

## **Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut**

**Anilza Silvi Reyra<sup>1)</sup>, Syarfi Daud<sup>2)</sup>, Silvia Reni Yenti<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

Program Studi Teknik Lingkungan S1

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru

Email: silvireyra@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Peat water is surface water are blackish brown and metals Fe which requires effective and efficient processing to be worthy for use by the public. Various types of adsorbents continue to be developed, one of which is the pineapple leaf adsorbent. The purpose of this study was to determine metal removal efficiency of Fe in the peat water, calculating the adsorption capacity and determine the appropriate type of isotherm. Fixed variables used in this study is the stirring speed of 120 rpm and a contact time of 90 minutes. For independent variables used consisted of adsorbent mass variation of 1,5; 2; 2,5; 3 g and a particle size variation 80, 100 and 120 mesh. Removal efficiency of Fe metal concentrations higher 76,14% by mass of adsorbent 3 g with a particle size of 120 mesh. Metal adsorption capacity of Fe achieved the highest on the mass of 1,5 grams with a particle size of 120 mesh amounted to 0,092 mg Fe / g . Types of adsorption isotherms corresponding to Fe by pineapple leaf adsorbents is Freundlich isotherm with  $R^2$  values of 0,927 for Fe.*

**Keywords :** *Adsorption, Adsorbent, Peat Water, pineapple leaf*

### **PENDAHULUAN**

Daun nanas merupakan salah satu bagian tanaman yang memiliki kandungan selulosa tinggi. Dalam Weng dkk (2009), disebutkan bahwa dalam serat daun nanas mengandung 70-80% selulosa. Kandungan selulosa yang tinggi pada daun nanas dapat dijadikan sebagai adsorben logam berat karena struktur rongga dalam

selulosa dapat mengadsorpsi logam berat (Handayani dkk, 2012). Kriteria pemilihan adsorben antara lain: kemampuan ketersediaan bahan dasar, harganya tidak mahal, memiliki kandungan karbon yang tinggi serta memiliki unsur anorganik (seperti abu) yang rendah (Manocha Satish, 2003). Adsorben daun nanas telah

berhasil menurunkan kadar logam Cr (VI) sebesar 90,1 % pada limbah cair (Ponou dkk, 2011) dan menurunkan kadar logam Cu pada limbah industri perak sebesar 74,56% (Budiyanto, dkk, 2012)

Air gambut mengandung kadar pH rendah (3-4) sehingga bersifat sangat asam, zat organik tinggi, berwarna kuning hingga coklat tua (pekat) dan kandungan Fe dan warna yang tinggi. Kandungan Fe dalam air gambut bila melewati baku mutu air bersih akan membahayakan kesehatan antara lain : penyumbatan pada sistem peredaran darah, hati, ginjal, jantung, otak, limpa, *adrenals*, *thymus* dan bahkan kematian (Karthikeyan, dkk, 2005).

Penyisihan logam Fe pada air gambut dapat menggunakan metode koagulasi, membran, pertukaran ion, dan adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam menyerap ion logam dan kandungan warna dari larutan (Buhani dkk, 2010). Metode adsorpsi memiliki kelebihan dari metode yang lain karena prosesnya lebih sederhana, biayanya relatif murah, ramah lingkungan (Gupta and Bhattacharyya, 2006) dan tidak adanya efek samping gas beracun (Blais ddk, 2006). Proses adsorpsi diharapkan dapat menyisihkan ion-ion logam berat

## **METODOLOGI**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Air gambut berasal dari jalan Kesadaran Parit Indah, Kelurahan Tangkerang Labuai, Kecamatan Bukit Raya, Kota

Pekanbaru; Limbah daun nanas ; aktivator HCl 10% aquades.

### **A. Variabel Penelitian**

#### **Variabel Tetap**

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan 120 rpm dan waktu kontak 90 menit.

#### **Variabel Berubah**

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Massa adsorben 1,5; 2; 2,5 dan 3gram.
- Ukuran partikel adsorben 80; 100 dan 120 mesh.

