

Pengaruh Kandungan Glukosa Terhadap Arus Listrik pada Biobaterai dari Pasta Elektrolit Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

Ronna Royani Hotang, Dina Sarwuna, Erin Septi Munfaatun, Octolia Togibasa^{*)}

Program Studi Fisika, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua.

^{*)}Email korespodensi : octolia@gmail.com

Submitted 16 Juli 2018, accepted 25 Februari 2019

ABSTRACT–Pada penelitian sebelumnya, kami telah berhasil membuat biobaterai dari pasta elektrolit ketapang (*Terminalia catappa* L.). Namun demikian, peran glukosa dalam menghasilkan arus listrik dalam biobaterai masih menjadi suatu pertanyaan. Pada penelitian ini kami menyelidiki secara rinci akan kandungan glukosa dalam pasta elektrolit ketapang, dan melihat bagaimana hubungannya terhadap produksi arus listrik dalam biobaterai. Pengukuran kandungan glukosa dilakukan dengan menggunakan metode Miller, dimana nilai absorbansi dari larutan pasta diukur menggunakan *Spectrophotometer-UV*. Hasilnya menunjukkan adanya hubungan linier antara kandungan glukosa terhadap arus listrik pada biobaterai dari pasta elektrolit ketapang. Pasta segar diketahui memiliki konsentrasi glukosa sebesar 23.9 mg / mldan dapat menghasilkan arus sebesar 1 mA, pada saat biobaterai dipasang hambatan sebesar 100 Ω.

KEYWORD : biobaterai, kandungan glukosa, pasta ketapang.

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu penentu keberlangsungan hidup manusia. Saat ini dunia masih lebih banyak memanfaatkan energi yang bersifat non terbarukan seperti minyak bumi, gas bumi, dan batubara. Akan tetapi kebutuhan akan energi yang terus bertambah tidak diimbangi dengan ketersediaan jangka panjang yang cukup dari sumber energi non terbarukan (Ansanay, dkk., 2014). Kondisi ini mendorong pemanfaatan energi alternatif yang bersifat terbarukan seperti panas bumi, energi surya, angin, air dan biomassa seperti briket maupun biobaterai (Dincer, 2000).

Dari berbagai bentuk energi terbarukan tersebut, biobaterai telah lama menarik banyak perhatian peneliti (Swartling and Morgan, 1998, Kannan, dkk, 2008), karena biobaterai dapat mengubah secara langsung glukosa menjadi energi listrik, sekaligus mengurangi dampak buruk pencemaran yang diakibatkan dari proses kimiawi pada baterai

konvensional (Wang, dkk., 2012, Siddiqui and Pathrikar, 2013). Biobaterai secara sederhana didefinisikan sebagai suatu perangkat penyimpan energi dimana sumber energinya berasal dari senyawa organik. Seperti pada baterai konvensional, biobaterai pada prinsipnya memiliki tiga bagian utama, yaitu anoda (-), katoda (+), and dan elektrolit. Letak perbedaannya adalah elektrolit pada biobaterai tidak menggunakan senyawa kimia namun senyawa organik.

Mikroba, buah-buahan, dan sayur-sayuran merupakan senyawa organik yang berpotensi tinggi menjadi sumber elektrolit karena kandungan glukosa, asam nitrat dan enzim (Khan and Obaid, 2015). Lemon, bongkol jagung, dan anggur merupakan beberapa contoh buah-buahan yang berpotensi tinggi sebagai elektrolit dalam biobaterai (Swartling and Morgan, 1998, Randhawa, dkk. 2014).

Di Indonesia, beberapa penelitian dasar telah dilakukan untuk mengetahui sifat

elektrolit dari buah-buahan dan sayur-sayuran. Azmi (2015) menemukan bahwa buah belimbing sayur dapat menghasilkan tegangan sebesar 1 volt, dimana setara dengan baterai yang dijual dipasaran yaitu 1,5 volt. Igharo (2012) memaparkan bahwa biobaterai dari bahan dasar singkong dapat menghasilkan tegangan sebesar 2,0 volt, karena kandungan HCN yang tinggi. Sementara itu Kholida dan Pujayanto (2015), telah melakukan pengujian buah mangga dan jeruk untuk mengetahui hubungan linier keasaman dan kuat arus listrik. Meskipun demikian, sayur-sayuran dan buah-buahan pangan tidak dapat dikembangkan menjadi sumber energi biobaterai dalam jumlah besar, karena tentunya dapat menimbulkan krisis pangan. Oleh karena itu, pengembangan biobaterai perlu difokuskan terhadap tanaman non-pangan.

