

**Studi Literatur: Potensi Limbah Kulit Singkong Karet  
(*Manihot glaziovii*) sebagai Elektroda Supercapacitor pada  
Lampu Portable**

***Literature Review: Potency of Ceara Rubber (*Manihot glaziovii*)  
Peel Waste as Supercapacitor Electrode in Portable Lamp***

**Elfana Risti<sup>1</sup>, Al Khasanah<sup>1</sup>, Faras Nur Aini Muharomah<sup>1</sup>, Putri Navisa<sup>1</sup>,  
Esa Ghanim Fadhallah<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian,  
Universitas Lampung, Indonesia

\*email: esa.ghanim@fp.unila.ac.id

Disubmit: 11 Februari 2022

Direvisi: 28 Februari 2022

Diterima: 30 Maret 2022

**Abstract.** *Conventional electricity is one of the basic needs that increases every year. The limited sources of conventional electricity lead us to find the sources of electricity that are safe and environmentally friendly. There are 433 villages in underdeveloped, frontier, and outermost areas in 2020 that lack of electricity. Alternative solution for this problem is by innovating ceara rubber (*Manihot glaziovii*) as a supercapacitor electrode in portable lamps for lighting people in disadvantaged, frontier, and outermost areas. This literature study aims to explore the potency of ceara rubber peel as supercapacitor electrodes for portable lamps. The method used in this study was find the related information through secondary data from various research journals. The results of the literature study indicate that the components in the rubber cassava peel have the potential to be used as supercapacitor electrodes. This innovation becomes very profitable for developing waste of ceara rubber peel that has not been utilized. The utilization of rubber cassava peel waste is also a solution to solve the problem of limited electricity and lighting in the underdeveloped, frontier, and outermost areas area.*

**Keywords:** *ceara rubber, electricity, electrode, supercapacitor*

**Abstrak.** Tenaga listrik konvensional adalah salah satu kebutuhan dasar masyarakat yang terus meningkat penggunaannya. Terbatasnya sumber tenaga listrik konvensional membuat kita sadar untuk mencari tahu sumber tenaga listrik yang aman dan ramah lingkungan. Terdapat 433 desa di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar pada tahun 2020 yang masih belum teraliri listrik. Salah satu cara untuk menghasilkan suatu sumber energi listrik adalah dengan cara elektrokimia. Solusi yang dapat dilakukan dari permasalahan ini adalah melakukan inovasi dengan cara memanfaatkan singkong karet (*Manihot glaziovii*) sebagai elektroda supercapacitor pada lampu portable untuk penerangan masyarakat di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T). Studi

literatur ini bertujuan untuk menggali potensi kulit singkong karet menjadi elektroda superkapasitor lampu portable untuk penerangan masyarakat 3T. Metode yang digunakan yaitu mencari informasi melalui data sekunder dari berbagai jurnal hasil penelitian. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa komponen pada kulit singkong karet berpotensi digunakan menjadi elektroda superkapasitor. Gagasan ini menjadi sangat menguntungkan untuk mengembangkan limbah yang belum termanfaatkan. Selain itu, pemanfaatan limbah kulit singkong karet ini juga merupakan solusi untuk menyelesaikan masalah keterbatasan listrik dan penerangan di daerah 3T.

**Kata kunci:** elektroda, listrik, singkong karet, superkapasitor

## PENDAHULUAN

Tenaga listrik konvensional adalah salah satu kebutuhan dasar masyarakat yang terus meningkat penggunaannya. Terbatasnya sumber tenaga listrik konvensional membuat kita sadar untuk mencari tahu sumber tenaga listrik yang aman dan ramah lingkungan. Seiring berkembangnya teknologi di era modern saat ini, listrik mempunyai peranan besar dalam kehidupan masyarakat. Saat ini semua aktifitas masyarakat tidak terlepas dari listrik, salah satunya adalah sebagai penerangan. Namun di Indonesia sendiri tidak semua masyarakatnya dapat merasakan penerangan di daerahnya karena kurangnya pendistribusian listrik yang tidak merata. Setidaknya ada 433 desa di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T) di tahun 2020 yang masih belum teraliri listrik. Desa tersebut tersebar di empat provinsi yaitu Papua terdapat sebanyak 325 desa, Papua Barat terdapat sebanyak 102 desa, Nusa Tenggara Timur (NTT) terdapat lima desa, dan Maluku terdapat satu desa ([Siska dan Tantimin, 2021](#)).

