

## Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion Logam Timbal ( $Pb^{2+}$ )

### Adsorption Capacity of Active Charcoal of Cassava Peel to $Pb^{2+}$ Ion

<sup>1)</sup>Deviyanti, <sup>2)</sup>Sumiati Side, <sup>3)</sup>Netti Herawati

<sup>1, 2, 3)</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg Tata Raya Makassar, Makassar 90224

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu kontak optimum adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion logam  $Pb^{2+}$ . Penentuan waktu kontak optimum menggunakan metode *batch* dengan variasi waktu yaitu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit dan penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan pola *isotherm* Freundlich dan Langmuir dengan variasi konsentrasi ion  $Pb^{2+}$  5, 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm. Banyaknya ion  $Pb^{2+}$  yang terserap diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom Shimadzu A7000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak optimum tercapai pada menit ke-100, dan adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  mengikuti pola *isotherm* Freundlich dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,1622 mg/g.

**Kata kunci:** Adsorpsi, Arang aktif, ion  $Pb^{2+}$ , Kapasitas adsorpsi, Kulit singkong

#### ABSTRACT

This research aims to know the optimum contact time of adsorption of active charcoal of cassava peel to  $Pb^{2+}$  ion and adsorption capacity of active charcoal of cassava peel to  $Pb^{2+}$  ion. Determination of optimum contact time using *batch* method with 20, 40, 60, 80, 100, and 120 minutes as the time variation and determination of adsorption capacity using Freundlich and Langmuir isotherm with concentration variation of  $Pb^{2+}$  ion were 5, 10, 15, 20, 25 and 30 ppm. The amount of ion adsorbed was measured by using Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS) Shimadzu A7000. The results showed that optimum contact time achieved in 100 minutes and adsorption of active charcoal of cassava peel to  $Pb^{2+}$  ion followed the Freundlich isotherm by 3,1622 mg/g as the adsorption capacity.

**Keywords:** Adsorption, Active charcoal,  $Pb^{2+}$  ion, Adsorption capacity, Cassava peel

## PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu bahan pangan yang utama, tidak saja di Indonesia tetapi juga di dunia. Di Indonesia, singkong merupakan makanan pokok ke tiga setelah padi-padian dan jagung. Sedangkan untuk konsumsi penduduk dunia, khususnya penduduk negara-negara tropis, tiap tahun diproduksi sekitar 300 juta ton singkong (Rukmana, 1996).

Singkong merupakan tanaman yang dapat diolah untuk mendapatkan suatu hasil yang lebih dapat dirasakan manfaatnya, yaitu dengan cara mengolah singkong menjadi kotak, singkong rebus, ubi goreng, kripik, opak, dan tape. Di samping itu, singkong dapat diolah menjadi produk antara seperti gaplek dan tepung tapioka. Dalam pengolahannya menjadi bahan makanan manusia, singkong mengalami pengelupasan kulit terlebih dahulu, dengan kata lain, kulit luar dari singkong merupakan limbah hasil pengolahan singkong.

Limbah kulit singkong ini bisa dimanfaatkan menjadi produk arang aktif. Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Kulit singkong dapat dijadikan sebagai arang aktif karena kulit singkong yang berwarna putih mengandung 59,31% karbon dan setelah pengujian di laboratorium ternyata

arang aktif dari kulit singkong dapat menurunkan tingkat kekeruhan air dan menyerap 99,98% kandungan

tembaga (Cu) dengan menggunakan karbon aktif kulit singkong sebanyak 2 gram untuk setiap 20 ml air (Michael, 2005).

Proses pembuatan arang aktif terdiri dari tiga tahap yaitu tahap dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Ada dua cara untuk melakukan proses aktivasi arang yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Dalam proses pembuatan arang aktif berbahan dasar kulit singkong sebaiknya menggunakan cara aktivasi kimia. Hal ini dikarenakan kondisi suhu dan tekanan operasinya relatif lebih rendah. Selain itu, penggunaan bahan kimia mampu meningkatkan jumlah pori-pori dalam produk (Suzuki dkk, 2007).

