



## **Penjernihan Air Sungai Batanghari Menggunakan Biosorben Sabut Buah Pinang (*Areca Catetu*) Dengan Penambahan Zeolit dan Manganese Green Akibat Illegal Gold Mining**

### ***Batanghari River Purification Using Areca Fruit Coir Biosorbent (Areca Catetu) With the Addition of Zeolite And Manganese Green Consequence of Illegal Gold Mining***

Said Sanimubarak Al'Qudusi<sup>1\*</sup>, Salsabila Setyaningsih<sup>1</sup>, Balqis Rahmatullah Putri<sup>1</sup>, Rifqi Oktarianda<sup>1</sup>, Arafri Satria Nugraha<sup>1</sup>, Wahyudi Zahar dan Nazarudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jalan. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Jambi, 36361.

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jalan Tri Brata KM 11, Jambi, 36364.

\*Corresponding Author: mubaraksaid19@gmail.com

#### **Article Info:**

Received: 07 - 05 - 2022

Accepted: 30 - 09 - 2022

**Kata kunci:** Biosorben, Penjernihan, Gold Mining

**Keywords:** Biosorbent, Purification, Gold Mining

**Abstrak:** Adsorben penelitian ini adalah zeolit, *manganese green* dan karbon aktif. Zeolit sebagai adsorben kesadahan air, penukar kation, dan penetralan pH dalam air. Untuk menyaring kekeruhan *Manganese green* berperan dalam hal tersebut. Karbon aktif menyerap ion logam berat  $Pb^{2+}$  serta menghilangkan bau, rasa dan warna. Karbonisasi sabut pinang efektif untuk penurunan konsentrasi TSS, bau, warna, pH, Fe, Pb serta mikroba. Sabut buah pinang mengandung flavanoid, alkaloid, hemiselulosa (32.98%), selulosa (63.20%), lignin (7.20%), lemak (0.64%) dan pektin. Senyawa tersebut menjadi bahan dasar pembuatan karbon aktif. Pengujian pH sebelum filtrasi 6.67 dan sesudah filtrasi 6.38. Pengujian parameter Total Suspended Solid memiliki hasil uji sebelum filtrasi 56 mg/L dan sesudah filtrasi 8 mg/L. Pengujian kadar konsentrasi Fe sebelum filtrasi adalah 2.6667 ppm dan sesudah filtrasi 2.4630 ppm. Pengujian kadar Mn sebelum filtrasi 1.7881 ppm dan sesudah filtrasi 1.3475 ppm. Hasil analisis mengalami penurunan kadar konsentrasi Fe dengan tingkat efektifitas sebesar 7.638 % dan Mn 24.640 %. Luas permukaan adsorben akan semakin besar dikarenakan kecilnya ukuran adsorben. Semakin besarnya luas permukaan adsorben maka semakin banyak pori yang terbentuk per satuan partikel adsorben. Bahan penyerap, ukuran butir, derajat keasaman, waktu serap, dan konsentrasi merupakan proses dalam penyerapan adsorpsi.

**Abstract:** The adsorbents in this study were zeolite, *manganese green* and activated carbon. Zeolite as adsorbent for water hardness, cation exchange, and pH neutralization in water. To filter the turbidity *Manganese green* plays a role in this. Activated carbon absorbs heavy metal ions  $Pb^{2+}$  and removes odor, taste and color. Carbonization of areca nut is effective for reducing the concentration of TSS, odor, color, pH, Fe, Pb, and microbes. Areca fiber contains flavonoids, alkaloids, hemicellulose, cellulose and pectin. Testing pH before filtration 6.67 and after filtration 6.38. Parameter testing Total Suspended Solid has 56 mg/L before filtration and 8 mg/L after filtration. The test of Fe concentration before filtration was 2.6667 ppm and after filtration 2.4630 ppm. Testing the levels of Mn before filtration 1.7881 ppm and after filtration 1.3475 ppm. The results of the analysis experienced a decrease in Fe concentration with an effectiveness level of 7.638% and Mn 24.640%. The surface area of the adsorbent is getting bigger due to the small size of the adsorbent. The larger the surface area of the adsorbent, the more pores it has per unit adsorbent particle. Adsorbent material, grain size, degree of acidity, absorption time, and concentration are processes in adsorption absorption.