Salah satu cara untuk menghasilkan suatu sumber energi listrik adalah dengan cara elektrokimia. Penelitian untuk mengetahui sumber kelistrikan yang ditimbulkan oleh variasi bahan elektroda telah banyak dilakukan, khususnya memanfaatkan bahan-bahan hasil pertanian sebagai elektroda untuk superkapasitor. [Pang et al. \(2016\)](#) telah melakukan pembuatan karbon berpori dari pati jagung sebagai bahan elektroda superkapasitor elektrokimia. Karbon berpori yang dihasilkan, sebagai bahan elektroda, menunjukkan kinerja elektrokimia yang signifikan, seperti kapasitansi spesifik yang lebih tinggi, densitas energi yang lebih besar, densitas daya yang lebih tinggi dan stabilitas siklus yang lebih lama, yang menunjukkan bahwa bahan tersebut lebih menjanjikan daripada karbon berpori komersial dalam hal aplikasi dalam superkapasitor. [Ariyanto et al. \(2012\)](#) membuat 2 elektroda menggunakan bahan karbon dengan ukuran pori yang berbeda dan dihasilkan elektroda berbahan karbon ukuran mikropori yang memiliki kapasitansi  $229 \text{ Fg}^{-1}$  sedangkan elektroda berbahan karbon mesopori menghasilkan kapasitansi sebesar  $336 \text{ Fg}^{-1}$ . Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa bahan hasil pertanian berpotensi untuk digunakan sebagai elektroda untuk superkapasitor dan dapat berperan dalam penyelesaian masalah kelistrikan di wilayah terpencil.

Solusi yang dapat dilakukan dari permasalahan ini adalah melakukan inovasi dengan cara memanfaatkan limbah kulit singkong karet (*Manihot glaziovii*) dengan reagen pengaktif sebagai elektroda superkapasitor pada lampu *portable* untuk penerangan masyarakat di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T). Dalam penelitian ini digunakan limbah kulit singkong karet sebagai elektroda superkapasitor karena kulit singkong atau ubi kayu merupakan limbah dari ubi kayu yang mengandung 59,31% karbon (Permatasari et al., 2014). Dengan adanya kandungan karbon yang tinggi dapat dilakukan pemanfaatan terhadap kulit singkong sebagai bahan karbon alami.

Berdasarkan kajian di atas, belum terdapat penelitian yang mengkaji tentang proses pembuatan karbon aktif kulit singkong karet sebagai elektroda superkapasitor lampu *portable* untuk penerangan. Oleh karena itu tujuan dari studi ini yaitu untuk menggali potensi kulit singkong karet menjadi elektroda superkapasitor lampu *portable* untuk penerangan bagi masyarakat 3T.

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada studi ini dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan informasi melalui literatur. Literatur yang digunakan berupa hasil penelitian pada artikel jurnal-jurnal ilmiah maupun skripsi. Literatur tersebut digunakan dengan tujuan untuk mengetahui konsep ilmiah mendasar mengenai pemanfaatan kulit singkong karet sebagai elektroda pada superkapasitor, kajian hasil penelitian sebelumnya yang relevan, hingga langkah implementasinya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Superkapasitor