Jenis bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengaktifkan arang adalah hidroksida logam alkali garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl<sub>2</sub>, asam-asam anorganik seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaCl dan NaOH serta uap air pada suhu tinggi (Michael, 2005).

Hartanto dan Ratnawati (2010), menggunakan tiga aktivator untuk mengaktifkan arang tempurung kelapa sawit dengan penambahan senyawa-senyawa seperti NaOH, NaCl, dan HCl. Mereka menemukan bahwa NaOH lebih baik dari segi kadar air, kadar abu, dan daya serap terhadap iodin. Selain itu NaOH tidak bersifat toksik, harganya sangat terjangkau, mudah diperoleh, dan aman terhadap lingkungan.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia serta merupakan unsur logam berat

yang tidak dapat terurai oleh proses alam. Apabila timbal terhirup oleh manusia, akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Manusia terkontaminasi dengan timbal melalui udara, debu, air, dan makanan (Sembiring, 2003).

Efek yang ditimbulkan tidak main-main. Salah satunya yaitu kemunduran IQ dan kerusakan otak yang ditimbulkan dari emisi timbal ini. Selain itu timbal berbahaya karena dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah yang mengakibatkan tekanan darah tinggi.

Dilihat dari bahayanya, maka timbal merupakan salah satu logam berat yang harus dicegah masuk keperairan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran timbal di perairan adalah menetralkan limbah cair industri sebelum dibuang ke perairan melalui metode adsorpsi dengan arang aktif. Keunggulan dari metode ini adalah mempunyai daya adsorpsi yang tinggi, dapat diregenerasi, harga relatif murah dengan bahan baku yang melimpah sehingga cara ini lebih banyak digunakan oleh industri pada umumnya (Fitriani, 2009).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap logam timbal ( $Pb^{2+}$ ).

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas yang umum digunakan, tanur listrik,

oven, cawan penguap, porselin, *shaker*, ayakan 100/+200 mesh, spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah padatan  $Pb(NO_3)_2$ ,  $HNO_3$  pekat, NaOH 2%, akuades, kertas pH universal, kertas saring biasa, Aluminium foil, tisu, plastik kedap air.

### B. Prosedur Kerja

#### 1. Penyiapan Sampel dan Pembuatan Arang Aktif

##### a. Dehidrasi

Sampel kulit singkong dibersihkan dari kotorannya (dicuci menggunakan air kran). Kulit singkong dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 2 hari kemudian dikeringkan di oven selama 4 jam pada suhu  $120^\circ C$ .

##### b. Karbonisasi

Kulit singkong yang telah kering dimasukkan dalam kurs porselin, kemudian dikarbonisasi dalam tanur pada suhu  $350^\circ C$  selama 40 menit.

##### c. Aktivasi

- 1) Arang yang telah dingin dihaluskan dengan cara digiling atau digerus, kemudian diayak dengan ukuran ayakan lolos saringan 100 Mesh dan tertahan di 200 Mesh.
- 2) Arang yang diperoleh direndam dengan larutan NaOH 2% selama tiga jam hingga pH pencuci netral.
- 3) Arang hasil pencucian dikeringkan pada suhu  $110^\circ C$  dalam oven dan ditimbang hingga beratnya konstan.

## 2. Pembuatan Larutan Baku $Pb^{2+}$

Pembuatan larutan baku  $Pb^{2+}$  1000 ppm dilakukan dengan menimbang 1,5984 gram  $Pb(NO_3)_2$  kemudian dilarutkan dengan penambahan sedikit demi sedikit  $HNO_3$  pekat hingga 10 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dalam labu ukur 1000 mL.

## 3. Pembuatan Larutan Standar $Pb^{2+}$

10 mL larutan baku  $Pb^{2+}$  1000 ppm dipipet dan diencerkan sampai tanda batas dalam labu ukur 100 mL untuk membuat larutan 100 ppm. Selanjutnya membuat larutan standar  $Pb^{2+}$  5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm dan 30 ppm.