## 1. Pendahuluan

Aktivitas penambangan emas ilegal (*illegal gold mining*) menyebabkan penurunan kualitas air dan potensi sumber daya air Sungai Batanghari. Standar baku mutu air telah melampaui ambang batas yang telah ditetapkan pada Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu tingkat kekeruhan tergolong tinggi yaitu 41,1 NTU dengan ambang batas 5 NTU, kadar besi Fe memiliki nilai 1.61 ml/l dengan ambang batas 0.3ml/l dan kandungan bakteri *E. coli* 270 ml/l dari 0 ml/l (Saputra, 2019). Air sungai berwarna coklat kekuningan, berbau dan berminyak akibat sifat logam Fe yang terlarut di dalam air. Kadar logam Fe yang tinggi akan mengakibatkan berkaratnya peralatan yang berbahan logam dan menimbulkan efek racun bagi tubuh (Safita dkk, 2021). Tingginya kuantitas ion logam berat membahayakan masyarakat sekitar yang mengkonsumsi air secara langsung yang mengakibatkan penyakit diare, tipus, dan muntaber. Jika air sungai dikonsumsi dalam jangka panjang maka menyebabkan pengeroposan tulang, korosi gigi serta anemia dan kerusakan pada ginjal.

Secara alamiah tanah dan batuan memiliki karakteristik penyaringan air. Penyaringan air yang baik memiliki porositas yang tinggi, kemampuan penyerapan ion organik (mikroba) serta ion anorganik (logam berat). Adsorben yang biasanya digunakan dalam penyaringan air adalah zeolit, *manganese green* dan karbon aktif. Zeolit sebagai kesadahan atau pelunak air (*water softening*), penukar kation (*cation exchangers*), dan penentralan pH dalam air. *Manganese green* merupakan mineral yang mampu menukar elektron sehingga dapat mengoksidasi besi atau mangan yang larut dalam air menjadi bentuk tak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi (Rahmawati & Sugito, 2015). *Manganese green* berfungsi sebagai penyaring kekeruhan yang berasal dari lumpur, pasir dan endapan lainnya. Karbon aktif merupakan biosorben yang secara luas digunakan dalam penjernihan air limbah. Karbon aktif menyerap sebagai sumber pengotor organik maupun anorganik diantaranya yaitu adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  serta menghilangkan bau, rasa dan warna (Parwatiningtyas, 2015).

Tanaman pinang efisien dalam menyerap logam berat seperti Fe, kation  $Cd^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  serta  $Pb^{2+}$  (Li dkk, 2010; Muslim dkk, 2015; Zheng dkk, 2008). Karbonisasi sabut buah pinang dinilai efektif dalam menurunkan konsentrasi TDS, bau, warna, pH, Fe, Pb, dan mikroba. Senyawa kimia yang terkandung di dalam sabut buah pinang yaitu flavanoid, alkanoid, hemiselulosa (32,98%), selulosa (63,20%), lignin (7,20%), lemak (0,64%) dan pektin. Senyawa tersebut menjadi sumber pembuatan karbon aktif (Muslim dkk., 2015; Sitanggang dkk., 2017).

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu akuades  $H_2SO_4$  1,5 M, zeolit, *manganese green*, sabut buah pinang, indikator Ph, kertas saring, *aluminium foil*.

### 2.2 Alat

Alat yang digunakan adalah neraca analitik spatula atau sudip, batang pengaduk, cawan crush 100 ml, cawan uap 150 ml, mortal dan alu, alat pirolisis, tanur, oven, ayakan ukuran 100 mesh, labu Erlenmeyer 250 ml, gelas beker 500 ml, corong biasa, jerigen, galon 20 liter, dan botol vial 10 ml.

### 2.3 Metode

Pembuatan karbon aktif sabut pinang dan penyaringan air dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Tugas Akhir Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi serta di Laboratorium Energi dan Nano Material Universitas Jambi. Penggunaan Laboratorium Instrumentasi dan Tugas Akhir Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi digunakan untuk kegiatan penelitian dalam hal mentanur sabut buah pinang, aktivasi karbon sabut buah pinang, pencucian karbon sabut buah pinang sampai pH netral, pengeringan karbon sabut buah pinang hingga proses penjernihan air (filtrasi). Laboratorium Energi dan Nano Material Universitas Jambi digunakan untuk mentanur sabut buah pinang. Penganalisis sampel sebelum dan sesudah filtrasi dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi untuk dilakukan pengujian kandungan TSS (*Total Suspended Solid*) dan pH serta pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Instrumen

---

Universitas Negeri Padang untuk dilakukan pengujian kandungan Fe dan Mn. Penelitian ini berlangsung selama ± 3 bulan dari bulan Oktober hingga bulan Desember.

