

## Pengaruh Variasi Konsentrasi NaCl sebagai Aktivator Karbon Aktif Kulit Singkong untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Air Sungai Batang Ombilin

Rezi Radika\*, Astuti

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### *Histori Artikel:*

Diajukan: 9 Oktober 2019  
Direvisi: 15 Oktober 2019  
Diterima: 22 Oktober 2019

#### *Kata kunci:*

aktivator  
arbon aktif  
kulit singkong

#### *Keywords:*

activators  
activated carbon  
cassava peels

#### *Penulis Korespondensi:*

Rezi Radika  
Email: [radikarezi@gmail.com](mailto:radikarezi@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi aktivator NaCl pada karbon aktif kulit singkong untuk menurunkan kadar logam berat air Sungai Batang Ombilin. Karbon aktif dibuat dengan metode adsorpsi. Variasi konsentrasi aktivator yang digunakan yaitu 20%, 25%, 30% dan 35%. Hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan pada karbon aktif terbentuk pori-pori, hal ini disebabkan karena aktivator NaCl dapat menghilangkan pengotor yang ada pada permukaan karbon. Pengujian kadar logam berat sampel air sungai menggunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP) dilakukan sebelum dan setelah penambahan karbon aktif. Kadar logam berat sampel air sungai setelah penambahan karbon aktif sudah berada di bawah ambang batas baku air bersih kelas II, kecuali logam Mn. Penyerapan paling tinggi terdapat pada karbon aktif 35% dengan rata-rata sebesar 83,13%. Penyerapan paling rendah terdapat pada karbon aktif 20% dengan rata-rata 28,08%. Nilai konduktivitas listrik sebesar 93,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  setelah penambahan karbon aktif dengan konsentrasi aktivator 35%.

*Research of the effect of activator with NaCl variations to cassava peels activated carbon for reducing the contain of heavy metals in Batang Ombilin river has been conducted. Activated carbon was synthesized by using adsorption method. Variations of concentration was 20%, 25%, 30%, and 35%. The results of SEM (Scanning Electron Microscopy) show that there are pores form in activated carbon. That because NaCl activator can reducing polluters in carbon surfaces. The contain of heavy metals was tested by ICP (Inductively Coupled Plasma). It was tested before and after adding activated carbon. The contain of heavy metals of water sample after adding activated carbon was in under limit threshold of II class pure water standard, except for Mn metal. The highest adsorption was obtained by activated carbon with 35% activator with average is 83,13%. The lowest adsorption was obtained by activated carbon with 20% activator average is 28.08%. The value of electric conductivity is 93.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  after adding activated carbon with 35% activator concentration.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang timbul akibat perkembangan industri adalah adanya limbah cair yang mengandung logam berat. Logam berat sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Racun yang dimiliki oleh logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme terputus dan juga sebagai penyebab alergi, mutagen dan karsinogen bagi manusia. Logam berat banyak terdapat di hilir sungai karena merupakan tempat sedimentasi mineral yang berasal dari aktivitas erosi maupun erupsi yang terjadi pada hulu sungai. Salah satu sungai di Sumatera Barat yang berada di Kota Sawahlunto adalah Sungai Batang Ombilin. Di sekitar sungai ini terdapat areal pertanian, industri rumah tangga, pemukiman, industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan pertambangan emas. Berdasarkan Laporan Badan Lingkungan Hidup Kota Sawahlunto Tahun 2010 Sungai Batang Ombilin mempunyai kandungan logam berat yang sudah melebihi batas baku mutu air sungai kelas II. Salah satu cara menurunkan nilai kandungan logam berat dapat melalui absorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dapat disintesis menggunakan material alam seperti kulit tempurung kelapa, kulit pisang, kulit singkong dan lain-lain.

Maiza (2018) telah melakukan penelitian sintesis karbon aktif dari kulit pisang untuk pemurnian air tambang emas. Hasil dari penelitian ini adalah karbon aktif dari kulit pisang mampu menyerap logam yang terdapat pada air tambang emas menggunakan aktivator asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan penyerapan paling besar pada konsentrasi 35% dan nilai konduktivitas listriknya sebesar 175,2  $\mu S/cm$ . Perubahan warna sampel air semakin jernih setelah ditambahkan karbon aktif, dari yang sebelumnya berwarna keruh. Setiawati dan Suroto (2010) membuat karbon aktif dari tempurung kelapa menggunakan aktivator natrium klorida (NaCl), natrium hidroksida (NaOH), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) masing-masing 5%, 10%, 15%, 20%. Kualitas karbon aktif terbaik yaitu pada NaCl 20% karena memiliki daya serap besar dari pada yang lainnya. Kemudian Hendrawan dkk. (2017) menemukan karbon aktif dari ampas tebu menggunakan aktivator NaCl 5%, 10%, 15% dapat membuka pori-pori karbon.

