

Studi Literatur: Potensi Onggok Singkong dan Kulit Pisang sebagai Sumber Elektrolit Baterai Basah Ramah Lingkungan

Esa Ghanim Fadhallah^{1*}, Nurhidayati¹, Rizka Hidayati¹, Hanifah¹, Deva Adrifani Prakasa¹

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedong Meneng, Bandar Lampung, Lampung, 35145
*Email: esa.ghanim@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Onggok singkong sebagai limbah dari industri pengolahan singkong diketahui masih memiliki nilai ekonomi dan umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pisang merupakan salah satu komoditas unggul di Indonesia, namun limbah kulitnya belum banyak dimanfaatkan. Kedua bahan tersebut diketahui masih mengandung komponen penting, seperti karbohidrat, kalium, klorida, HCN, magnesium, fosfor, klorida, kalsium, dan besi. Kandungan tersebut bila diolah lebih lanjut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai elektrolit baterai. Tujuan studi literatur ini adalah untuk menggali potensi onggok dan kulit singkong sebagai sumber elektrolit baterai basah ramah lingkungan. Metode yang digunakan dalam studi literatur ini adalah studi pustaka. Hasil studi literatur ini menunjukkan bahwa komponen ionik pada onggok singkong dan kulit pisang sangat berpotensi untuk diolah dan diaplikasikan menjadi elektrolit pada baterai. Inovasi baterai ramah lingkungan ini direalisasikan dengan membuat pasta kulit pisang dan memfermentasi onggok singkong. Pemanfaatan kulit pisang dan onggok singkong ini diharapkan menjadi alternatif elektrolit pada baterai basah di masa depan yang ramah lingkungan.

Kata kunci: elektrolit; kulit pisang; limbah; onggok singkong

ABSTRACT

Cassava pulp as waste from the cassava processing industry were known have economic value and commonly used as animal feed. Banana is one of superior commodities in Indonesia, but the peel waste has not been widely used. Both materials are known to still contain important components, such as carbohydrates, potassium, chloride, HCN, magnesium, phosphorus, chloride, calcium, and iron. These components have the potential to be furtherly processed and used as a battery electrolyte. The aim of this literature study was to explore the potential of banana peel and cassava pulp as an alternative electrolyte for environmentally friendly wet-cell battery. The method used in this study is literature review. The results of this literature study indicate that the ionic components of banana peels and cassava pulp have the potential to be processed and applied to become electrolytes in batteries. The innovation of environmental friendly battery can be realized by making a mixed paste from banana peel and cassava fermentation. The processing of banana peels and cassava pulp as electrolyte expected to be the alternative of environmentally friendly wet-cell battery in the future.

Keywords: banana peel; cassava pulp; electrolyte; waste

PENDAHULUAN

Baterai merupakan salah satu sumber energi yang paling praktis dan murah untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Nasution, 2021). Pasar pengguna baterai di dunia diprediksi meningkat pada tahun 2023 sebesar 28% dengan nilai sebesar 18,74 juta USD (RSG, 2018). Pada baterai terdapat bagian elektrolit yang berperan penting untuk menghasilkan energi listrik (Nasution, 2021). Baterai kering yang umumnya digunakan merupakan produk sekali pakai dan akan menghasilkan limbah. Limbah baterai tergolong

sebagai limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) yang disebabkan adanya kandungan logam berat pada elektrolit baterai kering seperti timbal, nikel, merkuri, dan kadmium (Sopiah, Irawati, Sulistia, & Prasetyo, 2017). Menurut Indirawati (2017), logam berat seperti kadmium (Cd) dan timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui kontaminasi pada makanan, air minum, inhalasi udara, maupun kontak lewat kulit. Pengaruh limbah B3 dari baterai selain berdampak negatif terhadap lingkungan juga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, seperti kerusakan

pada otak, sistem saraf, ginjal, sistem reproduksi, paru, peredaran darah, kelainan kulit dan kanker (Kiddee, Naidu, & Wong, 2013). Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan alternatif bahan elektrolit baterai yang ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan bahan organik yang mudah diurai.