## 4. Pembuatan larutan ( $Pb^{2+}$ ) 25 ppm

50 mL larutan baku  $Pb^{2+}$  1000 ppm dipipet dan diencerkan sampai tanda batas dalam labu ukur 100 mL untuk membuat larutan 500 ppm, 50 mL larutan baku  $Pb^{2+}$  500 ppm dipipet dan diencerkan hingga 250 mL untuk membuat larutan 100 ppm, 125 mL larutan baku  $Pb^{2+}$  100 ppm dipipet dan diencerkan sampai tanda batas dalam labu ukur 500 mL untuk membuat larutan 25 ppm.

## 5. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Ion $Pb^{2+}$

Menyiapkan 25 mL larutan  $Pb^{2+}$  dengan konsentrasi 25 ppm, kemudian menambahkan 0,5 gram karbon aktif kulit singkong.

Campuran dikocok dengan variasi waktu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Setelah itu disaring dengan kertas saring biasa. Absorbansi filtrat diukur dengan SSA.

## 6. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion $Pb^{2+}$ oleh Arang Aktif kulit singkong

Menyiapkan 25 mL larutan  $Pb^{2+}$  dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm dan 30 ppm. Menambahkan 0,5 gram Karbon Aktif Kulit Singkong dalam tiap-tiap 25 mL larutan tersebut. Tiap-tiap campuran dikocok dengan *Shacer* selama waktu optimum, kemudian disaring dengan kertas saring biasa. Absorbansi filtrat diukur dengan SSA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion $Pb^{2+}$

Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh adsorben arang aktif kulit singkong dalam menyerap ion logam  $Pb^{2+}$  secara maksimum. Hasil yang diperoleh digunakan untuk menentukan waktu optimum adsorpsi ion  $Pb^{2+}$  dengan cara menghitung daya serap setiap waktu yang digunakan. Hasil analisis ion  $Pb^{2+}$  yang terserap dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rata-rata Ion  $Pb^{2+}$  yang Teradsorpsi dengan Menggunakan Arang Aktif Kulit Singkong pada Berbagai Waktu Kontak dari Ion  $Pb^{2+}$  25 ppm

Waktu kontak (menit)	Konsentrasi sisa ( $C_e$ ) (ppm)	Konsentrasi terserap (ppm)	Daya adsorpsi (mg/g)
20	10,5657	14,4343	0,7214
40	10,4408	14,5592	0,7279
60	10,1570	14,8430	0,7421
80	9,9350	15,0650	0,7530
100	9,4527	15,5473	0,7762
120	10,0083	14,9917	0,7485

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dari menit ke-20 sampai menit ke-100 terjadi peningkatan daya serap sedangkan pada menit ke-120 terjadi penurunan daya serap. Hal ini menandakan bahwa waktu kontak optimum arang aktif kulit singkong dalam menyerap ion  $Pb^{2+}$  dicapai pada waktu 100 menit dengan daya serap 0,7762 mg/g.

## 2. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion $Pb^{2+}$

Penentuan Kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorben (arang aktif kulit singkong) dalam menyerap atau mengadsorpsi adsorbat (ion  $Pb^{2+}$ ). Hasil analisis ion  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi pada berbagai konsentrasi dengan menggunakan waktu optimum 100 menit dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-rata ion  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi dengan menggunakan arang aktif kulit singkong pada berbagai konsentrasi dengan waktu kontak optimum 100 menit.

$C_0$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	W (ppm)	Daya serap (mg/g)	log w	log $C_e$	$C_e/W$
5	1,2879	3,7121	0,1854	0,5696	0,1098	0,3469
10	3,5608	6,4392	0,3219	0,8088	0,5515	0,5529
15	6,3557	8,6443	0,4322	0,9367	0,8031	0,7352
20	9,2113	10,7887	0,5392	1,0329	0,9643	0,8537
25	12,0321	12,9679	0,6481	1,1128	1,0803	0,9278
30	15,0425	14,9575	0,7474	1,1748	1,1773	1,0056

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ion  $Pb^{2+}$  maka semakin banyak ion  $Pb^{2+}$  yang terserap, hal ini terlihat dari hasil daya serap yang diperoleh dari 5 ppm sampai 30 ppm terjadi peningkatan daya serap.