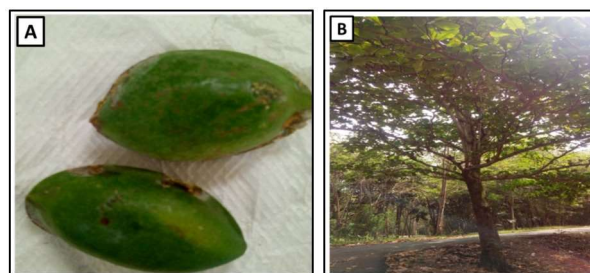
Pada penelitian ini, dipilih tanaman non pangan ketapang (*Terminalia catappa* L), yang dibuat dalam bentuk pasta, sebagai elektrolit dalam biobaterai. Ketapang (*Terminalia catappa* L.) merupakan tanaman yang terdistribusi secara luas di Indonesia dari Sumatera hingga Papua. Tanaman ketapang merupakan tanaman berdaun rimbun, berbuah lebat, memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, dan dapat berbuah dua kali dalam setahun (Thomson and Evans, 2006). Tanaman ini juga dapat tumbuh dengan baik meskipun di lahan marginal, dengan kecepatan tumbuh antara 1,5-2,0 meter per tahun di lahan marginal dan antara 3-8 meter per tahun di lahan subur (Akpabio, 2012). Klasifikasi tanaman Ketapang diberikan pada tabel 1 berikut.

Hampir seluruh tanaman ketapang dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah biji ketapang yang mengandung asam lemak sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel. Pengujian secara kimiawi telah dilakukan oleh Lin and Hsu (1999) yang menemukan bahwa ketapang mengandung

senyawa tanin, karbohidrat dan glukosa dan banyak serat. Senyawa utama tersebut membuat ketapang berpotensi sebagai pengganti karbon aktif (Surest, dkk., 2010), minyak pelunak (Rahmaniar, 2013), metil ester (Riyanti, dkk., 2012), dan elektrolit biobaterai (Togibasa, 2018).

Tabel 1 Klasifikasi Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) (Tjitrismo, 1987)

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Subclass	Rosidae
Ordo	Myrtales
Family	Combretaceae
Genus	Terminalia L
Spesies	Terminalia catappa L



Gambar 1 a) Buah Ketapang b) Tanaman Ketapang

Pada penelitian sebelumnya (Togibasa, 2018), telah dilakukan pengembangan biobaterai dengan menggunakan pasta ketapang sebagai elektrolit biobaterai dengan memberikan nilai tegangan pada rangkaian terbuka sebesar 0.865V, dan puncak daya sebesar 0,25 mW. Dari kurva polarisasi serta daya yang diukur setiap hari selama 7 hari berturut-turut, menunjukkan bahwa pada hari pertama, kurva daya menunjukkan puncak yang tajam, sedangkan pada saat arus sudah menurun di hari ke 3 dan seterusnya, kurva daya menunjukkan puncak lekukan ganda. Wang, dkk. (2012) sebelumnya memberikan perbandingan bentuk kurva daya biobaterai antara ada dan tidak adanya glukosa. Membandingkan hasil biobaterai ketapang dengan model yang diberikan Wang, dkk., diduga bahwa mekanisme

glukosa berperan penting pada biobaterai dari pasta ketapang. Namun demikian belum dapat dipastikan berapa konsentrasi glukosa pada pasta elektrolit tersebut.

Konsentrasi glukosa pada bahan alam dapat diukur secara kuantitatif dan kualitatif. Cara umum yang dapat dipakai untuk mengukur kandungan glukosa adalah menerapkan metode Miller menggunakan dinitrosalisilat atau DNS (Miller, 1959). Metode Miller merupakan metode sederhana yang efektif untuk menentukan total gula pereduksi dari sampel. DNS merupakan senyawa aromatis (senyawa hidrokarbon) yang akan bereaksi dengan gula reduksi maupun komponen pereduksi lainnya untuk membentuk 3-amino-5-nitrosalicylic acid, suatu senyawa yang mampu menyerap dengan radiasi gelombang elektromagnetik pada 540 nm. Semakin banyak komponen pereduksi yang terdapat dalam sampel, maka akan semakin banyak molekul amino nitrosalicylic acid yang terbentuk dan menyebabkan serapan semakin tinggi.