Bahan organik untuk elektrolit bisa didapatkan dengan memanfaatkan limbah dari komoditas hasil pertanian, diantaranya kulit pisang dan ongkok singkong. Sudah banyak orang yang memanfaatkan kulit pisang sebagai makanan seperti keripik kulit pisang (Anwar, Septiani, & Nurhayati, 2021), kue donat (Wakano, Samson, & Tetelepta, 2016), dan selai (Gurning, Puarada, & Fuadi, 2021), namun pemanfaatan kulit pisang masih belum dimanfaatkan dengan baik. Kulit pisang diketahui memiliki kandungan karbohidrat 18,5%, kalium 71,5 mg/100 g, fosfor 11,7 mg/100 g, klorida 1,0 mg/100 g, dan besi 1,6 mg/100 g (Nurannisa, Muhammad, Taufan, Muhamad, & Akbar, 2021). Kulit pisang pernah dilaporkan memiliki tegangan listrik yang berkisar dari 0,32-1,24 volt (Muhlisin, Soedjarwanto, & Komarudin, 2015; Ristiono, 2021; Sobari, 2013).

Singkong merupakan komoditas pertanian selain pisang yang memiliki jumlah produksi yang tinggi di Provinsi Lampung dengan nilai produksi mencapai 6,6 juta ton dengan pertumbuhan produksi per tahun sebesar 22,61% (BPS, 2017). Umbi singkong biasanya diolah oleh industri tapioka untuk diambil patinya untuk dijadikan sebagai tapioka, sehingga dari kegiatan tersebut menghasilkan limbah padat sebesar 75% (Yohanista, Sofjan, & Widodo, 2014) berupa ampas yang biasa disebut ongkok. Ongkok yang dihasilkan memiliki kandungan yang sangat banyak yang masih bisa dimanfaatkan, salah satunya kandungan karbohidrat sebesar 76% (Yulistiani et al., 2019). Karbohidrat pada ongkok singkong dapat difermentasi sehingga menghasilkan asam asetat yang memiliki potensi sebagai elektrolit pada baterai.

Elektrolit merupakan salah satu komponen penting pada baterai selain anoda dan katoda, dimana elektrolit atau konduktor ionik berperan sebagai penyedia sarana untuk mentransfer ion (Muhlisin et al., 2015). Sumber elektrolit pada kulit pisang dan ongkok singkong berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi komponen ionik sehingga bisa digunakan menjadi elektrolit pada baterai. Karbohidrat melalui proses fermentasi menghasilkan etanol dan jika teroksidasi akan berubah menjadi asam etanoat atau asam asetat (Nurannisa et al., 2021). Asam asetat merupakan golongan senyawa elektrolit dan berpotensi untuk

menghantarkan listrik untuk diaplikasikan menjadi baterai. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan dari studi ini adalah untuk menggali potensi limbah kulit pisang dan ongkok singkong sebagai alternatif elektrolit baterai

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada studi ini adalah studi pustaka yang bersumber dari media online dan situs jurnal dengan topik elektrolit baterai dari tahun 2013 hingga 2021. Literatur yang digunakan yaitu berupa hasil penelitian pada artikel jurnal ilmiah. Literatur tersebut digunakan dengan tujuan untuk mengetahui konsep dasar mengenai pengolahan limbah kulit pisang dan ongkok singkong sebagai elektrolit baterai berdasarkan kajian hasil penelitian sebelumnya yang relevan, hingga langkah implementasinya.

Kulit Pisang

Data menunjukkan bahwa total konsumsi pisang di Indonesia (per kapita) mencapai 5,8 kg/ tahun dengan produksi nasional mencapai 7,1 juta ton per tahun (BPS, 2017), dimana dari total produksi tersebut, sekitar 30% bagiannya merupakan limbah kulit pisang (Singgih & Ikhwan, 2018). Hal ini menunjukkan semakin tinggi produksi buah pisang dan tingginya konsumsi pisang, maka jumlah limbah kulitnya juga akan meningkat. Kulit pisang umumnya dimanfaatkan sebagai keripik kulit pisang, tepung (Anwar et al., 2021), dan juga sebagai pupuk organik (Nasution, Mawarni, & Meiriani, 2014). Selain dimanfaatkan menjadi produk pangan, kulit pisang juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi produk non-pangan karena kandungan yang dimilikinya, seperti karbohidrat dan mineral-mineral ionik.

Pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi elektrolit pada baterai telah dilakukan sebelumnya. Muhlisin, Soedjarwanto, & Komarudin (2015) membandingkan tegangan yang dihasilkan dari kulit pisang dengan kulit durian sebagai elektrolit baterai dalam bentuk pasta, dimana tegangan dari kulit pisang lebih tinggi dibandingkan dari kulit durian, yaitu sebesar 1,12 volt dengan takaran massa elektrolit 25 gram kulit pisang dan 0,99 volt untuk takaran massa elektrolit 25 gram kulit durian. Sobari (2013) juga melaporkan bahwa tegangan rata-rata yang dihasilkan dari bio-baterai kulit pisang yaitu 1,24 volt untuk massa elektrolit 5 gram, dimana biobaterai ini dapat bertahan rata-rata 5 hari 6 jam atau 135 jam jika digunakan pada jam dinding. Ristiono (2021) memanfaatkan limbah kulit pisang Ambon dan pisang Muli sebagai elektrolit baterai pada massa yang berbeda. Massa elektrolit kulit

pisang Ambon sebesar 15, 20 dan 25 gram menghasilkan rata-rata tegangan dan arus masing-masing sebesar 0,42 V dan 0,87 mA, 0,60 V dan 2,7 mA, dan 1 V dan 9 mA, sedangkan massa elektrolit pisang Muli sebesar 15, 20, dan 25 gram menghasilkan tegangan dan arus yang lebih rendah, masing-masing yaitu 0,34 V dan 0,43 mA, 0,57 V dan 1 mA, dan 0,91 V dan 5,8 mA. Semakin banyak massa pasta kulit pisang yang digunakan, maka menghasilkan tegangan dan kuat arus yang semakin tinggi juga. Kemampuan kulit pisang dalam berperan sebagai elektrolit disebabkan oleh keberadaan komponen penting yang terkandung di dalamnya.

Kulit pisang sendiri memiliki kandungan terbesar yaitu karbohidrat sebesar 18,50%, beserta kandungan mineral lain seperti klorida 1 mg/100 g, fosfor 11,7 mg/100 g, kalium 71,5 mg/100 g, dan besi 1,6 mg/100 g (Nurannisa et al., 2021). Keberadaan kandungan ini berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi elektrolit, karena mineral pada kulit pisang merupakan komponen ionik yang dapat menghantarkan listrik dan karbohidratnya melalui proses fermentasi dan oksidasi menghasilkan asam etanoat yang juga merupakan zat elektrolit (Nurismanto, Mulyani, & Tias, 2014). Selain itu kulit pisang juga mengandung mineral kalium (K^+) (sebagai mineral terbesar pada kulit pisang) dan klorida (Cl^-), dimana kedua zat ini dapat bereaksi dan menghasilkan garam kalium klorida (KCl). Garam ini merupakan elektrolit kuat yang mampu terionisasi dan menghantarkan listrik sehingga kulit pisang bisa bertindak sebagai elektrolit pada baterai (Muhlisin et al., 2015). Keberadaan garam pada elektrolit baterai sangat penting karena dapat meningkatkan konduktivitas ionik sehingga menghasilkan transport ion yang lebih baik (Septiana, Kartini, Honggowiranto, Sudaryanto, & Hidayat, 2019). Garam kalium klorida akan terionisasi menjadi ion kalium dan klorida, sehingga bisa menghantarkan listrik. Unsur air pada pasta kulit pisang akan kontak langsung dengan unsur seng yang bertindak sebagai kutub positif (katoda) dan tembaga sebagai kutub negatif (anoda). Hasil kontak langsung antara ketiga bahan tersebut akan menyebabkan munculnya reaksi ionisasi dan elektron mengalir dengan bebas. Aliran elektron yang secara stabil tersebut akan menyebabkan munculnya arus listrik. Jika kedua elektrode dihubungkan dengan lampu arus akan mengalir dari anode ke katode, dan lampu dapat menyala (Muhlisin et al., 2015).