### **B. Prosedur Penelitian**

#### **Preparasi Daun Nanas**

Daun nanas dijemur dibawah sinar matahari selama 5 hari. Setelah kering dipotong kecil-kecil (1-2 cm).

#### **Proses Karbonisasi**

Proses karbonisasi dilakukan menggunakan furnace yang dipanaskan dengan suhu 450°C selama 30 menit (ponou dkk, 2011). Kemudian arang didinginkan dalam desikator, setelah dingin arang digerus halus dan diayak dengan ukuran 80; 100 dan 120 mesh.

#### **Proses Aktivasi**

Arang yang telah diayak kemudian diaktivasi dengan cara direndam dengan HCl 10% selama 24 jam (Simanjuntak, 2012). Setelah itu disaring dengan kertas saring untuk memisahkan endapan dengan larutannya, kemudian arang yang disaring dicuci dengan aquades agar

pH menjadi netral lalu dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 4 jam kemudian didinginkan didalam desikator.

**Pengujian karakterisasi Adsorben daun nanas (SII No. 0258-88)**

1. Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya.

2. Kadar Abu (*Ash Content*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dibakar pada suhu 800°C selama 2 jam. Setelah itu di dinginkan di dalam desikator dan ditimbang beratnya.

3. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dipanaskan pada suhu 950°C, setelah suhu tercapai selanjutnya didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang beratnya

4. Kadar Karbon (*Fixed Carbon*)

Penetapan kadar karbon pada arang aktif tidak dilaksanakan secara langsung tetapi didapat dari hasil perhitungan secara tidak langsung.

**Proses Adsorpsi**

Adsorben daun nanas yang telah digerus halus dengan ukuran 80; 100 dan 120 mesh ditimbang masing-

masing 1,5; 2; 2,5 dan 3 gram. Dimasukkan kedalam 200 ml air gambut, kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 120 rpm selama 90 menit. Kemudian di endapkan 1 hari dan disaring dengan kertas saring. Kemudian dilakukan analisa Fe menggunakan AAS (atomic absorption spectroscopy).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Uji Awal Air Gambut**

Uji kualitas awal air gambut dari jalan Kesadaran Parit Indah, Kelurahan Tangkerang Labuai, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru ini meliputi analisis Fe. Adapun hasil uji awal kandungan logam Fe pada air gambut ini dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Awal Air Gambut

No.	Parameter	Hasil Analisa	Satuan	Baku Mutu Air Bersih <sup>*)</sup>
1.	Besi (Fe)	1,0664	mg/L	1

<sup>\*)</sup> Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil uji karakteristik air gambut menunjukkan nilai Fe yang diizinkan adalah 1,0 mg/l sedangkan nilai Fe pada air gambut melebihi baku mutu dengan nilai 1,0664 mg/l. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar air gambut tersebut memenuhi standar

baku mutu air bersih yang telah ditetapkan.

### Karakterisasi Arang Aktif

Karakterisasi arang aktif daun nanas dilakukan meliputi kadar air, kadar

abu, kadar volatile dan fixed karbon menurut SII No. 0258-88 yang disajikan pada Tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Uji Karakterisasi Arang Aktif daun nanas

Ukuran Partikel (Mesh)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Volatile (%)	Fixed Carbon (%)
80	1,9	7,5	8,01	84,91
100	1,6	6,62	4,40	88,98
120	1,35	5,94	3,16	90,9
SII No. 0258-88	Max 15%	Max 10%	Max 25%	Min 65%

### Kadar Air

Nilai kadar air arang aktif yang dihasilkan berkisar 1,35% sampai 1,9% dan telah memenuhi persyaratan SII No. 0258-88, yaitu kurang dari 15%. Rendahnya kadar air pada arang aktif daun nanas antara lain karena proses karbonisasi dan faktor aktivasi dengan HCl. Menurut Rizky (2015) HCl memiliki sifat higroskopis yang dapat menyerap kandungan air.