Permatasari dkk (2014) melakukan penelitian karbon aktif kulit singkong dengan variasi jenis aktivator yaitu asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), kalium hidroksida (KOH), NaCl. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa aktivator terpilih yang memberikan hasil karakteristik karbon aktif terbaik adalah NaCl. Hal ini karena karbon aktif yang diaktivasi NaCl memberikan hasil karakteristik yang sudah memenuhi standar mutu karbon aktif lebih banyak dari pada kedua jenis aktivator yang lain.

Pada penelitian ini akan dibuat karbon aktif dari kulit singkong untuk menurunkan logam berat pada air di Sungai Batang Ombilin menggunakan aktivator NaCl. Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai karbon aktif akan menurunkan konsentrasi logam berat dan dapat mengurangi limbah industri rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik karbon aktif yang disintesis dari kulit singkong dan menganalisis pengaruh konsentrasi aktivator NaCl pada air Sungai Batang Ombilin.

## II. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu lumpang, alu, *oven*, *furnace*, cawan, pengaduk, timbangan *digital*, ayakan 100 *mesh*, spatula, kertas saring, gelas kimia, *aluminium foil*, botol *polyethylene*, kertas pH, corong, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), konduktivimeter, *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Sedangkan bahan yang digunakan adalah air Sungai Batang Ombilin, kulit singkong, natrium klorida (NaCl), aquades, alkohol.

### 2.2 Pembuatan Karbon Aktif

Kulit singkong dipotong kecil-kecil, kemudian dijemur di bawah matahari selama 7 hari. Kulit singkong dipanaskan ke dalam oven dengan temperatur 100 °C selama 1 jam menggunakan cawan agar kadar air yang terdapat pada kulit singkong hilang. Setelah itu, kulit singkong dibungkus dengan aluminium foil untuk dikarbonisasi menggunakan *furnace* selama 2 jam dengan temperatur 400°C. Selanjutnya karbon dibiarkan dingin dan digerus halus menggunakan lumpang dan alu. Setelah digerus, karbon diayak menggunakan ayakan berukuran 100 *mesh*.

Serbuk karbon yang sudah halus diaktivasi dengan larutan NaCl. Larutan NaCl dibuat dengan cara mencampurkan 100 ml aquades dengan larutan NaCl dengan variasi konsentrasi 20%, 25%, 30% dan 35%. Aktivasi karbon dengan NaCl dilakukan selama 24 jam. Kemudian, karbon aktif disaring dan di panaskan *furnace* selama 2 jam dengan temperatur 400 °C. Setelah itu, karbon aktif dicuci dengan aquades hingga pH dari filtrat karbon aktif netral dan disaring menggunakan kertas saring. setelah itu dikeringkan dengan oven pada temperatur 120 °C selama 90 menit.

### 2.3 Karakterisasi Karbon Aktif dan Kadar Logam

Setelah karbon aktif diperoleh kemudian dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat permukaan karbon aktif dan pori yang terdapat pada karbon aktif. Kadar logam diukur menggunakan ICP untuk sampel air sungai sebelum dan setelah penambahan karbon aktif. Perlakuan dengan penambahan karbon aktif yaitu dengan mencampurkan 5 g karbon aktif dengan 100 ml sampel air sungai dan diaduk rata lalu dibiarkan selama 6 jam sampai karbon aktif mengendap. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring Whatman. Air hasil saringan inilah yang dikarakterisasi dengan ICP.