Ketika sampel telah disiapkan melalui metode Miller, pengukuran dilakukan dengan menerapkan prinsip spektroskopi. Secara teori spektroskopi adalah ilmu yang menjelaskan tentang spektrum panjang gelombang yang bervariasi. Dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis maka dapat diukur panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel.

Hukum Lambert-Beer (Beer's Law) memberikan hubungan linearitas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan sampel. Konsentrasi dari sampel di dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer, yang diformulasikan sebagai berikut.

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot C \quad (1)$$

dimana

A = absorbansi

ε = koefisien ekstingsi molar

b = tebal kuvet (cm)

C = konsentrasi

Pada penelitian ini, dilakukan studi yang lebih spesifik mengenai kandungan glukosa dalam pasta ketapang. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh kandungan glukosa terhadap arus yang dihasilkan pada biobaterai.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Pembuatan dan pengujian performa biobaterai

Metode pembuatan dan pengujian performa biobaterai yang digunakan sama dengan penelitian sebelumnya (Togibasa, 2018), namun air pelarut pasta adalah aquades, bukan air steril. Perubahan jenis air pelarut pasta diperlukan untuk memastikan bahwa dalam pasta hanya terkandung buah ketapang saja, dan tidak ada mineral apapun yang berasal dari air pelarut.

Sel biobaterai dibuat dengan menggunakan metode sel galvanik (Khan dan Obaid 2015), pada sebuah wadah plastik berukuran 4 cm × 4 cm × 5 cm yang dindingnya telah ditempelkan elektroda tembaga dan seng berukuran 3 cm × 3 cm, di sisi yang berlawanan, serta telah dihubungkan dengan kabel dan penjepit buaya. Pasta ketapang dibuat dari buah ketapang dengan kematangan yang homogen. Buah ketapang dipotong-potong dan dipisahkan bijinya, ditumbuk, kemudian dicampur dengan aquades dengan perbandingan 1:1 (100 gr ketapang dengan 100 ml aquades), kemudian dihaluskan dengan *blender* selama kurang lebih 5 menit. Pasta elektrolit yang sudah siap dituangkan ke dalam sel biobaterai, dengan memastikan bahwa seluruh pasta telah menutupi permukaan biobaterai.

Performa biobaterai yang diuji adalah karakteristik arus terhadap waktu, polarisasi dan kurva daya. Tegangan diukur menggunakan multimeter digital (Extech

MN35), dan resistor yang digunakan adalah decade resistance box (Extech 380400). Setelah dicatat besar tegangan pada saat rangkaian terbuka, maka biobaterai dirangkakan dengan resistor dengan menghubungkan terminal positif pada elektroda seng, dan terminal negatif pada elektroda tembaga. Karakterisasi arus diukur pada saat resistansi sebesar 100Ω setiap 4 jam, selama 4 hari berturut-turut. Karakterisasi polarisasi dan kurva daya dihasilkan dengan mengukur arus pada saat resistansi bervariasi mulai dari 100Ω hingga $1 \text{ M } \Omega$. Nilai arus dan daya pada setiap kondisi tersebut dihitung dari besar tegangan yang terukur.

2.2 Pengukuran Konsentrasi Glukosa

Seluruh rangkaian pengujian glukosa dilakukan menggunakan metode Miller. Larutan dinitrosalisilat (DNS) dibuat dari campuran 1 grDNS dan 20 grsodium tartre dalam 50 ml aquades, yang kemudian diaduk selama 15 menit dengan menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian ditambahkan 10 gr sodium Tartre dan 20 ml larutan NaOH, dan diaduk kembali selama 10 menit. Larutan *acetate buffer* dibuat dengan mencampurkan 4,1gr *sodium acetate anhydrous* dan *acetic glacial* dalam 500 ml aquades. Larutan diaduk selama 60 detik dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan *acetate buffer* harus dibuat dengan derajat keasaman sama dengan 5.

Untuk mendapatkan nilai hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan, maka terlebih dahulu diukur absorban dari larutan gula standar. Larutan gula standar dibuat dari campuran D(+) glucose dengan aquades, dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 0 mg/ml, 0.4 mg/ml, 0.8 mg/ml, 1.2 mg/ml, 1.6 mg/ml dan 2.0 mg/ml. Larutan gula kemudian dicampur dengan larutan DNS dan *acetate buffer*, kemudian diukur absorbansi dari masing-masing konsentrasi glukosa menggunakan Spektrofotometer-UV 1601 SHIMADZU.