Superkapasitor dikenal sebagai suatu piranti yang digunakan untuk menyimpan energi dengan penggunaan yang sangat luas, seperti pada bidang elektronik, komputer, telekomunikasi maupun di peralatan kendaraan elektrik (Zhu et al., 2007). Kelebihan superkapasitor dibandingkan baterai ataupun alat penyimpan energi yang lain adalah memiliki siklus yang lebih banyak (lebih dari 100000 siklus), kemampuan penyimpanan energi yang lebih besar, kerapatan energi yang lebih tinggi, serta memiliki prinsip dan konstruksi yang sederhana (An et al., 2001; Shukla et al., 2000). Menurut Ke & Wang (2016) dengan konstruksi dan mekanisme pemisahan muatan yang sederhana pada superkapasitor, memungkinkan penyimpanan dan pengiriman energi berjalan lebih cepat dibanding baterai, Superkapasitor tergolong lebih ramah lingkungan dan aman terhadap pengguna karena material yang digunakan tidak korosif dan sedikit bahan yang berbahaya. Pemilihan bahan untuk elektroda pada superkapasitor sangat mempengaruhi fungsinya sebagai penyimpan energi dan *trend* saat ini adalah penggunaan material atau bahan yang ramah lingkungan.

Penggunaan bahan alami untuk elektroda pada superkapasitor pernah dilaporkan sebelumnya. Pang et al. (2016) melaporkan bahwa elektroda superkapasitor elektrokimia berbahan pati jagung untuk karbon berpori menghasilkan kapasitansi spesifik yang lebih tinggi, densitas energi yang lebih besar, densitas daya yang lebih tinggi dan stabilitas siklus yang lebih lama.

Ariyanto *et al.* (2012) melaporkan bahwa dua elektroda menggunakan bahan karbon dengan ukuran pori yang berbeda dan dihasilkan elektroda berbahan karbon ukuran mikropori yang memiliki kapasitansi  $229 \text{ Fg}^{-1}$  sedangkan elektroda berbahan karbon mesopori menghasilkan kapasitansi sebesar  $336 \text{ Fg}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa bahan alami menjanjikan untuk diaplikasi sebagai elektroda dalam superkapasitor

### **Kulit Singkong Karet**

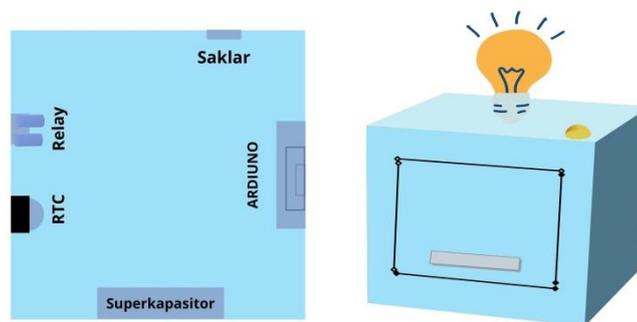
Produksi singkong di Indonesia mencapai 21.790.956 dan limbah kulit singkong yang dihasilkan diperkirakan sebesar 3.486.552 ton (BPS, 2016). Pemanfaatan limbah kulit singkong di Indonesia masih belum maksimal, padahal kulit singkong sendiri mengandung unsur karbon yang cukup banyak sehingga dapat dibuat menjadi karbon mesopori bahan elektroda superkapasitor. Mingbo *et al.* (2014) melaporkan bahwa limbah kulit singkong dapat dijadikan sebagai bahan karbon mesopori dengan mengekstrak komponen amilum dari kulit singkong. Selanjutnya dilakukan proses kristalisasi dengan tujuan mengubah fase larutan amilum hasil ekstraksi menjadi fase sol, lalu fase padatan dan dihasilkan karbon mesopori. Pembuatan elektroda superkapasitor dari karbon mesopori yang telah dihasilkan, dilakukan dengan proses aktivasi karbonasi menggunakan aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  supaya porositas karbon meningkat (Lili *et al.*, 2011). Peningkatan porositas menyebabkan penyerapan ion yang lebih cepat dan meningkatkan luas permukaan elektroda sehingga kapasitansi superkapasitor besar.

Selain itu juga, limbah kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit penghasil arus listrik. Terdapat 16,72 % karbohidrat dan asam sianida (HCN) dalam kulit singkong karet. Karbohidrat tersebut dapat diubah menjadi asam asetat melalui proses fermentasi. Asam asetat hasil fermentasi dan asam sianida (HCN) dapat digunakan sebagai larutan elektrolit. Reaksi elektrokimia dari komponen-komponen dalam superkapasitor yaitu elektroda karbon mesopori dengan larutan elektrolit yang sama-sama berbahan baku kulit singkong karet akan menghasilkan arus listrik yang digunakan sebagai sumber energi lampu portable bagi masyarakat 3T.

