

Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Sagu Menggunakan Aktivator $ZnCl_2$

Rhizal Alfian Abdul Gani, Yohanes David Sokoy, Derlin Lena Samolo, Octolia Togibasa*)

Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih

Jl. Kamp Wolker, Kampus Uncen Baru, Jayapura, 99358, Indonesia

Email korespondensi : octolia@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v18i1.6933>

Submitted: 16 Agustus 2019; Accepted: 11 Juli 2020

ABSTRAK– Karbon aktif merupakan karbon dengan struktur amorf yang tersusun secara paralel berbentuk cincin heksagonal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat karbon aktif dari ampas sagu dengan aktivator $ZnCl_2$ dan menyelidiki pengaruh konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ terhadap karakterisasi karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan tahapan berturut-turut sebagai berikut: dehidrasi, karbonisasi, ekstraksi silika dengan NaOH dan aktivasi menggunakan $ZnCl_2$ dengan variasi konsentrasi 5%, 15% dan 20%. Karakterisasi karbon aktif dilakukan dengan menganalisis struktur kristal dan morfologi karbon aktif, yang dilakukan menggunakan *scanning electron microscope* dan *x-ray diffractometer*. Hasil karakterisasi menunjukkan karbon aktif paling optimum dihasilkan dari aktivator $ZnCl_2$ 15% karena memiliki struktur amorf dengan ukuran pori relatif kecil yaitu 2 μm .

KATA KUNCI: Karbon aktif, ampas sagu, ekstraksi silika, dan aktivator $ZnCl_2$.

ABSTRACT– Activated carbon is carbon with an amorphous structure arranged in a parallel hexagonal ring. The purpose of this research was to prepare activated carbon from sago waste with $ZnCl_2$ activator and investigate the effect of $ZnCl_2$ activator concentration on the characteristics of activated carbon. Preparation of activated carbon was carried out with the following stages: dehydration, carbonization, silica extraction with NaOH and $ZnCl_2$ activation with variations in concentrations of 5%, 15%, and 20%. The characterization of activated carbon was carried out by analyzing the crystal structure and morphology, which was conducted using a scanning electron microscope and x-ray diffractometer. The characterization results showed that the best-activated carbon was prepared from 15% $ZnCl_2$ and activator due to its amorphous structure with a relatively small pore size of 2 μm .

KEYWORDS: Activated carbon, Sago waste, Silica extraction, and $ZnCl_2$ activator

PENDAHULUAN

Limbah pertanian, khususnya pertanian konservatif dari masyarakat lokal, setiap tahun terus bertambah karena minimnya pemanfaatan limbah (Kristianto, 2017). Limbah sebagian besar hanya dibakar untuk mengurangi penggunaan lahan, dan sebagian kecil dimanfaatkan sebagai kompos atau pupuk hijau oleh para petani lokal. Beberapa alternatif pemanfaatan limbah yang telah dikembangkan adalah konversi limbah menjadi energi terbarukan seperti bahan briket, biofuel, dan juga karbon aktif (Adebisi et al., 2017). Hal ini mendorong

peneliti untuk memanfaatkan limbah organik dari masyarakat lokal sebagai karbon aktif.

Karbon aktif adalah karbon dengan struktur amorf yang tersusun secara paralel berbentuk cincin heksagonal menyerupai struktur grafit. Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dan perangkat penyimpanan energi berbasis elektroda superkapasitor (Liu et al., 2008; Li et al., 2010). Bahan baku karbon aktif dapat diperoleh dari hewan, bahan tambang ataupun tumbuhan yang mengandung karbon seperti ampas sagu (Rahmawati & Angraini, 2017; Rosi et al., 2010).

Ampas sagu merupakan salah satu limbah padat sisa pemerasan pati sagu (Kristianto, 2013). Ampas sagu dapat dijadikan karbon aktif karena terdapat material lignoselulosa yang banyak mengandung unsur karbon (Rosi, Abdullah & Khairurrijal, 2009). Di dalam ampas sagu mengandung selulosa 36.3%, hemiselulosa 14.6% dan lignin 9.7%, material ini dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif (Sangaji, 2009).