### Kadar Abu

Nilai kadar abu yang diperoleh berturut-turut berdasarkan variasi ukuran partikel 7,5 %, 6,62 % dan 5,94 %. Kadar abu sudah memenuhi syarat karbon aktif menurut SII No. 0258-88 bahwa kandungan abu yang diizinkan untuk arang aktif adalah max 10 %. Kadar abu yang rendah mengindikasikan bahwa oksida mineral seperti Na, K, Mg dan Ca yang tersisa pada arang aktif jumlahnya sangat sedikit. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan

pori-pori karbon aktif, sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang sehingga mempengaruhi proses adsorpsi (Maulinda, 2015).

### Kadar Zat Menguap

Nilai kadar zat menguap yang diperoleh pada penelitian ini telah sesuai dengan SII No. 0258-88 yaitu kurang dari 25%. Nilai terendah diperoleh pada ukuran partikel 120 mesh sebesar 5,94%. Hal ini menunjukkan senyawa non karbon seperti H dan O yang terikat kuat pada atom C sudah menguap pada suhu 950°C (Ikawati dan Melati, 2010).

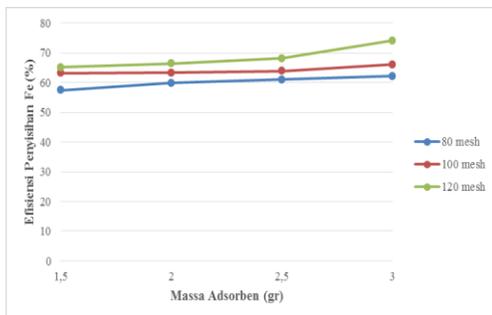
### Fixed Carbon

Nilai kadar abu dan kadar zat yang menguap pada arang aktif daun nanas telah memenuhi persyaratan SII No. 0258-88 dengan nilai yang rendah sehingga kadar karbon terikat (fixed karbon) yang diperoleh cukup tinggi yaitu sebesar 90,9% pada ukuran partikel 120 mesh. Kadar karbon

terikat (*fixed karbon*) dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar zat menguap setiap sampel. Semakin tinggi kadar abu dan kadar zat menguap maka kadar karbon terikat akan semakin rendah. Apabila proses karbonisasi berjalan sempurna maka bahan baku arang akan menguapkan zat ekstraktif sebanyak-banyaknya sehingga kadar zat mudah menguap yang tertinggal sedikit dan akibatnya kadar karbon yang terikat akan meningkat (Amin, 2016).

### Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe

Hasil analisa pengaruh massa adsorben daun nanas terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut dapat dilihat pada Gambar 1.



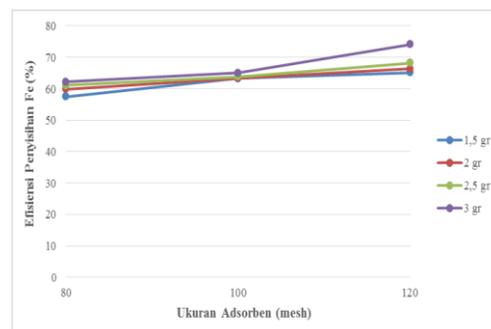
Gambar 1 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Efisiensi Penyisihan Logam Fe pada Air Gambut

Berdasarkan 1 dapat dilihat bahwa massa adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut. Hasil analisa pada penelitian ini berdasarkan variasi massa adsorben daun nanas menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan logam Fe

tertinggi dicapai pada massa 3 gram dengan efisiensi penyisihan logam Fe 76,14%. Bertambahnya jumlah adsorben daun nanas sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben daun nanas sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat.

### Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben daun nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe

Pengaruh ukuran partikel terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut dapat dilihat pada Gambar 2.



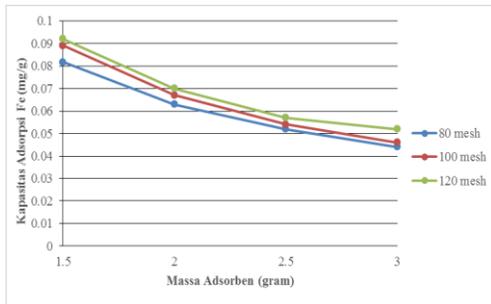
Gambar 2 Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap Efisiensi Penurunan Fe Pada Air Gambut

Dilihat pada gambar 2 bahwa efisiensi penyisihan logam Fe terendah adalah pada ukuran partikel 80 mesh dan efisiensi logam Fe tertinggi pada ukuran partikel 120 mesh. Hal ini disebabkan semakin halus ukuran partikel adsorben, efisiensi penyisihan semakin meningkat. Menurut Handiyatmo (1999), semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin banyak adsorbat yang

terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik.