Proses aktivasi menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 1.5 M kadar air karbon aktif sebesar 95%. Data kadar abu karbon aktif sebesar 1.49%. Hasil analisis *gas adsorption analysis* (GSA) luas penampang karbon aktif adalah 550,306 m<sup>2</sup>/g. Kondisi pH optimum Pb (II) pada adsorpsi karbon aktif sabut buah pinang adalah 4. Kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap Pb (II) adalah 6,57 mg/g (Sitanggang et al., 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Utami dan Novallyan (2019), pada **tabel 1** mengungkapkan hubungan antara kadar abu dan kadar air adsorben sabut buah pinang. Serta hubungan antara karakteristik luas permukaan biosorben pada **tabel 2**.

**Tabel 1.** Kadar abu (a) dan kadar air (r) adsorben sabut buah pinang

Kondisi Sampel (°C)	a (%)	r (%)
300 (1 jam)	10.95	2
400 (1 Jam)	45.72	2

Sumber: Utami & Novallyan, 2019

**Tabel 2.** Karakteristik luas permukaan biosorben

Kondisi Sampel (°C)	Luas permukaan (m <sup>2</sup> /g)
300 (1 jam)	25.77
400 (1 Jam)	9.44

Sumber: Utami & Novallyan, 2019

## 2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk riset empirik. Penelitian ini berdasarkan objek yang akan diteliti sebagai landasan penelitian. Riset yang digunakan melalui pendekatan parameter kuantitatif. Pengujian sampel dilakukan dalam 2 kali percobaan, dimana 1 sampel sebelum dilakukan penyaringan dan 1 sampel setelah dilakukan penyaringan.

### 2.3.1 Pengambilan Sampel Air Sungai Batanghari

Pengambilan sampel air dilakukan di bagian tengah permukaan. Lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Sarolangun. Kemudian dimasukan ke dalam jerigen berukuran 30 liter dan diendapkan selama 1 hari. Selanjutnya dianalisis kandungan Fe, Mn, TSS (*Total Suspended Solid*), dan pH sebelum dilakukan adsorpsi.

### 2.3.2 Pembuatan Karbonisasi Sabut Buah Pinang

1. Sabut buah pinang dicuci bersih hingga tidak ada kontaminan.
2. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1 hari sampai benar-benar kering.
3. Lalu ditanur dengan temperatur 300°C selama 60 menit.
4. Selanjutnya digerus sampai halus menggunakan mortal dan alu serta diayak dengan ukuran 100 mesh.

### 2.3.3 Aktivasi Karbonisasi Sabut Buah Pinang

1. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 1.5M sebanyak 250 mL di dalam gelas ukur ukuran 500 ml.
2. Kemudian larutan tersebut ditambahkan 50 gr serbuk karbon sabut pinang, lalu didiamkan selama 1 hari dan ditutup menggunakan *aluminium foil*.
3. Sampel dicuci dengan akuades hingga pH air cucian netral menggunakan kertas saring yang telah dibentuk segitiga untuk dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer menggunakan corong biasa.
4. Setelah disaring menggunakan kertas saring kemudian dikeringkan di dalam oven dengan temperatur 110°C selama 3-4 jam dan dilakukan pengadukan setiap satu jam sekali agar karbon sabut buah pinang dapat kering secara merata.
5. Setelah dilakukan pengeringan selama 3-4 jam karbon digerus agar tidak terjadi penggumpalan dan tekstur menjadi lebih halus.
6. Karbon yang telah memiliki tekstur yang halus disimpan ke dalam plastik *zipper*.

### 2.3.4 Perancangan Media Filtrasi

Reaktor filter menggunakan 3 galon dengan ukuran 10 liter, dengan bagian bawah dipasang kran untuk keluarnya air. Media filter yang digunakan adalah karbon aktif sabut buah pinang dengan berat 193

gr, zeolit dengan berat 4 kg dan *manganese green* dengan berat 1,5 kg. Selanjutnya, sampel difiltrasi oleh media filtrasi. Filtrasi menggunakan 3 media galon, dimana galon pertama berisikan karbon aktif sabut buah pinang, galon kedua berisikan zeolit, dan galon ketiga berisikan *manganese green*. Setiap masing-masing galon diendapkan selama  $\pm 1$  jam secara bergantian, yang dimulai dari galon pertama dilanjutkan galon kedua dan terakhir galon ketiga yang nantinya hasil filtrasi dari galon ketiga disaring menggunakan kertas saring. Kemudian dianalisis kandungan Fe, Mn, TSS (*Total Suspended Solid*), dan pH sebelum dan sesudah adsorpsi media filter.