Onggok Singkong

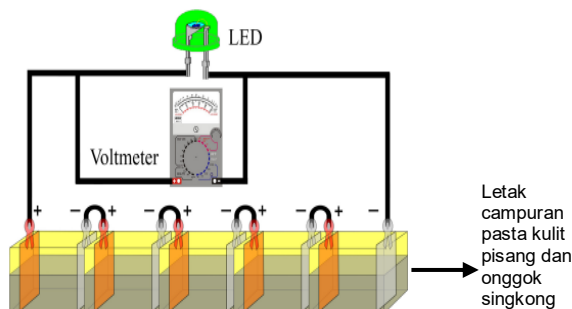
Onggok singkong juga merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan pada saat ini. Onggok singkong merupakan hasil samping dari pengolahan singkong menjadi tapioka. Sebagian besar singkong diolah menjadi tapioka, sehingga onggok yang dihasilkan sangat melimpah. Setiap produksi satu ton singkong menjadi tepung tapioka dapat menghasilkan onggok sebesar 11,4% atau sekitar 114 kilogram. Yulistiani et al. (2019) melaporkan bahwa onggok kering masih memiliki kandungan air sebesar 20% dan karbohidrat 76%, jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kulit pisang. Peranan karbohidrat onggok singkong sebagai elektrolit baterai sangat penting, karena komponen inilah yang akan berperan penting menghasilkan senyawa elektrolit. Singgih & Ikhwan (2018) menjelaskan bahwa karbohidrat pada onggok singkong yang didiamkan pada kondisi yang kedap udara maka akan terfermentasi. Glukosa akan terurai dan menghasilkan etanol. Seiring berjalannya waktu, etanol akan berubah menjadi asam asetat, dan senyawa asam asetat inilah yang berperan sebagai elektrolit pada baterai. Onggok singkong yang telah difermentasi akan berubah bentuknya menjadi pasta dan pasta hasil fermentasi inilah yang dijadikan bahan elektrolit untuk baterai basah.

Selain itu, onggok singkong mengandung asam sianida (HCN) yang merupakan salah satu jenis senyawa elektrolit yang dapat menghasilkan listrik. Menurut Pratama, Widodo, & Gunawan (2012) larutan asam sianida murni pada rentang pH yang berbeda dapat menghasilkan tegangan dan arus listrik mencapai 4,6-5,1 V dengan arus 0,1-0,2 A. Afrian, Liman, & Tantalo (2014) melaporkan bahwa kandungan HCN pada onggok singkong sebesar 175 ppm, sedangkan dalam bentuk kering kandungan HCN pada onggok singkong mencapai 77,56-94,31 ppm. Keberadaan senyawa elektrolit yang terkandung pada onggok singkong berupa HCN dan asam asetat inilah yang menjadi komponen penting dalam baterai. Erviana, Supriyanto, Suciati, & Pauzi (2020) melaporkan penggunaan 25 gram onggok singkong sebagai elektrolit dalam bentuk pasta pada bio-baterai, mampu menghasilkan tegangan listrik mencapai 20,66 Volt dari onggok singkong yang difermentasi selama 144 jam. Besaran tegangan listrik yang dihasilkan bergantung dari durasi proses fermentasi. Semakin lama proses fermentasi, maka semakin tinggi pula tegangan listrik yang dapat dihasilkan. Berdasarkan kajian-kajian tersebut onggok singkong dapat dikombinasikan dengan kulit pisang untuk pembuatan elektrolit baterai basah. Kombinasi baterai dengan bahan kulit pisang dan onggok singkong ini diharapkan

memiliki kekuatan yang lebih tahan lama bila dibandingkan bio-baterai kulit pisang.

Pengolahan Kulit Pisang dan Onggok Singkong menjadi Elektrolit

Limbah kulit pisang dan onggok singkong perlu diolah lebih lanjut untuk memanfaatkan komponen penting yang meliputi karbohidrat, asam sianida, kalium, besi, fosfor, dan klorida (Nurannisa *et al.*, 2021), agar dapat diaplikasikan menjadi elektrolit baterai dalam bentuk pasta. Persiapan yang perlu dilakukan adalah pembuatan pasta limbah kulit pisang dan fermentasi onggok singkong. Pembuatan pasta limbah kulit pisang mengacu pada Pulungan, Febria, Desma, Ayuningsih, & Nila (2017), dimana kulit pisang dipotong-potong dan dihaluskan dengan cara ditumbuk hingga berbentuk pasta dan ditambahkan dengan garam sebanyak 0,75 gram untuk 5 gram kulit pisang. Selanjutnya dibuat onggok singkong mengacu pada Erviana *et al.* (2020), dimana onggok singkong dihancurkan dan diperas untuk mengurangi kandungan air, selanjutnya dimasukkan ke wadah tertutup dan difermentasi selama 144 jam. Kedua campuran pasta kulit pisang dan onggok singkong hasil fermentasi dicampurkan dan disiapkan untuk menjadi elektrolit. Metode pembuatan pasta dari kulit pisang dan onggok singkong dapat mengacu pada penelitian Arizona, Kurniadi, & Fernando (2021). Campuran tersebut diaduk secara merata agar diperoleh hasil yang baik. Selanjutnya untuk menghindari korosi, keberadaan air pada campuran tersebut perlu diminimalkan dengan cara pengeringan. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari (suhu 30-33°C) selama 30 menit agar kandungan air berkurang. Campuran tersebut selanjutnya dimasukkan pada wadah dengan desain seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain baterai dengan elektrolit pasta limbah kulit pisang dan onggok singkong
Sumber: Irsan, Supriyanto, & Surtoto (2015)