### Kapasitas Adsorpsi Logam Fe

Hasil penentuan kapasitas adsorpsi variasi massa adsorben dan ukuran partikel adsorben untuk logam Fe dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan kapasitas adsorpsi variasi massa dan ukuran partikel untuk logam Fe

Berdasarkan Gambar 3, kapasitas adsorpsi Fe tertinggi dicapai pada massa adsorben 1,5 gram dengan ukuran partikel 120 mesh sebesar 0,092 mg Fe/gram adsorben dan kapasitas adsorpsi Fe terendah dicapai massa adsorben daun nanas 3 gram dengan ukuran partikel 80 mesh sebesar 0,0726 mg Fe/gram. Dilihat dari hasil analisa ini, penggunaan massa adsorben berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Semakin tinggi massa adsorben kapasitas adsorpsinya akan semakin menurun. Penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berikatan dengan adsorbat. Istighfarini (2017) juga mengatakan

hal yang sama, dengan menggunakan adsorben sabut kelapa didapatkan hasil semakin besar massa adsorben sabut kelapa yang digunakan maka kapasitas adsorpsi logam Fe akan semakin menurun. Kapasitas adsorpsi juga dipengaruhi oleh ukuran partikel adsorben. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa ukuran partikel paling halus yaitu 120 mesh memiliki kapasitas adsorpsi yang paling baik dibandingkan dengan ukuran partikel yang kasar yaitu 80 mesh. Hal ini menyangkut luas permukaan adsorben yang tersedia untuk dapat menyerap adsorbat pada sampel air gambut. Hal ini diperkuat oleh Sukir (2008) yang mengatakan bahwa semakin tinggi ukuran mesh karbon, kapasitas adsorpsinya semakin besar karena semakin tinggi ukuran mesh, ukuran partikelnya semakin halus sehingga luas permukaan karbon aktifnya semakin besar, dengan demikian semakin banyak jumlah bagian aktif yang tersedia menyebabkan semakin banyak partikel adsorbat yang dapat diserap.

### Penentuan Jenis Isotherm Adsorpsi Logam Fe yang sesuai

Penentuan jenis isotherm adsorpsi oleh adsorben daun nanas tipe Langmuir dan freundlich dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Persamaan Garis pada Variasi Massa untuk logam Fe

Isoterm Langmuir				Isoterm Freundlich			
Persamaan Garis	a	b	R <sup>2</sup>	Persamaan Garis	k	n	R <sup>2</sup>
$y = -16,11 + \frac{6,560}{x}$	3,630	-0,6620	0,230	$y = -0,242 - \frac{0,256}{x}$	1,8030	-4,1322	0,927

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengujian data-data menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich menunjukkan nilai R<sup>2</sup> yang baik. Jenis isoterm adsorpsi oleh adsorben daun nanas pada logam Fe cenderung mengikuti jenis isoterm Freundlich daripada langmuir, hal ini dapat dilihat dari nilai R<sup>2</sup> untuk logam Fe yaitu 0,927 yang paling mendekati angka 1. Pada isoterm Freundlich, adsorpsi yang terjadi secara fisik dan membentuk lebih dari satu lapisan (*multilayer*). 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 oleh adsorbat dapat digantikan oleh adsorbat yang lainnya. Adsorpsi fisik ini terjadi karena adanya gaya Van Der Waals yaitu gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Jasmal, 2015).

### Kesimpulan

1. Efisiensi penyisihan logam Fe pada air gambut yang tertinggi yaitu pada massa adsorben 3 gram dan ukuran partikel 120 mesh dengan

efisiensi penyisihan Fe sebesar 76,14%.