Supriyanto *et al.* (2019) telah melakukan analisis pasta kulit singkong sebagai elektrolit sumber energi listrik menggunakan elektroda Cu - Zn dan mampu mampu menyalakan LED 5 watt. Pasta kulit singkong karet yang telah difermentasi mampu meningkatkan daya listrik yang dihasilkan. Kemudian penambahan aktivator yang digunakan yaitu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  bertujuan agar porositas karbon meningkat. Penggunaan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebagai aktivator lebih efektif dalam membuat karbon aktif. Aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dapat menghasilkan karbon aktif yang memiliki mikropori maksimum pada kondisi operasi suhu  $<450^\circ\text{C}$  (Esterlita dan Netti, 2015). Biasanya pada pengaplikasian lampu *portable* menggunakan sumber energi baterai, maka pada inovasi ini menggunakan konsep *cassavenergy* yang merupakan superkapasitor atau teknologi baru yang dikembangkan dari kapasitor konvensional untuk penyimpan energi yang modern yang berasal dari kulit singkong karet. Superkapasitor memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi piranti penyimpanan energi listrik karena memiliki rapat daya dan energi yang besar dan memiliki siklus hidup yang lebih panjang daripada baterai (Riyanto, 2014).

### Aplikasi Superkapasitor pada Lampu *Portable*

Sumber energi listrik yang digunakan pada lampu *portable* memiliki konsep *cassavenergy* yang merupakan superkapasitor berbahan dasar kulit singkong karet (*Manihot glaziovii*). Lampu *portable* dapat dibuat otomatis dan dilengkapi dengan Arduino Nano yang berfungsi sebagai pengontrol pengaturan lampu, *relay* yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menyalakan dan mematikan lampu sesuai dengan waktu yang terbaca pada RTC (*Real Time Clock*) yang berfungsi sebagai *timer* untuk mengatur menyala dan matinya lampu. Ikbar dan Kartika (2020) menyebutkan bahwa kelebihan dari lampu *portable* ini adalah dari segi *packaging* yang praktis, dapat dipindah dan diletakkan dimanapun sesuai kebutuhan karena tidak membutuhkan sambungan listrik dari PLN. Dengan adanya *cassavenergy* sebagai sumber energi listrik pada lampu *portable*, maka masyarakat 3T dapat menikmati penerangan di malam hari dengan mudah dan praktis. Ilustrasi desain lampu *portable* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi lampu *portable*

### Implementasi Inovasi

Inovasi lampu portable menggunakan kulit singkong karet (*Manihot glaziovii*) dengan aktivator  $H_3PO_4$  sebagai elektroda superkapasitor untuk penerangan masyarakat 3T dapat direalisasikan apabila didukung adanya kajian penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah kulit singkong karet sebagai elektroda superkapasitor. Kemudian diperlukan adanya sosialisasi mengenai lampu *portable* dengan konsep *cassavaenergy* sebagai penerangan masyarakat 3T yang ramah lingkungan. Selain itu diperlukan juga adanya kerjasama antar elemen pendukung seperti produsen penghasil kulit singkong karet, pemerintah, mahasiswa, dosen, dan masyarakat di wilayah 3T.

Langkah-langkah implementasi untuk mewujudkan gagasan berbasis pemanfaatan limbah kulit singkong karet (*Manihot glaziovii*) dengan reagen pengaktif  $H_3PO_4$  sebagai elektroda superkapasitor lampu portable untuk penerangan masyarakat 3T ini yang pertama adalah melakukan identifikasi potensi dan pengembangan pemanfaatan limbah kulit singkong karet di daerah. Selanjutnya perlu melakukan pendekatan kepada tokoh masyarakat sebagai awal kerjasama kepada masyarakat di daerah 3T. Sosialisasi program *recycle* limbah kulit singkong karet yang akan dilaksanakan juga perlu dilakukan sebagai informasi ke masyarakat luas tentang inovasi ini. Untuk menjaga keberlanjutan implementasi itu dibutuhkan koordinasi dengan masyarakat selama implementasi pemanfaatan limbah singkong.