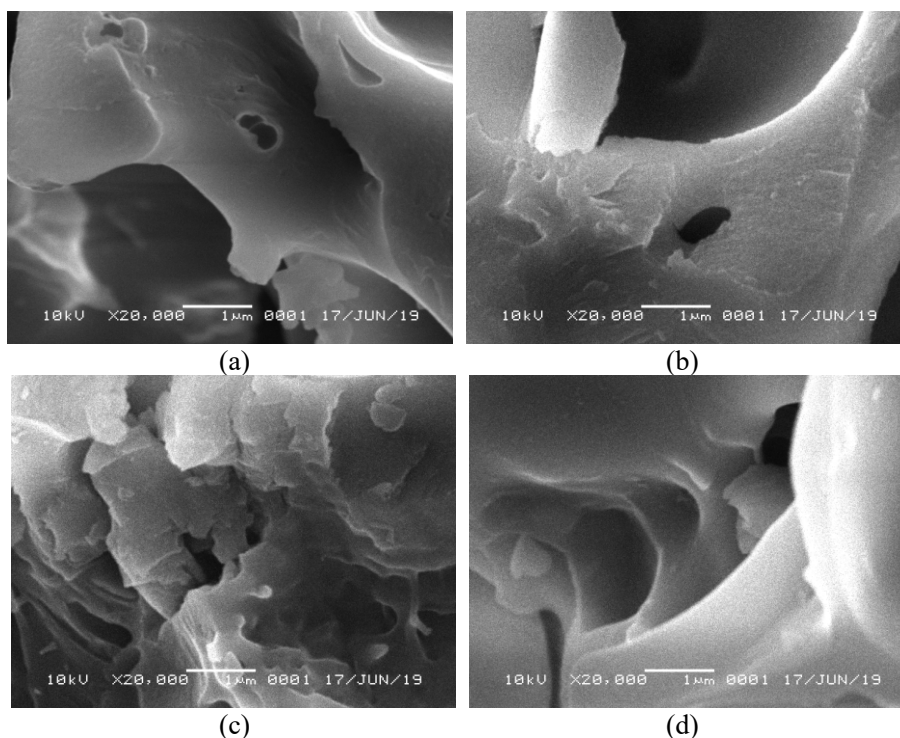
### 2.4 Pengukuran Konduktivitas Listrik

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran konduktivitas sampel air Sungai Batang Ombilin sebelum dan setelah penambahan karbon aktif dengan mencelupkan elektroda yang terdapat pada konduktivimeter ke dalam sampel air sungai.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Morfologi Karbon Aktif dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

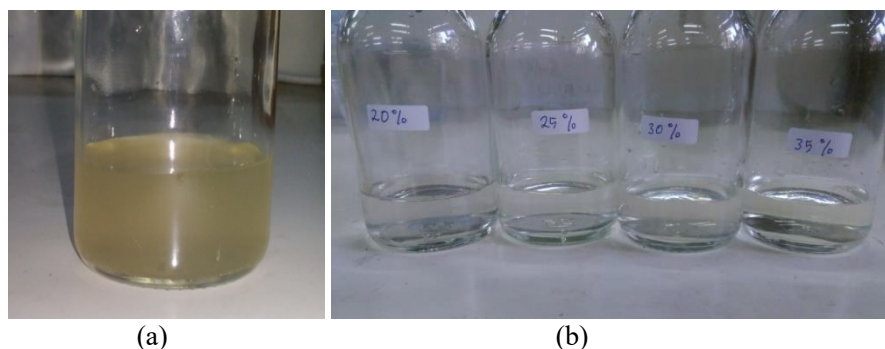
Hasil karakterisasi karbon aktif menggunakan SEM dengan variasi konsentrasi aktivator NaCl 20%, 25%, 30% dan 35% dengan perbesaran 20.000x dapat dilihat pada Gambar 1. Pori-pori yang ada pada karbon aktif disebabkan karena aktivator NaCl memiliki sifat dehydrating agent yang dapat membatasi pembentukan tar. Tar merupakan senyawa hidrokarbon pengotor hasil sisa pembakaran dari proses karbonisasi yang menutupi pori-pori karbon aktif (Cheremisinoff, 1993). Jika semakin banyak aktivator NaCl, maka pori-pori karbon akan semakin banyak yang terbuka. Pori-pori ini dapat memperluas bidang permukaan adsorpsi terhadap ion-ion logam.