2. Nilai kapasitas adsorpsi tertinggi oleh adsorben daun nanas terhadap logam Fe 0,092 mg Fe/gram yang dicapai pada massa adsorben 1,5 gram dan ukuran partikel 120 mesh.
3. Adsorpsi logam Fe oleh adsorben daun nanas mengikuti isoterm Freundlich dengan nilai R<sup>2</sup> yaitu 0,927. Jenis isoterm Freundlich adalah adsorpsi yang terjadi secara fisik dan membentuk lebih dari satu lapisan (*multilayer*).

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya dengan memvariasikan massa adsorben yang lebih besar dan ukuran partikel yang lebih kecil untuk mendapatkan massa optimum dan ukuran partikel optimum serta dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben daun nanas terhadap adsorbat lainnya.

### Daftar Pustaka

- Amin, A., Sitorus, S., dan Yusuf, B. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays L*) Sebagai Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Limbah

- Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. *Jurnal Kimia Mulawarman Volume 13 Nomor 2 Mei 2016*.
- Blais, J.F., B. Dufresne., and G. Mercier. 2000. *State of The Art of Technologies for Metal Removal From Industrial Effluents*. Rev. Sci. Eau. 12(4): 687- 711.
- Budiyanto, Wardhani dan Nirmala. 2012. Pemanfaatan Daun Nanas (*Ananas csomusus*) Sebagai Adsorben Logam Berat Ag Dan Cu Pada Limbah Industri Perak Di Kota Gede, Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, 2 Juni 2013. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Buhani, Suharso, and Sumadi. 2010. *Adsorption Kinetics and Isotherm of Cd (II) Ion on Nannochloropsis sp Biomass Imprinted Ionic Polymer*. Desalination. 259:140-146.
- Gupta, S.S., and K.G. Bhattacharyya. 2006. Adsorption of Ni(II) on Clay. *Journal Chemist Science*. 295: 21-32.
- Handayani, Aries Wiwit. 2010. Penggunaan Selulosa Daun Nanas sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II). *Skripsi*. UNS, Surakarta.
- Handiyatmo.E.T., 1999. *Adsorpsi Polutan Komponen Ganda Senyawa Fenol (2,4 DCP dan Fenol) Dengan Zeolit*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ikawati dan Melati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapiok a Kabupaten Pati. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Istighfarini, S.A.E. 2017. Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Jasmal., Sulfikar. dan Ramlawati. 2015. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (*Arenga pinnata*) terhadap  $Pb^{2+}$ . *Vol.IV No 1. Maret 2015, Hal. 57-66*. Semarang.
- Karthikeyan, G., Andal, N.M., and Anbalagn, K., 2005. Adsorption Studies of Iron (III) on Chitin. *JournalChemist Science*, Department of Chemistry, Gandhiman Rural Institue Deemed University, Gandhigram, India.
- Maulinda, L., Nasrul, ZA., dan Dara, N.S. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal 4:2 November (2015) 11-19*.
- Manocha, S.M. 2003. *Porous Carbons. Sadhana volume 28 part 1 & 2 pp 335-348*. India.
- Ponou, J., Kim, J., Dodbiba, G., Fujita, T. 2011. Sorption of Cr (VI) Anion inAqueous Using Carbonized or Dried Pineapple Leaves. *Chemical Engineering Journal* 172: 906-913.

- Rizky, Istria Pijar (2015). Aktivasi Arang Tongkol Jagung menggunakan HCl sebagai adsorben ion Cd (II). *Skripsi*. FMIPA-UNS, Semarang.
- Simanjuntak, Megawati. 2012. Studi Pemanfaatan Daun Nanas (Ananas comosus) Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kandungan Ion Tembaga ( $\text{Cu}^{+2}$ ), Besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ) dan Seng ( $\text{Zn}^{2+}$ ) Di Dalam Air. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Sukir. 2008. Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Sekam Padi. *Tesis*. Institut Teknologi Bandung.
- Weng, C.H., Lin, Y.L., Tzeng, T.W. 2009. Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution by Adsorption Onto Pineapple Leaf Powder. *Journal of Hazardous Material*. 170: 417-424.