Secara umum, terdapat, 2 tahapan utama dalam pembuatan karbon aktif yaitu karbonisasi dan aktivasi. Selama proses karbonisasi, komponen yang mudah menguap akan mudah terlepas dan karbon mulai membentuk struktur berpori. Pada proses aktivasi, terjadi pembentukan pori-pori yang masih tertutup serta peningkatan ukuran pori-pori kecil (Dewi, Pranoto & Barati, 2017). Proses aktivasi karbon aktif akan meningkatkan luas permukaan dan gugus fungsi sehingga kemampuan penyerapannya lebih besar dibanding karbon biasa (Idrus, Lapanporo & Putra, 2013).

Salah satu aktivator yang telah digunakan dalam sintesis karbon aktif adalah seng klorida ($ZnCl_2$). Aktivator ini dapat menghambat pembentukan senyawa volatil sehingga meningkatkan perolehan jumlah karbon aktif, dengan kata lain menghasilkan rendemen paling tinggi. Dalam hal ini, rendemen merupakan bobot karbon aktif yang dihasilkan dibandingkan dengan total bahan baku (Faujiah, 2012). Parameter yang perlu diperhatikan pada saat pembuatan karbon aktif yaitu rasio aktivator $ZnCl_2$, suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi pada saat pentralan (Demiral, Shamdan & Demiral, 2015). Pada pembuatan karbon aktif dari serat rami yang dilakukan oleh Du et al., (2016), diketahui bahwa peningkatan konsentrasi $ZnCl_2$ dapat memberikan peningkatan luas permukaan, namun apabila konsentrasi $ZnCl_2$ terlalu tinggi justru dapat menurunkan luas permukaan. Untuk itu, mengetahui konsentrasi aktivator yang tepat menjadi hal yang sangat penting dalam proses pembuatan karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk membuat karbon aktif menggunakan

aktivator $ZnCl_2$ dengan variasi konsentrasi 5%, 15%, dan 20%, dan menyelidiki pengaruh konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ terhadap struktur mikro pori karbon aktif dan luas permukaan karbon aktif dari ampas sagu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Ampas sagu sebagai bahan baku diperoleh dari produksi tradisional masyarakat Sentani di Desa Maribu, Kabupaten Jayapura. Bahan pendukung lainnya adalah larutan NaOH 10 M, larutan $ZnCl_2$ dengan variasi konsentrasi 5%, 15%, dan 20%, akuades, dan kertas saring. Adapun peralatan yang digunakan dalam membuat karbon aktif adalah oven (B-ONE OV-45), *magnetic stirrers* (C-MAG HS 7 IKA), timbangan digital (Ohaus CL 2000T), dan sensor pH (GLX-Probe-PH).

Preparasi Sampel dan Dehidrasi

Pertama-tama ampas sagu berulang kali dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran lainnya. Selanjutnya, ampas sagu dikeringkan dengan 2 teknik yaitu pengeringan di bawah sinar matahari selama 3 hari, kemudian dikeringkan kembali di dalam oven pada suhu 110 °C selama 2 jam untuk mengurangi kelembapan air.

Karbonisasi dan Ekstraksi Silika

Sebanyak 20 gram ampas sagu kering dibakar hingga menjadi arang di dalam oven selama 1 jam pada suhu 250 °C. Setelah karbonisasi, karbon ampas sagu dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan serbuk karbon halus. Ekstraksi silika dilakukan dengan mencampurkan serbuk karbon dengan larutan NaOH 10M pada rasio 1:20 (karbon massa : ml volume NaOH) dan diaduk selama satu jam pada 95°C. Kemudian, hasilnya disaring dan dicuci dengan akuades berulang kali hingga pH larutan menjadi netral.

Aktivasi $ZnCl_2$

Selanjutnya, 25 ml larutan $ZnCl_2$ dengan variasi konsentrasi 5%, 15%, dan 20% dituang dengan 5 gr jumlah produk yang diekstraksi

kemudian dididihkan selama 90 menit, kemudian disaring. Hasilnya kemudian dipindahkan dan dipanaskan dalam oven selama satu jam pada 250°C. Setelah pemanasan, karbon ampas sagu yang diaktifkan dicuci sampai netral kemudian dikeringkan lagi dalam oven pada suhu 110°C sampai berat konstan tercapai.