**Gambar 1** Hasil karakterisasi SEM untuk variasi konsentrasi karbon aktif.

### 3.2 Pengaruh Karbon Aktif terhadap Kejernihan Sampel Air Sungai Batang Ombilin

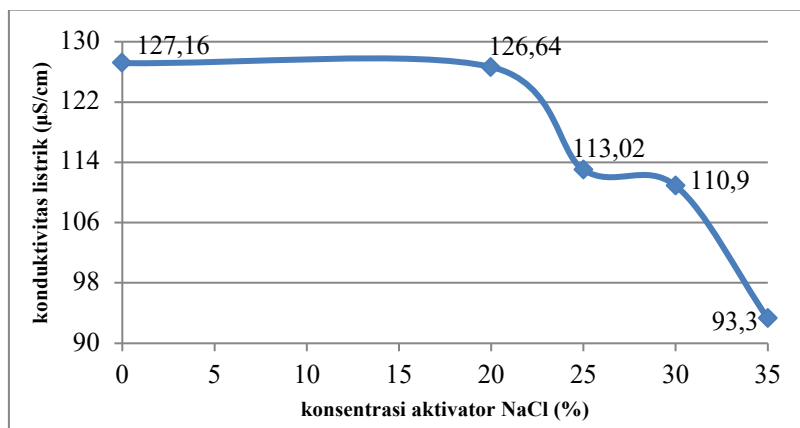
Gambar 2 memperlihatkan perubahan warna sampel air sungai sebelum dan setelah penambahan karbon aktif. Sebelum penambahan karbon aktif (Gambar 2.a) terlihat warna sampel air masih keruh. Setelah penambahan karbon aktif pada (Gambar 2.b) warna sampel air semakin jernih. Perubahan warna air yang semakin jernih dari yang sebelumnya berwarna keruh dapat dilihat secara langsung. Hal ini dikarenakan karbon aktif dalam proses pemurnian dapat menyerap zat warna yang terkandung pada air sungai, sehingga warna dari sampel air terlihat jernih. Saat proses penjernihan air, terjadi proses fisika dan kimia. Pada proses fisika terjadi gaya van der Waals. Ion logam berdifusi menuju pori-pori karbon aktif karena perbedaan konsentrasi adsorbat yang terdapat pada larutan dengan pori-pori karbon. Sedangkan pada proses kimia terbentuknya ikatan kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben.



Gambar 2 Sampel air Sungai Batang Ombilin (a) sebelum dan (b) setelah penambahan karbon aktif

### 3.3 Konduktivitas Listrik

Besarnya nilai konduktivitas listrik pada sampel air Sungai Batang Ombilin sebelum dan setelah penambahan karbon aktif diukur menggunakan alat konduktivimeter. Kurva nilai konduktivitas listrik terhadap variasi konsentrasi NaCl dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai konduktivitas listrik yang didapatkan yaitu berkisar antara 93,3-127,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nilai konduktivitas ini masih berada di bawah ambang batas air layak guna yaitu 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Gambar 3. Kurva nilai konduktivitas listrik terhadap variasi konsentrasi NaCl

Nilai konduktivitas listrik sampel air sungai sebelum dan setelah penambahan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai konduktivitas listrik sebelum penambahan karbon aktif adalah 127,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nilai konduktivitas listrik yang terendah didapatkan pada sampel air Sungai Batang Ombilin yang diberi penambahan karbon aktif dengan konsentrasi aktivator 35% yaitu sebesar 93,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Hal ini dikarenakan pada konsentrasi 35% terjadi penurunan kadar logam yang paling besar dibanding konsentrasi NaCl 20%, 25% dan 30%. Penurunan kadar logam berat menyebabkan ion-ion pada air juga semakin menurun dan mengakibatkan nilai konduktivitas juga menurun. Nilai konduktivitas yang kecil menandakan air semakin berkualitas.

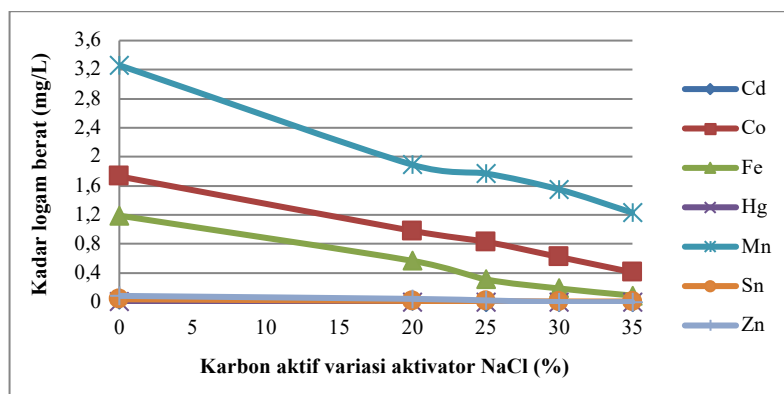
### 3.4 Kadar Logam Berat

Pengujian kadar logam berat pada sampel air sungai dilakukan dengan metode ICP. Kadar logam berat sebelum dan setelah penambahan karbon aktif dengan variasi aktivator dapat dilihat pada Tabel 2. Konsentrasi aktivator yang diberikan pada karbon aktif saat aktivasi mempengaruhi daya serap kadar logam berat. Semakin besar konsentrasi aktivator yang diberikan pada karbon aktif, maka daya serapnya pada logam berat pada sampel air sungai semakin tinggi. Penyerapan paling tinggi terdapat pada karbon aktif 35% dengan rata-rata sebesar 83,13%. Penyerapan paling rendah terdapat pada karbon aktif 20% dengan rata-rata 28,08%.