Aplikasi Elektrolit pada Pengisi Daya

Elektrolit berperan penting sebagai penghasil energi listrik melalui prinsip oksidasi

dan reduksi pada suatu elektroda dalam sel elektrokimia (Muhlisin *et al.*, 2015) Aplikasi pasta baterai kulit pisang dan onggok singkong berpotensi diterapkan sebagai elektrolit pada pengisi daya atau *power bank*. *Power bank* dipilih karena pada saat ini sangat dibutuhkan bagi kalangan masyarakat. Apabila sedang terjadi pemadaman listrik *power bank* ini akan sangat membantu, jika baterai *handphone* habis. Selain itu, pada saat sedang berpergian jauh *power bank* ini dapat dijadikan sebagai pengisi daya selama perjalanan. Wibowo (2018) melaporkan penggunaan kulit singkong dan limbah tepung tapioka dapat diaplikasikan sebagai pengisi daya *power bank* dengan nilai tegangan DC 5.4 V, arus 1047 mAh, dan daya 5.7 w, sedangkan kapasitas daya maksimal yang dihasilkan pada limbah kulit pisang menghasilkan tegangan 5.49 V DC, arus 1053 mAh, dan daya sebesar 5.78 w. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kapasitas yang dihasilkan tidak terlalu jauh dan dapat dilihat dari selisih hasil daya yang dihasilkan dari masing-masing baterai. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa elektrolit bentuk pasta berpotensi untuk digunakan sebagai pengisi daya dan pasta yang berasal dari limbah kulit pisang dan onggok singkong cocok untuk digunakan sebagai *power bank*.

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah kulit pisang dan onggok singkong berpotensi untuk diaplikasikan sebagai sumber elektrolit untuk baterai yang ramah lingkungan. Keberadaan komponen penting seperti karbohidrat pada onggok singkong dapat difermentasi menghasilkan asam asetat yang merupakan senyawa elektrolit. Kandungan mineral pada kulit pisang seperti klorida, fosfor, kalium dan besi yang bersifat elektrolit secara ilmiah menunjang untuk kemampuan aplikasinya sebagai elektrolit. Campuran onggok singkong hasil fermentasi dan kulit pisang dalam bentuk pasta dimasukkan ke dalam wadah accu agar dapat diaplikasikan menjadi elektrolit baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, F. A., Liman, & Tantalo, S. (2014). Survey Populasi Kapang dan Kadar HCN pada Onggok dengan Proses Pengeringan yang Berbeda di Provinsi Lampung. *Department of Animal Husbandry*, 2(2), 70-74.
- Anwar, H., Septiani, S., & Nurhayati, N. (2021). Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Substitusi Tepung Terigu dalam Pengolahan Biskuit. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian*

- Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 315–320. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4377>
- Arizona, R., Kurniadi, S., & Fernando, Y. (2021). Direction Flow (Dc) Electric Energy Production Through Utilization of Banana Leather and Papaya Leather Waste To Be an Environmentally Friendly Biobattery. *Journal Renewable Energy & Mechanics (REM)*, 04(01), 2714–621. [https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4\(01\).6006](https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4(01).6006)
- BPS. (2017). Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. Retrieved February 12, 2017, from <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>
- Erviana, Y., Supriyanto, A., Suciwati, S. W., & Pauzi, G. A. (2020). Analisis Karakteristik Elektrik Onggok Singkong Fermentasi yang Diawetkan sebagai Pasta Bio-Baterai. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 1(1), 27–32. <https://doi.org/10.23960/jemit.v1i1.10>
- Gurning, R. N. S., Puarada, S. H., & Fuadi, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Pisang Menjadi Selai Pisang Sebagai Peningkatan Nilai Guna Pisang. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 12(1), 106–111. <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v12i1.6395>
- Indirawati, S. (2017). Pollution of Pb and Cd and Health Complaints to Communities in the Belawan Coastal Area. *Jurnal Jumantik*, 2(2), 54–60.
- Irsan, Supriyanto, A., & Surtano, A. (2015). Analisis Karakteristik Elektrik Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Terbarukan untuk Mengisi Baterai Telepon Genggam. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 5(1), 9–18.
- Kiddee, P., Naidu, R., & Wong, M. H. (2013). Electronic Waste Management Approaches: An Overview. *Waste Management*, 33(5), 1237–1250. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2013.01.006>
- 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.
- Nasution, F. J., Mawarni, L., & Meiriani, M. (2014). Aplikasi Pupuk Organik Padat dan Cair dari Kulit Pisang Kepok untuk Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Agroekoteknologi*, 2(3), 1029–1037.
- Nasution, M. (2021). Mengaplikasikan Sel Volta dalam Pembuatan Baterai sebagai Penyimpan Energi. *Journal of Electrical Technology*, 6(3), 1–3. Retrieved from <https://www.jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/5102/3696>
- Nurannisa, A., Muhammad, A., Taufan, I., Muhamad, A., & Akbar, I. (2021). Diseminasi Olah Praktis pada Ibu PKK Dusun Kallimpo dalam Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi Bio-Baterai. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(Peran Akademisi dalam Pemberdayaan Masyarakat di masa Pandemi), 103–110. Riau: LPPM Universitas.
- Nurismanto, R., Mulyani, T., & Tias, D. I. N. (2014). Pembuatan Asam Cuka Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan Kajian Lama Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum (*Acetobacter acetii*). *Jurnal Reka Pangan*, 8(2), 149–155.
- Pratama, B., Widodo, D. S., & Gunawan. (2012). Pengaruh pH pada Penurunan Kadar Ion Sianida secara Elektrokimia dengan Elektroda PbO₂/Grafit. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 15(3), 84–87.
- Pulungan, N., Febria, M. A., Desma, I., Ayuningsih, R. D., & Nila, Y. (2017). Pembuatan Bio Baterai Berbahan Dasar Kulit Pisang. *Hasanuddin Student Journal*, 2(2), 96–101.
- Ristiono, A. (2021). Analisis Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Komponen Baterai Ramah Lingkungan. *Mekanika*, 2(2), 47–53.
- RSG. (2018). *Research Grand View: Battery Market Size & Share | Industry Report, 2020-2027*. India. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/battery-market>
- Septiana, A. R., Kartini, E., Honggowiranto, W., Sudaryanto, S., & Hidayat, R. (2019). Efek Penggunaan Cairan Ionik sebagai Aditif terhadap Konduktivitas Ionik Elektrolit Baterai Ion Litium. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 9(02), 84. <https://doi.org/10.13057/ijap.v9i02.31700>
- Singgih, S., & Ikhwan, N. (2018). Potensi Kulit Pisang sebagai Pengganti Pasta Elektrolit Isi Baterai. *Jurnal Poltrisda*, 1(1), 112–115.
- Sobari, E. F. D. (2013). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai Elektrolit pada Sel Kering. In *Skripsi*. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025> <http://dx.doi.org/10.1038/nature10402> <http://dx.doi.org/10.1038/nature>

- 21059%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577%0Ahttp://
- Sopiah, N., Irawati, W., Sulistia, S., & Prasetyo, D. (2017). Bioakumulasi Timbal pada Pengolahan Air Limbah Baterai oleh *Acinetobacter* sp. Irc2 Menggunakan Biofilter Lekat Diam. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(1), 62. <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i1.74>
- Wakano, D., Samson, E., & Tetelepta, L. D. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Bahan Olahan Kripik dan Kue Donat di Desa Batu Merah Kota Ambon. *Biosel: Biology Science and Education*, 5(2), 152. <https://doi.org/10.33477/bs.v5i2.495>
- Wibowo, Y. S. (2018). *Pengisi Daya Power Bank Pengganti Baterai dari Onggok dan Limbah Kulit Pisang*. Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Yohanista, M., Sofjan, O., & Widodo, E. (2014). Evaluasi Nutrisi Campuran Onggok dan Ampas Tahu Terfermentasi *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus* dan Kombinasi sebagai Bahan Pakan Pengganti Tepung Pakan Pengganti Tepung Jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 24(2), 72–83. Retrieved from <https://jiip.ub.ac.id/index.php/jiip/article/view/177>
- Yulistiani, F., Saripudin, Maulani, L., Ramdhayani, W. S., Wibisono, W., & Permanasari, A. R. (2019). Fructose Syrup Production from Tapioca Solid Waste (Onggok) by Using Enzymatic Hydrolysis in Various pH and Isomerization Process. *Journal of Physics: Conference Series*, 1295(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1295/1/012032>