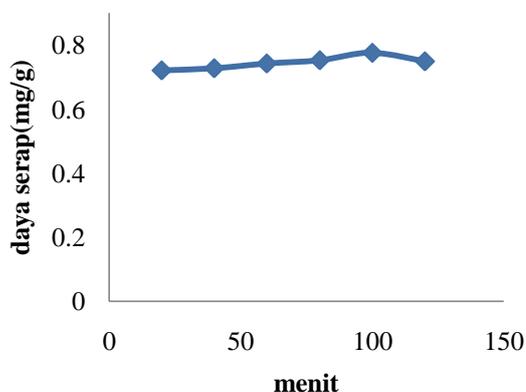
## B. Pembahasan

### 1. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion $Pb^{2+}$

Waktu kontak adsorpsi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan. Dari hasil penelitian diperoleh waktu kontak optimum tercapai pada menit ke-100 artinya pada waktu ini sudah terjadi suatu kesetimbangan antara adsorben arang aktif kulit singkong dan adsorbat ion  $Pb^{2+}$ . Hasil ini juga menunjukkan bahwa pada waktu optimum arang aktif sudah tidak mampu lagi mengadsorpsi ion  $Pb^{2+}$ . Penurunan yang terjadi pada menit ke-120 disebabkan karena ion  $Pb^{2+}$  teradsorpsi secara fisika (*lemah/reversible*) oleh arang aktif kulit singkong, yang menyebabkan semakin lamanya waktu kontak akan menyebabkan terlepasnya kembali ion  $Pb^{2+}$  dalam sampel. Untuk mengetahui hubungan antara daya serap dengan waktu kontak maka dibuat grafik Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara waktu kontak dengan daya serap arang aktif kulit singkong terhadap ion  $Pb^{2+}$  (mg/g). Terlihat bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi daya serap, namun pada waktu 120 menit grafik terlihat menurun yang artinya terjadi penurunan daya serap.

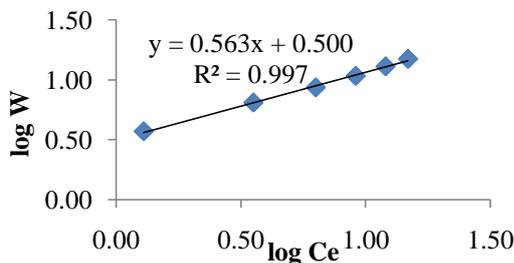
Hal ini menandakan bahwa waktu kontak optimum tercapai pada menit ke-100.



**Gambar 1.** Hubungan Antara Daya serap (mg/g) Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion  $Pb^{2+}$  pada Berbagai Waktu Kontak.

### 2. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion $Pb^{2+}$

Kapasitas adsorpsi adalah kemampuan suatu adsorban dalam menyerap atau mengadsorpsi adsorbat. Untuk mengetahui hubungan antara daya serap dengan konsentrasi larutan maka dibuat grafik hubungan antara daya serap (mg/g) dengan konsentrasi awal ( $C_0$ ). Hasil pengukuran tersebut dimasukkan kedalam grafik persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir untuk menentukan pola isotherm yang sesuai dan besarnya kapasitas adsorpsi. Grafik isotherm Freundlich dan Langmuir dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

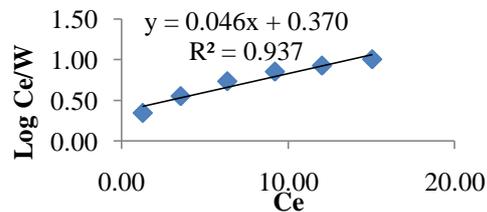


**Gambar 2.** Isoterm Freundlich Adsorpsi Ion Logam Pb<sup>2+</sup> oleh Arang Aktif Kulit Singkong

*Isotherm* adsorpsi Freundlich mengasumsikan bahwa adsorpsi terjadi secara fisik artinya penyerapan lebih banyak terjadi pada permukaan arang aktif. Pada adsorpsi fisik adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan yang lain, dan pada permukaan yang ditinggalkan dapat digantikan oleh adsorbat yang lainnya. Adsorpsi fisik ini terjadi karena adanya ikatan Van Der Waals yaitu gaya tarik-menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben.