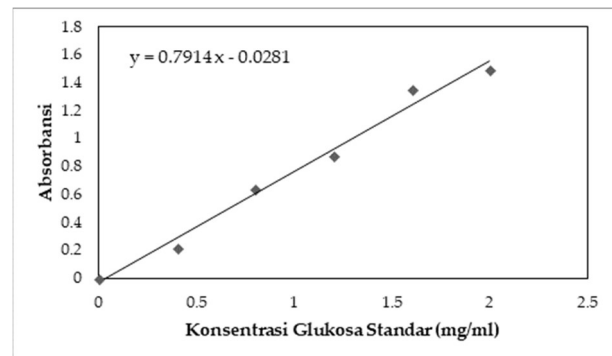
Kemudian di plot grafik hubungan konstansi glukosa terhadap absorbansi (gambar 2), dan diperoleh hubungan linieritas sebagai berikut.

$$y = 0.7914x - 0.0281 \quad (2)$$

dimana

y = Absorbansi

x = Konsentrasi glukosa standar (mg/ml)



Gambar 2 Hubungan linearitas antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan glukosa standar.

Untuk mengukur kandungan glukosa dalam pasta ketapang, maka terlebih dahulu dilakukan pemisahan antara serat dan larutan pasta ketapang dengan menggunakan *Centrifuge* (Model PLC-025). Dengan cara yang sama seperti larutan gula standar, maka diukur absorbansi dari larutan pasta. Larutan pasta diukur setiap 24 jam sekali, selama 4 hari berturut-turut. Nilai konsentrasi kandungan glukosa pada pasta dihitung dengan menggunakan nilai hubungan linieritas dari larutan standard, yang telah diperoleh dari persamaan (2)

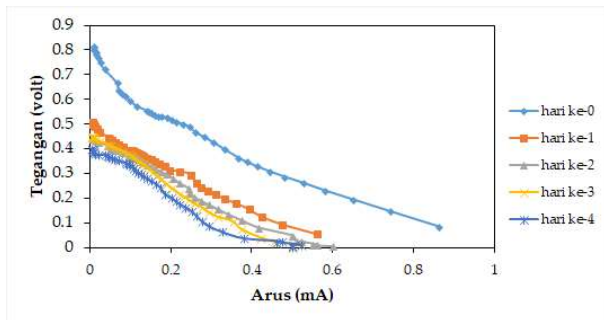
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian performa dari biobaterai berbahan dasar ketapang pada penelitian ini memberikan nilai tegangan rangkaian terbuka yang sama 0.865V (gambar 3), namun daya yang sedikit lebih kecil yaitu 0,14 mW dibandingkan pada penelitian terdahulu, yaitu 0,25 mW (Togibasa, 2018). Hal ini dikarenakan pada penelitian sebelumnya, pelarut pasta menggunakan air steril, yang tentu mengandung mineral dan memberikan kontribusi dalam menghasilkan arus dan daya yang lebih tinggi. Kurva polarisasi dan

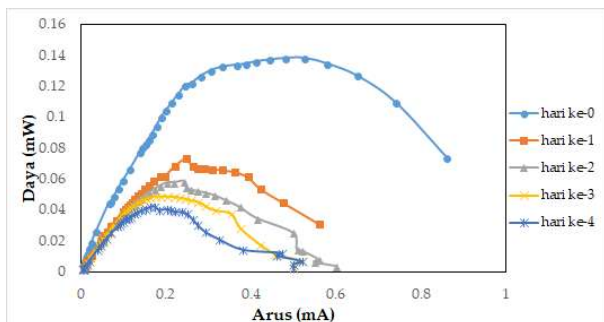
kurva daya diberikan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 3 Biobaterai sel galvanik dari pasta elektrolit ketapang yang menunjukkan tegangan pada rangkaian terbuka sebesar 0,865 V.



Gambar 4. Kurva polarisasi biobaterai dari pasta elektrolit ketapang, mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-4.

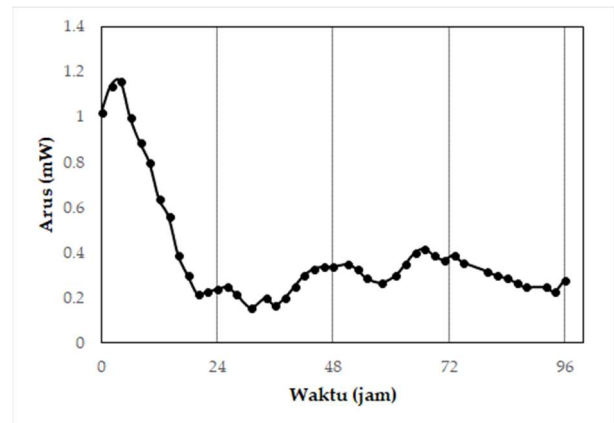


Gambar 5. Kurva daya biobaterai dari pasta elektrolit ketapang, mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-4.