**Tabel 2** Kadar logam pada sampel air sungai sebelum dan setelah penambahan karbon aktif

jenis logam	kadar logam (mg/L)				
	tanpa karbon aktif	karbon aktif 20%	karbon aktif 25%	karbon aktif 30%	karbon aktif 35%
Ag	0,049	0,034	0,025	0,018	0,012
Al	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
As	0,032	0,018	0,010	ttd	ttd
B	0,414	0,086	0,065	0,048	0,020
Ba	0,711	0,321	0,235	0,188	0,102
Ca	11,9	3,23	1,22	0,88	0,34
Cd	0,033	0,017	ttd	ttd	ttd
Co	1,73	0,98	0,83	0,62	0,41
Cr	0,005	ttd	ttd	ttd	ttd
Cu	0,005	ttd	ttd	ttd	ttd
Fe	1,19	0,567	0,312	0,187	0,089
Hg	0,008	ttd	ttd	ttd	ttd
K	4,12	1,85	1,34	1,00	0,87
In	0,001	ttd	ttd	ttd	ttd
Li	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
Mg	5,84	2,76	2,34	2,10	1,55
Mn	3,26	1,89	1,77	1,55	1,23
Na	2,13	1,03	0,96	0,83	0,43
Ni	0,002	ttd	ttd	ttd	ttd
Pb	0,009	ttd	ttd	ttd	ttd
Se	0,01	0,045	0,021	0,008	ttd
Sn	0,0387	0,0155	0,0123	0,0082	0,0076
Sr	0,0435	0,0237	0,0188	0,0134	0,0100
Tl	0,019	0,010	ttd	ttd	ttd
Zn	0,085	0,044	0,023	ttd	ttd

\*ttd : tidak terdeteksi  
 \* : logam berat di atas ambang batas  
 \* : terjadi penurunan kadar logam



**Gambar 4** Grafik penyerapan kadar logam terhadap konsentrasi aktivator NaCl

Grafik penurunan kadar logam berat yang sudah melebihi ambang batas terhadap konsentrasi aktivator dapat dilihat pada Gambar 4. Terjadi penurunan konsentrasi semua logam berat (kadmium (Cd), kobalt (Co), besi (Fe), merkuri (Hg), mangan (Mn), stannum (Sn), seng (Zn)) setelah penambahan karbon aktif dengan berbagai variasi persentase aktivator. Kadar logam berat sampel air sungai setelah penambahan karbon aktif sudah berada di bawah ambang batas baku air bersih kelas II, kecuali logam Mn.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dapat menurunkan kadar logam yang ada pada sampel air Sungai Batang Ombilin. Pada permukaan karbon aktif terbentuk pori-pori, hal ini disebabkan karena aktivator NaCl dapat menghilangkan pengotor yang ada pada permukaan karbon. Kadar logam berat sampel air sungai setelah penambahan karbon aktif sudah berada di bawah ambang batas baku air bersih kelas II, kecuali logam Mn. Penyerapan paling tinggi terdapat pada karbon aktif variasi aktivator 35% dengan rata-rata sebesar 83,13%. Penyerapan paling rendah terdapat pada karbon aktif variasi aktivator 20% dengan rata-rata 28,08%. Nilai konduktivitas listrik sebesar 93,3  $\mu\text{S/cm}$  setelah penambahan karbon aktif dengan konsentrasi aktivator 35%.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kemenristekdikti yang telah membiayai penelitian ini. Terimakasih kepada Kepala Laboratorium Fisika Material, Fisika Bumi, Laboratorium Air Universitas Andalas dan Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) Bandung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cheremisinoff, N.P., Carbon Adsorption of Pollution Control, (Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA, 1993).
- Hendrawan, Y., Sutan, S. M., Kreativa, R., "Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) menggunakan Activating Agent NaCl", *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(3), hal. 200-207 (2017).
- Laporan Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Sawahlunto Tahun 2009-2010 tentang *Kualitas Air Sungai Batang Ombilin*.
- Maiza, R.K., Hasan, M., Fadly M., Astuti., "Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Pisang untuk Pemurnian Air Tambang Emas dari Logam Berat di Sungai Batang Palangki Kabupaten Sijunjung", *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15(1), hal. 7-11 (2019).
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, *Persyaratan Kualitas Air Bersih*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang *pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air*.
- Permatasari, A.R., Kasanah, U.L., Widowati, E., "Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot Utilissima) dengan Variasi Jenis Aktivator", *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), hal. 70-75 (2014).
- Setiawati, E., dan Suroto, "Pengaruh Bahan Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa", *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), hal. 21-26 (2010).