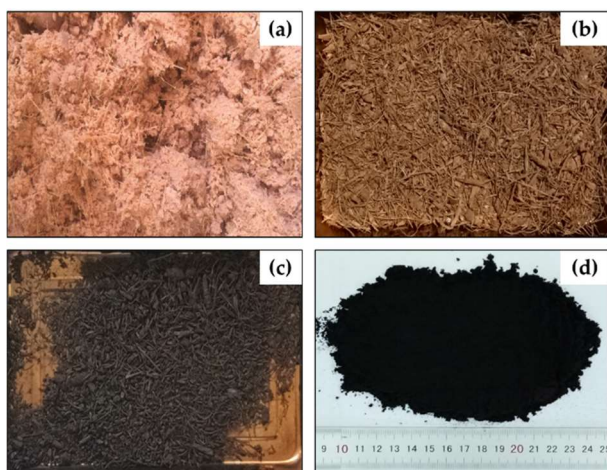
Karakterisasi

Komposisi unsur karbon dianalisis menggunakan PANalytical Minipal 4 *x-ray fluorescence spectrometer* (XRF). Kristalisasi sampel diukur menggunakan difraksi PANalytical E'XPERT PRO *x-ray diffractometer* (XRD). Morfologi permukaan diselidiki menggunakan FEI Inspect-S50 *scanning electron microscopy* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi

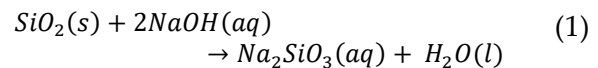
Selama proses dehidrasi ampas sagu, terjadi reaksi enzimatik dimana aktivitas enzim pada ampas sagu banyak mengandung substrat fenolik sehingga menurunkan nilai kandungan protein dari ampas sagu. Dengan menggunakan bantuan oven pada 110°C selama 2 jam, proses dehidrasi meninggalkan 35,3 gr massa dari 74,5 gr massa ampas sagu, atau berkurang hingga 52,35%.



Gambar 1 Hasil tahapan persiapan sampel dan dehidrasi: (a) limbah sagu segar, (b) dehidrasi oven, (c) karbonisasi dan (d) serbuk karbon.

Ampas sagu kaya akan zat silika (Aww-Adeni et. al., 2010). Silika termasuk dalam

kelompok semikonduktor yang juga dikenal sebagai silikon dioksida dengan rumus kimia SiO₂ (Lian, Xu & Chan, 2012). Tujuan dari ekstraksi silika adalah untuk menyediakan struktur awal karbon aktif agar lebih murni dan lebih berpori. Ekstraksi silika dilakukan dengan bantuan larutan NaOH. Reaksi antara SiO₂ dan NaOH dapat terjadi sesuai dengan reaksi:



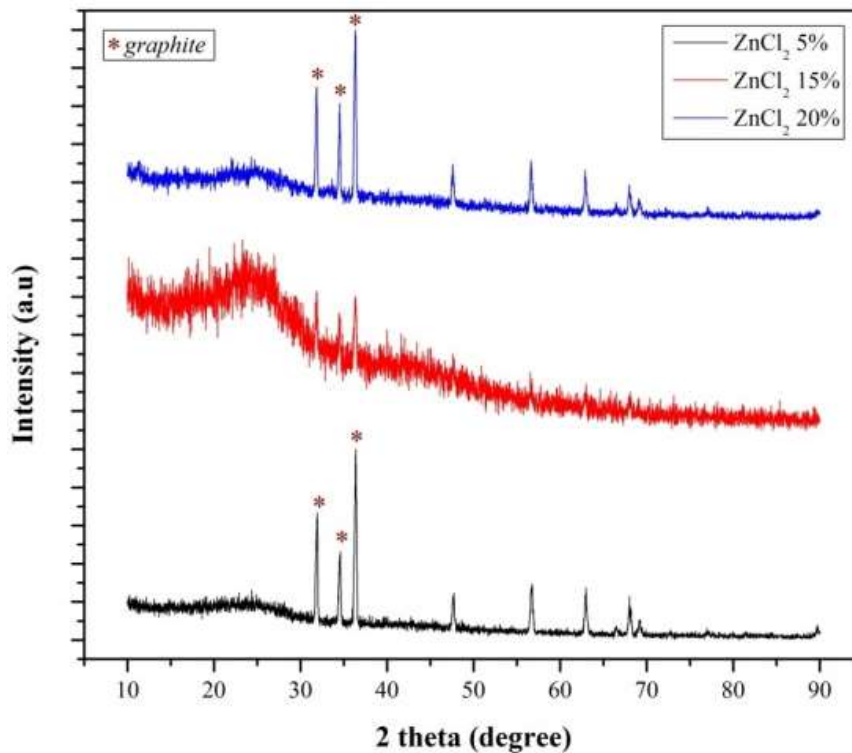
Tabel 1 menunjukkan bahwa ekstraksi silika berhasil dilakukan, dengan hanya 1% berat Si tersisa. Hal ini berarti penambahan larutan NaOH dapat mengikat silika dioksida dari ampas sagu, dan kemudian dilarutkan serta dibuang bersama-sama dalam proses pencucian dengan akuades (Allo, Sudarmono & Togibasa, 2019). Unsur Ca dan Si merupakan unsur elektroda karbon yang umum terdapat dari ampas sagu (Rifani, Taer, & Taslim, 2018). Dengan terekstraksinya unsur Si, maka secara alami unsur Ca menjadi dominan pada sampel karbon setelah ekstraksi, bersama-sama dengan beberapa unsur lainnya seperti Mn dan Fe.

Tabel 1 Komposisi kimia sampel sebelum dan sesudah ekstraksi silika diperoleh dari *x-ray fluorescence*.

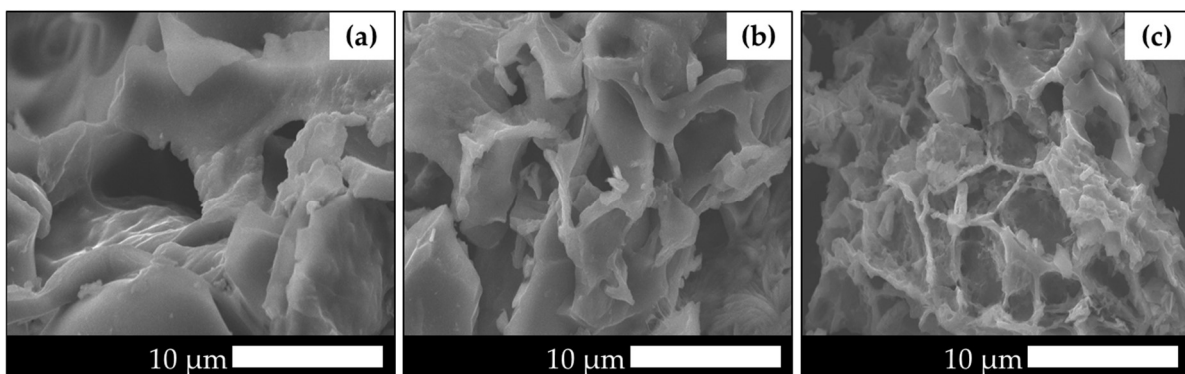
Unsur	Sebelum Ekstraksi (%)	Setelah Ekstraksi (%)
Si	48,0	1
Ca	30,6	64,6
P	3,8	2,1
Mn	3,7	11
Cu	0,85	2,4
Zn	0,44	1
K	7	0,5
Fe	2,6	11,4
Re	1	3
Eu	0,9	0,01
Yb	0,7	1
Ni	0,2	0,89

Karakterisasi Karbon Aktif

Gambar 2 menunjukkan pola difraksi sinar-X sampel karbon aktif dengan variasi konsentrasi 5%, 15% dan 20%. Pola kualitatif



Gambar 2 Pola XRD sampel karbon aktif dengan konsentrasi aktivator ZnCl₂ 5%, 15%, dan 20%.