Berdasarkan grafik model isotherm Freundlich hubungan antara log W dan log Ce diperoleh persamaan garis lurus  $y = 0.563x + 0.500$  dengan nilai  $R^2 = 0.997$ , dari persamaan garis ini diperoleh kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion Pb<sup>2+</sup> adalah 3,1622.

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0.9$  (mendekati angka 1). Dari Gambar 2 dan 3 terlihat bahwa adsorpsi ion Pb<sup>2+</sup> oleh



**Gambar 3.** Isoterm Langmuir Adsorpsi Ion Logam Pb<sup>2+</sup> oleh Arang Aktif Kulit Singkong

arang aktif kulit singkong memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich karena nilai  $R^2$  untuk kurva Freundlich lebih cenderung mendekati 1 yaitu 0,9970.

**Tabel 3.** Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Dengan Arang Aktif Lainnya Terhadap Ion Pb<sup>2+</sup>

Jenis Arang Aktif	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Kulit Singkong	3,16
Kulit Kakao <sup>1</sup>	6,81
Cangkang kelapa sawit + kitosan <sup>2</sup>	7,74
Sabut siwalan <sup>3</sup>	3,61
Kayu matoa <sup>4</sup>	2,62
Tongkol jagung <sup>5</sup>	2,91
Tempurung Kelapa <sup>6</sup>	26,50

<sup>1</sup>Saputro(2012),<sup>2</sup>Mahmud,dkk(2009),<sup>3</sup>Yuanita(2013),<sup>4</sup>Dahlan(2012),<sup>5</sup>Alfiani dkk (2013),<sup>6</sup>Sekar dkk(2004).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, mengenai arang aktif kulit singkong, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Waktu kontak optimum adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion Pb<sup>2+</sup> adalah 100 menit.

2. Kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion Pb<sup>2+</sup> adalah 3,1622 mg/g yang diperoleh pada waktu kontak 100 menit.

### B. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka penulis menyarankan:

1. Penelitian lanjut dengan arang aktif kulit singkong yang diaktivasi dengan aktivator lain.
2. Dilakukan penelitian lain yang tetap menggunakan adsorben arang aktif kulit singkong dengan logam berat yang berbeda.
3. Peneliti untuk mengukur pH larutan sebelum menentukan waktu kontak dan menghitung kapasitas adsorpsi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfiani, H dkk. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator asam. *Jurnal Natural Science*, Vol. 2 No. 3, 75-86.
- Dahlan, B. 2012. *Studi Awal Penggunaan Limba Kayu Matoa Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Karbon Aktif Untuk Adsorpsi Logam Timbal (II)*. Monokwari: Universitas Negeri Papua.
- Fitriani. 2009. *Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kemiri Terhadap Ion Cd<sup>2+</sup>*. Makassar: Jurusan Kimia FMIPA UNM
- Hartanto, Singgih & Ratnawati. 2010. *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia*. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 12, No. 1, 12-16.
- Mahmud dkk. 2009. Adsorpsi Pb(II) oleh Kitosan Terlapiskan pada Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Sains MIPA*, Vol. 15, No. 2, 2009: 89-99.
- Michael Roy, Glenn. 2005. "Activated Carbon Applications in the Food and Pharmaceutical Industries", Lewis Publisher, United States of America
- Rukmana, R. 1996. *Nenas Budidaya Pasca Panen*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Saputro, G. 2012. *Pemanfaatan Arang Kulit Kakao sebagai Adsorben Pb(II) dan Cu (II)*. Monokwari: Universitas Negeri Papua.
- Sekar, M dkk. 2004. Kinetics and Equilibrium Adsorpsi Study of Lead (II) Onto Activated Carbon Prepared from Coconut Sheid. *Journal of colloid and interface science*, Vol 279 Issue 2, 307-313.
- Sembiring, M. T dan Tuti, Sarma Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan: Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatra Utara
- Suzuki, dkk, (2007), "Preparation and Characterization of Activated Carbon from Rice Bran", Departemen of Chemistry, Universidade Estadual de Maringó, Brazil
- Yuanita, L. 2013. Adsorpsi Pb<sup>2+</sup> oleh arang aktif sabut siwalan. *Jurnal Kimia*, Vol. 2 No. 3, 82-87.