada sampel A4, daya yang dihasilkan 36 mW dan intensitas cahaya 540 lux. Kapasitas biobaterai terbaik terdapat pada sampel A3 yaitu sebesar 780 mAH dengan sel yang tertutup untuk mengurangi gangguan reaksi oksidasi dari luar. Biobaterai limbah kulit nenas dengan penambahan NaOH dan elektrolit aki bekas ini mampu menjadi energi alternatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian dan

penyusunan makalah ini, khususnya kepada Universitas Muhammadiyah Riau dan Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini dengan nomor kontrak 55/PRJ/II.3.AU.F/7/2023.

REFERENSI

- BPS. (2022). *Produksi Tanaman Buah-buahan 2022*. Badan Pusat Statistik.
- Budi Pranata, K., Priyono, M., Sulistyanto, T., Ghufron, M., & Yusmawanto, M. (2019). Pengaruh Variasi Arus Pengisian Pengosongan Muatan pada Model Baterai Lead Acid Terhadap Perubahan Efisiensi Energi. *Jurnal Fisika Flux*, 16(1). <https://doi.org/10.20527/flux.v15i2.5311>
- Fitrya, N., Wirman, S. P., & Halwani, P. (2023). Uji Karakteristik Elektrolit Ampas Kulit Nanas dengan Penambahan MgCl₂, NaCl, dan KCl. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 13(2). <https://doi.org/10.37859/jp.v13i2.4394>
- Fitrya, N., Wirman, S. P., & Rahayu, R. D. (2021). Environmentally Friendly Emergency Lighting System Using Bio Batteries from Pineapple Skin Waste as Energy Source. *JURNAL ILMU FISIKA / UNIVERSITAS ANDALAS*, 13(2), 118–125. <https://doi.org/10.25077/jif.13.2.118-125.2021>
- Harahap, M. R. (2016a). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1). <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.764>
- Harahap, M. R. (2016b). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 177–180. <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.764>
- Hidayatullah, M., & Triyana, K. (2019). Pengukuran Konsentrasi Larutan Sodium Hidroksida (NaOH) Dengan Transduser Kapasitif. *JURNAL ILMU FISIKA / UNIVERSITAS ANDALAS*, 10(1), 17–27. <https://doi.org/10.25077/jif.10.1.17-27.2018>
- Ibrahim, W., Mutia, R., Nelwida, & Berliana. (2016). Penggunaan Kulit Nanas Fermentasi dalam Ransum yang Mengandung Gulma Berkhasiat Obat Terhadap Konsumsi Nutrient Ayam Broiler (Fermented pineapple peel supplementation with addition of medicinal weeds on nutrient intake consumption of broiler chicken). *Agripet*, 16(2), 76–82.
- Kosasih, D. (2018). Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite Pada Accumulator Terhadap Arus dan Tegangan. *Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang*, 2, 33–44.
- Lee, K., Shabnam, L., Faisal, S. N., Hoang, V. C., & Gomes, V. G. (2020). Aerogel from fruit biowaste produces ultracapacitors with high energy density and stability. *Journal of Energy Storage*, 27(December 2019), 101152. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101152>
- Masthura, & Jumiati, E. (2021). Pengaruh Variasi Volume Larutan Kulit Nenas Terhadap Sifat Kelistrikan Bio-Baterai. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 7(3), 1–6.
- Nasution, M. (2021). Mengaplikasikan Sel Volta Dalam Pembuatan Baterai Sebagai Penyimpa Energi. *Journal of Electrical Technology*, 6(3), 152–154. <https://www.jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/5102/3696>
- Oktaviani, W. A., & Gaol, A. L. (2022a). Design and Build of 1000 V Joule Thief Inverter by Utilizing Pineapple as an Energy Source. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(1), 55–61. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i1.10198>
- Oktaviani, W. A., & Gaol, A. L. (2022b). Design and Build of 1000 V Joule Thief Inverter by Utilizing Pineapple as an Energy Source. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(1), 55–61. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i1.10198>
- Pramudita Sari, N., & Imam Agung, A. (n.d.). *Pengatur Nutrisi Pada Sistem Nutrient Film Technique (Nft) Model Tanam Hydroponic Tenaga Surya*. www.teknologisurya.com,
- Salafa, F., Hayat, L., & Ma, A. (2020). Analisis Kulit Buah Jeruk (Citrus Sinensis) Sebagai Bahan Pembuatan. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 2(1), 1–9.
- Shidiq, A. A., Siregar, P., Avriya, V., Anggraini, D. A., Nurhaliza, D., & Rati, T. A. (2022).

Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas sebagai Bahan Pembuatan Paper Soap untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa Kualu Nenas. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 6(2), 117–122.

<https://doi.org/10.37859/jpumri.v6i2.4055>

Tuhuteru, S., Rumbiak, R. E. Y., Ronald, & Wanimbo, A. (2021). Pelatihan Pengolahan Limbah Kulit Buah Nanas Menjadi Pupuk Organik Cair di Distrik Bokondini. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*, 2(2), 45–52. <https://doi.org/10.35870/jpni.v2i2.35>