Gambar 3 Hasil SEM karbon aktif dengan perbesaran 5.000x dengan konsentrasi ZnCl₂ yaitu: (a) 5%, (b) 15%, dan (c) 20%

menunjukkan bahwa karbon aktif dengan konsentrasi 15% memiliki struktur amorf karbon, yang ditunjukkan dari puncak landai pada 2θ di sekitar 22° (Demiral, Shamdan & Demiral, 2015). Selain itu, pola difraksi karbon aktif dengan konsentrasi 5% dan 20% menampilkan puncak-puncak tajam yaitu puncak-puncak struktur kristal grafit berdasarkan Crystallography Open Database (COD# 96-901-2232), serta tipikal puncak-puncak ZnCl₂ (COD# 96-434-3818).

Pola difraksi dari sampel karbon teraktivasi menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan ZnCl₂ hingga 20% intensitas karbon grafit yang teridentifikasi

menjadi lebih kuat, lebih tinggi, dan lebih tajam, yang mengindikasikan adanya karbon kristalin (Demiral, Shamdan & Demiral, 2015). Jika pengikatan yang baik terjadi secara sempurna di dalam senyawa, senyawa tersebut akan larut bersama dalam proses pencucian dan penetralan, tetapi jika pengikatan parsial muncul, biasanya berasal dari agen oksidatif lemah sehingga puncak kristal grafit masih teridentifikasi pada pola difraksi sinar-X (Demiral, Shamdan & Demiral, 2015). Adanya pola khas kristalin ZnCl₂ pada sampel karbon aktif dengan variasi konsentrasi aktivator 5% dan 20%, menunjukkan bahwa masih ada residu ZnCl₂

yang tersisa, yang artinya muncul pengikatan parsial. Hal ini dapat saja disebabkan karena proses pencucian dan penetralan yang belum optimal (Allo, Sudarmono & Togibasa, 2019).

Pada Gambar 3 terlihat foto morfologi dari karbon aktif dengan perbesaran 5.000 kali. Dapat diketahui morfologi karbon aktif 20% pada hasil SEM rata-rata ukuran pori lebih kecil yaitu 1.5 μ m, dibandingkan hasil SEM karbon aktif 15% dengan rata-rata ukuran pori 2 μ m dan 5% dengan rata-rata ukuran pori 5 μ m. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh konsentrasi ZnCl₂ yang berfungsi sebagai agen dehidrasi dan menghambat pembentukan senyawa yang mudah menguap sehingga meningkatkan perolehan karbon aktif (Demiral, Shamdan & Demiral, 2015).

KESIMPULAN

Karbon aktif telah berhasil dibuat dari ampas sagu melalui proses karbonisasi dan aktivasi, menggunakan aktivator ZnCl₂. Pola difraksi dari karbon aktif dengan konsentrasi aktivator ZnCl₂ 15% membentuk struktur amorf, sedangkan pola difraksi dari karbon aktif dengan konsentrasi aktivator ZnCl₂ 5% dan 20% membentuk struktur kristal grafit, disertai dengan residu ZnCl₂. Morfologi karbon aktif dengan konsentrasi aktivator ZnCl₂ 5% menunjukkan struktur mikropori, sedangkan hasil signifikan dari morfologi permukaan telah diperoleh dari karbon aktif dengan konsentrasi aktivator ZnCl₂ 15 dan 20%, di mana ia telah membentuk struktur mikropori relatif kecil dengan ukuran 2 dan 1,5 μ m. Dari pola difraksi dan struktur morfologi, dapat dinyatakan bahwa karbon aktif yang dibuat dari aktivator ZnCl 15% memiliki kualitas yang lebih optimum, karena telah memiliki struktur amorf dan memiliki pori yang berukuran sekitar 2 μ m.