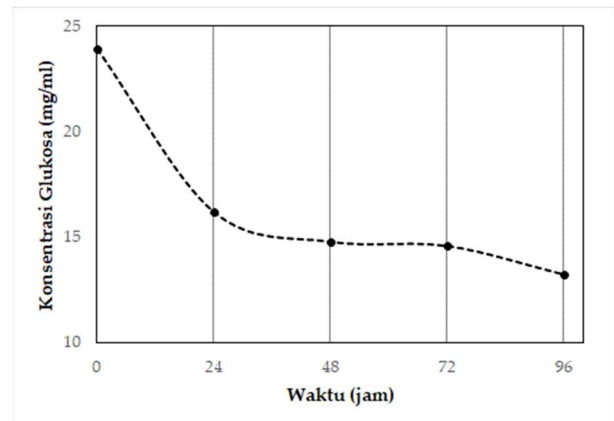
Kurva daya biobaterai memberikan tren yang serupa dengan hasil penelitian sebelumnya. Pada hari ke-0 atau saat pasta ketapang segar baru dibuat, kurva daya menunjukkan puncak tunggal yang signifikan, mengindikasikan adanya glukosa (Wang, dkk). Sedangkan setelah hari ke-1 hingga hari ke-4, selain nilai daya yang

menurun, namun bentuk kurva menunjukkan adanya lekukan puncak, yang mengindikasikan tidak adanya glukosa.

Performa arus terhadap waktu pada saat biobaterai dipasang resistor sebesar 100 Ω , diukur setiap 4 jam selama 4 hari, diberikan pada gambar 6. Pada kondisi yang sama, diukur konsentrasi glukosa setiap 24 jam selama 4 hari, diberikan pada gambar 7.



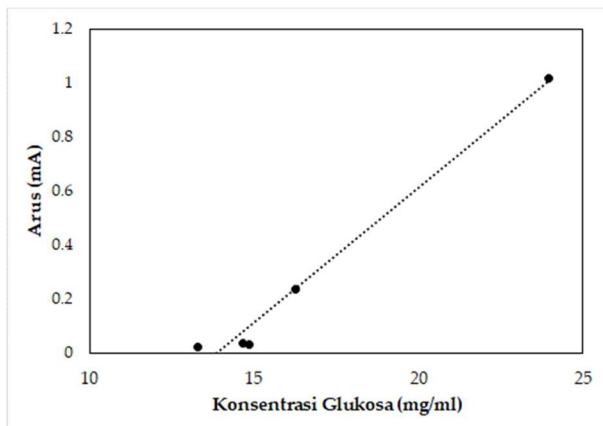
Gambar 6 Kurva arus terhadap waktu pada biobaterai pasta elektrolit ketapang, pada saat dipasang resistor sebesar 100 Ω .



Gambar 7 Kurva konsentrasi glukosa terhadap waktu pada biobaterai pasta elektrolit ketapang.

Dengan membandingkan grafik hubungan arus terhadap waktu dan konsentrasi glukosa terhadap waktu, dapat dilihat hubungan konsentrasi glukosa terhadap arus yang dihasilkan dari biobaterai dari pasta elektrolit ketapang. Pada saat hari ke-0, arus yang dihasilkan sekitar 1 mA, dengan konsentrasi glukosa sekitar 23,4 mg/ml. Namun pada hari selanjutnya, dimana arus sudah menurun drastis, ternyata konsentrasi glukosa pada kondisi tersebut

juga sudah menurun, bahkan hingga mencapai nilai 13,2 mg/ml. Gambar 8 memberikan plot grafik hubungan antara kandungan glukosa dengan arus listrik yang dihasilkan biobaterai pasta elektrolit ketapang, pada saat dipasang resistor sebesar 100 Ω , dimana jelas menunjukkan hubungan linier.