### 2.3.5 Pengujian Sampel

1. Pengujian sampel dengan 2 jenis variabel yaitu sampel mentah Air Sungai Batanghari tanpa dilakukan filtrasi dan sampel Air Sungai Batanghari setelah difiltrasi.
2. Pengujian kandungan Fe dan Mn menggunakan Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) di Laboratorium Instrumen Universitas Negeri Padang.
3. Pengujian kandungan TSS dan pH menggunakan instrument SNI 6989.4.2009 di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi

## 5. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan air secara fisika dilakukan beberapa tahapan diantaranya filtrasi, pengendapan, absorpsi, dan adsorpsi. Pengolahan air ini untuk memenuhi standar fisik bahan baku air minum yang meliputi bau, rasa, kejernihan air, jumlah zat yang terlarut, suhu serta warnanya. Pengujian sampel pH dan TSS (*Total Suspended Solid*) di Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi menunjukkan pH memiliki hasil uji sebelum filtrasi 6.67 dan sesudah filtrasi 6.38. pengujian parameter TSS (*Total Suspended Solid*) memiliki hasil uji sebelum filtrasi 56 mg/L dan sesudah filtrasi 8 mg/L, hal ini dapat terlihat pada **tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil uji parameter pH dan TSS (*Total Suspended Solid*)

Parameter	Satuan	Hasil Uji		Spesifikasi Metode
		Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi	
pH	-	6.67	6.38	SNI 06-6989.11-2019
TSS	Mg/l	56	8	SNI 06-6989.3-2019

Pengujian kadar Fe dan Mn di Laboratorium Instrumen Universitas Negeri Padang. Pengujian sampel mengalami penurunan kadar konsentrasi dalam pengujian kadar Fe dan Mn. Pengujian kadar konsentrasi logam Fe sebelum filtrasi adalah 2.6667 ppm dan sesudah filtrasi 2.4630 ppm. Pengujian kadar logam Mn sebelum filtrasi 1.7881 ppm dan sesudah filtrasi 1.3475 ppm pada **tabel 4**.

**Tabel 4.** Hasil pengujian data *gas adsorption analysis* (GSA) kadar Logam Fe dan Logam Mn

Sampel ID	Conc (ppm)	Abs	Actual Conc.
Fe sebelum filtrasi	2.6667	0.0121	2.6667
Fe setelah filtrasi	2.4630	0.0110	2.4630
Mn sebelum filtrasi	1.7881	0.0823	1.7881
Mn sesudah filtrasi	1.3475	0.0623	1.3475

Dari hasil evaluasi ditemukan bahwa hasil analisis mengalami penurunan kadar konsentrasi Fe dengan tingkat efektifitas sebesar 7,638 % dan Mn 24,640 %.

Tingkat efektifitas penyerapan kandungan logam dihitung dengan persamaan 1 dan 2 berikut.

$$\%Fe = \frac{\text{Konsentrasi logam sebelum filtrasi (Fe)} - \text{Konsentrasi logam sesudah filtrasi (Fe)}}{\text{Konsentrasi logam sebelum filtrasi (Fe)}} \times 100\% \quad \text{Persamaan 1}$$

$$\%Fe = \frac{2,6667 - 2,4630}{2,6667} \times 100\% = 7,638 \%$$

$$\%Mn = \frac{\text{Konsentrasi logam sebelum filtrasi (Mn)} - \text{Konsentrasi logam sesudah filtrasi (Mn)}}{\text{Konsentrasi logam sebelum filtrasi (Mn)}} \times 100\% \quad \text{Persamaan 2}$$

$$\%Mn = \frac{1,7881 - 1,3475}{1,7881} \times 100\% = 24,640 \%$$

Menurut penelitian sebelumnya (2019), penurunan kadar konsentrasi ion logam besi (Fe<sup>3+</sup>) dan Mangan (Mn<sup>2+</sup>) di dalam air pada waktu optimum menggunakan *manganese greensand* sebagai adsorben berdasarkan presentase penurunan kadar Fe sebesar 65,95 % dengan waktu kontak 40 menit. Penurunan kadar konsentrasi Mn sebesar 10,41 % dengan waktu kontak 30 menit. Sehingga *Manganese*

greensand dapat menurunkan kadar konsentrasi Fe dan kadar Mn pada air [9]. Menurut penelitian sebelumnya 2018, hasil penelitian menunjukkan bahwa filter reaktor efektif menurunkan pH dan jumlah bakteri hingga 97%, dikarenakan kapasitas adsorpsi zeolit bergantung pada jumlah pori dan luas permukaan dan molekul yang lebih kecil akan terperangkap dalam pori-pori zeolit [10].