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 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebisi, J.A., Agunsoye, J.O., Ramakokovhu, M.M., & Daramola. M.O. (2017). Preparation and Characterization of Amorphous Silica Nanoparticles from Cassava Waste. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 5(5), 58-63. <https://doi.org/10.1007/s00289-019-02925-6>
- Allo, Y. K., Sudarmono, & Togibasa, O. (2019). Synthesis and Characterization of Activated Carbon from Sago Waste (*Metroxylon sago*) with ZnCl₂ Activation and HNO₃ Modification. *Journal of the Indonesian Chemical Society*, 02(1), 48-53. <https://doi.org/10.34311/jics.2019.02.1.48>
- Awg-Adeni, D., Abd-Aziz, S., Bujang, K., & Hassan, M. (2010). Bioconversion of Sago Residu into Value Added Products. *African Journal of Biotechnology*, 9, 2016-2021.
- Du, X., Zhao, W., Ma, S., Ma, M., Qi, T., Wang, Y., & Hua, C. (2016). Effect of ZnCl₂ impregnation concentration on the microstructure and electrical performance of ramie-based activated carbon hollow fiber. *Ionics*, 22, 545-553. <https://doi.org/10.1007/s11581-015-1571-3>.
- Demiral, I., Samdan, C. A., & Demiral H. (2015). Production and characterization of activated carbons from pumpkin seed shell by chemical activation with ZnCl₂. *Desalination and Water Treatment*, 57(6), 2446-2454. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1027276>
- Dewi, A.M., Pranoto, Y., & Barati. 2017. Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Ampas Sagu. *Prosiding SNST ke-8 Tahun 2017*. 6-9 Oktober, Semarang.
- Faujiah, F. (2012). *Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Padat Industri Agar-agar Sebagai Adsorben Logam Berat dan bahan Organik dari Limbah Industri Tekstil*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Idrus, R., Lapanoro, B.P., & Putra Y.S. (2013). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar

- Tempurung Kelapa. *Prisma Fisika*, 1(1), 50–55.
- Kristianto, H. (2013). Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Jeruk untuk Elektroda Superkapasitor. *Tesis*. Universitas Katholik Parahyangan, Bandung.
- Kristianto, H. (2017). Sintesis Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivasi Kimia $ZnCl_2$. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 104–111.
<http://dx.doi.org/10.36055/jip.v6i3.1031>
- Li, X., Xing, W., Zhuo, S., Zhuo, J., Li, F., Qiao, S., & Lu, G. (2010). Preparation of capacitor's electrode from sunflower seed shell. *Bioresource Technology*, 102, 1118–1123.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.08.110>
- Lian, J. Y., Xu, M. & Chan, Y. (2012). Aqueous-Phase Reactions on Hollow Silica-Encapsulated Semiconductor Nanoheterostructures. *Journal of the American Chemical Society*, 134, 8754–8757.
<https://doi.org/10.1021/ja301805u>.
- Liu, Y., Hu, Z., Xu, K., Zheng, X., & Gao, Q. (2008). Surface Modification and Performance of Activated Carbon Electrode Material. *Acta Physico-Chimica Sinica*, 24(7), 1143–1148.
[https://doi.org/10.1016/S1872-1508\(08\)60049-2](https://doi.org/10.1016/S1872-1508(08)60049-2)
- Rahmawati, R., & Angraini, W. (2017). *Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu sebagai Katalis Fe-Co untuk Reaksi Fischer-Tropsch*. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rifani, Z. A., Taer, E., & Taslim, R. (2018). Pengaruh Temperatur Aktivasi Fisika Terhadap Kinerja Superkapasitor Berbasis Elektroda Karbon dari Ampas Sagu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau ke-3 2018*, 100–105.
- Rosi, M., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Sintesis Nanopori karbon dari Tempurung Kelapa sebagai Elektroda pada Superkapasitor. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. 25–28.
- Rosi, M., Ekaputra, P., M., Iskandar, F., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2010). A Nanoporous Carbon/ Exfoliated Graphite Composite for Supercapacitor Electrodes. *The 4th Asian Physics Symposium-An International Event*, 1325(1), 86–89.
- Sangaji, I. (2009). *Mengoptimalkan Pemanfaatan Ampas Sagu Sebagai bahan Pakan Rumiandia Melalui Biofermentasi dengan Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus) dan Amoniasi*. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.