Gambar 8 Hubungan antara kandungan glukosa dengan arus listrik yang dihasilkan biobaterai pasta elektrolit ketapang, pada saat dipasang resistor sebesar 100 Ω

Untuk penelitian selanjutnya, penambahan enzim pada pasta, tentunya dapat membantu percepatan pemecahan glukosa, sehingga meningkatkan arus serta daya yang dihasilkan, dan tentunya meningkatkan performa biobaterai.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa mekanisme sumber energi pada biobaterai berbahan dasar buah ketapang berasal dari kandungan glukosa. Pasta ketapang dapat dengan efektif dijadikan sebagai elektrolit karena memiliki kandungan glukosa tinggi. Pasta segar diketahui memiliki konsentrasi glukosa sebesar 23,9 mg/ml, dan dapat menghasilkan arus sekitar 1 mA, pada saat dipasang resistor sebesar 100 Ω .

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan yang telah mendukung seluruh dana penelitian melalui hibah

Program Kreativitas Mahasiswa - Penelitian (PKM-P) Tahun 2018. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Yane Ansanay, Ph.D atas bantuannya dalam rangkaian pengujian glukosa.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Akpabio, U. D., 2012. Evaluation of Proximate Composition Mineral Element and Anti-nutrient in Almond (*Terminalia catappa* L.)Seeds. *Advances in Applied Science Research*, 3(4): 2247-2253.
- Ansanay, Y., Kolar, P., Sharma-Shivappa, R. R. & Cheng, J. J.,2014. Niobium oxide catalyst for delignification of switchgrass for fermentable sugar production. *Industrial Crops and Products*, 52(1): 790-795.
- Azmi, I., 2015. Prototipe dari buah belimbing saqyur sebagai energi alternatif. *Lensa*, 3(2): 294-296.
- Dincer, I., 2000. Renewable energy and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4: 157-175.
- Igharo, K. O., 2012. Construction of a primary dry cell battery from cassava juiceextracts (the cassava battery cell).*Journal of Educational and Social Research*. 2(8): 18-23.
- Kannan, A. M., Renugopalakrishnan, V., Filipek, S., Li, P., Audette, G. F., & Munikutla L., 2008. Bio-Batteries and Bio-Fuel Cells: Leveraging onElectronic Charge Transfer Proteins. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 8: 1-13.
- Khan, A. M., & Obaid, M., 2015. Comparative bioelectricity generation from waste citrusfruit using a galvanic cell, fuel cell and microbial fuel cell. *Journal of Energy in Southern Africa*, 26 (3): 90-99.
- Kholida H, & Pujayanto, 2015. Hubungan kuat arus listrik dengan keasaman buah jeruk dan mangga. *In: Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) ke-6 2015*.6(1): 42-46.
- Lin, T.C., & Hsu F.L., 1999. Tanin and Related Compounds From *Terminalia catappa* L and *Terminalia Parviflora*. *Journal of the*

- Chinese Chemical Society*, 46: 613-618.
- Miller, G. L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytic Chemistry*, 31 (3): 426-428.
- Rahmaniar, 2013, Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Sebagai Bahan Pelunak dalam Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 24 (1): 49-56.
- Randhawa, M. A., Rashid, A., Saeed, M., Javed, M. S., Khan, A. A. & Sajid, M. W., 2014. Characterization of organic acids in juices in some of Pakistani citrus species and their retention during refrigerated storage. *Journal of Animal and Plant Science*, 24(1): 211-215.
- Riyanti, F., Poedji L. H., & Catur D. L., 2012. Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn). *Jurnal Penelitian Sains*, 15 (2), 15215-74-78.
- Siddiqui, U.Z., & Pathrikar, A., 2013. The Future of Energi Bio Battery. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2 (11): 99-111.
- Surest, A. H., Permana, I., & Wibisono, R. G., 2010. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*, 17 (4): 1-11.
- Swartling, D. J., & Morgan, C., 1998. Lemon cells revisited-The lemon-powered calculator. *Journal of Chemical Education*, 75 (2): 181-182.
- Thomson, L.A.J., & Evans, B., 2006. *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry: Terminalia catappa*, 2.2: 1-20.
- Togibasa, O., Haryati, E., Dahlan, K., Ansanay, Y., Siregar, T., & Liling, M. N., 2018. Characterization of Bio-battery from Tropical Almond Paste. *Journal of Physics: Conference Series* (in press.).
- Wang, J. Y., Nien, P. C., Chen, C. H., Chen, L. C., & Ho, K. C., 2012. A glucose bio-battery prototype based on aDH/(polymethylene blue) bioanode and a graphite cathode with an iodide/tri-iodide redox couple. *Bioresource Technology*, 116: 502-506.