Hasil analisis mengalami penurunan kadar konsentrasi karena telah dilakukan perbedaan pada ukuran batuan dan proses pengendapan. Luas permukaan adsorben semakin besar dikarenakan kecilnya ukuran adsorben. Semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin banyak pori yang dimiliki per satuan partikel adsorben. Suatu daya adsorpsi pada adsorben juga mempengaruhi porositas adsorben. Semakin besar porositas suatu adsorben maka semakin tinggi .

## 6. Kesimpulan

Penjernihan Air Sungai Batanghari Menggunakan Biosorben Sabut Buah Pinang (*Areca catetu*) dengan Penambahan Zeolite dan Manganese Green Akibat Illegal Gold Mining Pengendapan dalam melakukan filtrasi berpengaruh terhadap penyerapan kadar logam yang terkandung di dalam air. Bahan penyerap, ukuran butir, derajat keasaman, waktu serap, dan konsentrasi merupakan proses dalam penyerapan adsorpsi." menggunakan adsorben karbonisasi sabut buah pinang, batu zeolite dan pasir manganese green untuk penjernihan air Sungai Batanghari. Penyerapan media filter tersebut terhadap ion logam Fe yaitu 0,2037 ppm dan tingkat efektivitas penyerapan sebesar 7,638%. Pada ion logam Mn penyerapan logam sebesar 0,4406 ppm dan tingkat efektivitas penyerapan adalah 24,64%. Pengujian pH sebelum filtrasi yaitu 6,67 dan sesudah filtrasi adalah 6,38. Pada pengujian pH tidak terjadinya perubahan yang signifikan karena pH air netral pada sebelum filtrasi. Pengujian TSS (Total Suspended Solid) sebelum filtrasi adalah 56 Mg / L dan sesudah filtrasi adalah 8 Mg / L. Luas permukaan adsorben semakin besar dikarenakan kecilnya ukuran adsorben. Semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin banyak pori yang dimiliki per satuan partikel adsorben. Bahan penyerap, ukuran butir, derajat keasaman, waktu serap, dan konsentrasi merupakan proses dalam penyerapan adsorpsi.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Jambi atas bantuan dana dan fasilitas dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Li, X. ming, Zheng, W., Wang, D. B., Yang, Q., Cao, J. B., Yue, X., Shen, T. T., & Zeng, G. M. (2010). Removal of Pb (II) from aqueous solutions by adsorption onto modified areca waste: Kinetic and thermodynamic studies. *Desalination*, 258(1–3), 148–153.  
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.03.023>
- Muslim, A., Zulfian, Ismayanda, M. H., Devrina, E., & Fahmi, H. (2015). Adsorption of Cu(II) from the aqueous solution by chemical activated adsorbent of areca catechu shell. *Journal of Engineering Science and Technology*, 10(12), 1654–1666.
- Parwatiningsy, D. (2015). Klasifikasi Jenis Batuan Sebagai Filter Air Bersih. *Faktor Exacta*, 5(1), 40–53.
- Rahmawati, N., & Sugito, D. (2015). Reduksi Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand Dan Zeolit Terpadukan Resin. *Jurnal Teknik Waktu*, 13(2).
- Safita, R., Kurniawan, F., & Deliza. (2021). PEMANFAATAN SABUT PINANG SEBAGAI KOMBINASI LAPISAN MULTI MEDIA-FILTER SABUT PINANG (LMM-FSP) DI PERUMAHAN VALENSIA MUARO JAMBI DAN UJI KUALITAS AIR BERSIH. *Jurnal Riset Kimia*, 12(2), 177–186.  
<https://doi.org/10.25077/jrk.v12i2.405>
- Saputra, H. A. (2019). Aplikasi Biosorben dari Limbah Sabut Pinang (*Areca Catechu L.*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Sungai Batanghari. Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- Sitanggang, T., Shofiyani, A., & Syahbanu, I. (2017). Karakterisasi Adsorpsi Pb(II) Pada Karbon Aktif dari Sabut Pinang (*Areca Catechu L*) Teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(4), 49–55.

Utami, W., & Novallyan, D. (2019). Potensi Arang Aktif dari Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* L) Provinsi Jambi sebagai Biosorben. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(1), 24–26. <https://doi.org/10.32938/slk.v2i1.682>

Zheng, W., Li, X. ming, Wang, F., Yang, Q., Deng, P., & Zeng, G. ming. (2008). Adsorption removal of cadmium and copper from aqueous solution by areca-A food waste. *Journal of Hazardous Materials*, 157(2–3), 490–495. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.01.029>