## SIMPULAN

Pemanfaatan limbah kulit singkong karet (*Manihot glaziovii*) berpotensi digunakan sebagai elektroda superkapasitor pada lampu *portable* dengan bantuan reagen pengaktif H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Pemanfaatan limbah kulit singkong karet ini juga merupakan salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan konsumsi energi bahan bakar fosil, yang dapat dijadikan sebagai sumber alternatif. Perlunya dilakukan kajian penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan komposisi yang tepat antara kulit singkong karet yang digunakan dan reagen pengaktifnya dalam superkapasitor agar dapat berperan dalam mendukung kebutuhan listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- An, K. H., Kim, W. S., Park, Y. S., Choi, Y. C. (2001). Supercapacitors using single-walled carbon nanotube electrodes. *Advanced Material*, 13(7), 497-500.
- Ariyanto, T., Prasetyo, I., Rochmadi. (2012). Pengaruh struktur pori terhadap kapasitansi elektroda superkapasitor yang dibuat dari karbon nanopori, *Reaktor*, 14(1), 25- 32.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2016). Produksi ubi kayu menurut provinsi (ton). (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>). Diakses pada tanggal 05 Desember 2021.
- Esterlita, O. M., Netti, H. (2015). Pengaruh penambahan aktivator ZnCl<sub>2</sub>, KOH dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (*Arenga pinata*). *Jurnal Teknik Kimia*, 4(1), 47-57.
- Ikbar, M. Y., Kartika, K.P. (2020). Rancang bangun lampu portable otomatis menggunakan RTC berbasis arduino. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 14(1), 61 – 72.
- Ke, Q., Wang. J. (2016). Graphene-based materials for supercapacitor electrodes – A review, *Materiomics* 2, 37-54.
- Lili, W., Yupeng, G., Bo, Z., Chunguang, R., Xiaoyu. M., Yuning. Q., Ying. L., Zichen, W. 2011 High surface area porous carbons prepared from hydrochars by phosphoric acid activation. *Bioresource Technology*. 102(2), 1947-1950.
- Mingbo, W., Peipei, A., Minghui, T., Bo, J., Yanpeng, L., Jingtang, Z., Wenting, W., Zhongtao, L., Qinhui, Z., Xiaojun, H. 2014. Synthesis of starch-derived mesoporous carbon for electric double layer capacitor. *Chemical Engineering Journal*, 245, 166–172.
- Pang, L., Zou, B., Zou, Y., Han, X., Cao, L., Wang, W., Guo, Y. (2016). A new route for the fabrication of corn starch-based porous carbon as electrochemical supercapacitor electrode material. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 504, 26–33.
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., Widowati, E. (2014). Karakterisasi karbon aktif kulit singkong (*Manihot utilissima*) dengan variasi jenis aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), 1–6.
- Riyanto, A. (2014). Superkapasitor sebagai piranti penyimpan energi listrik masa depan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(2), 56-63.

- Shukla, A. K., Sampath, S., Vijayamohanan, K. (2000). Electrochemical supercapacitors: energy storage beyond batteries. *Current Science*, 79(12),1656-1661.
- Siska, J. T., Tantimin. (2021). Analisis hukum terhadap kelalaian dalam pemasangan arus listrik yang menyebabkan hilangnya nyawa orang lain di Indonesia. *Jurnal Komunikasi Hukum*, 7(2), 966–977.
- Supriyanto, A., Surtono, A., Susanto, T. (2019). Analysis of cassava leather paste as an electrolyte of electrical energy source. *Journal of Technomaterial Physics*. 1(1), 15-22.
- Zhu, Z., Hu, H., Li, W., Zhang, X. (2007). Resorcinol formaldehyde based porous carbon as an electrode material for supercapacitors. *Carbon*, 45(1), 160-165.