

**Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi  $H_3PO_4$  untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi pH pada Air Asam Tambang**

**Utilization of Activated Carbon of Palm Shell Activated  $H_3PO_4$  for Decreased Iron (Fe), Manganese (Mn) and pH Conditions in Acid Mine Drainage**

Hanna Najmia<sup>1)</sup>, Emmy Sri Mahreda<sup>2)</sup>, Rizqi Putri Mahyudin<sup>3)</sup>, Kissinger<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.  
Universitas Lambung Mangkurat  
e-mail: hannanajmia@gmail.com

**Abstract**

Acid mine drainage is water containing dissolved metals such as iron (Fe), manganese (Mn), and other sulfate compounds. It causes various impacts such as environmental pollution, reducing soil fertility, disrupting the health of surrounding communities, and causes the corrosion of mining equipment. The adsorption method is used to reduce the concentration of heavy metals from liquid waste. Activated carbon of palm shell can be used as a heavy metal adsorbent in acid mine drainage. The research aims to determine the utilization of activated palm shell activated  $H_3PO_4$  for decreased levels of Fe, Mn and pH conditions in acid mine drainage. The research methods consist of carbonation process, activation, activated carbon characteristic test, Scanning Electron Microscope (SEM) test, activated carbon adsorption test of palm shell to Fe, Mn and pH condition in acid mine drainage. It used a Complete Randomized Design (RAL) with one factor. The data analyzed with ANOVA and Duncan test. The result showed that activated carbon of palm shell activated  $H_3PO_4$  meets the quality of active carbon characteristics in accordance with SNI 06-3730-95, the active carbon of palm shells with  $H_3PO_4$  activation has a significant effect on changes in the condition of heavy metals Fe and Mn, also the pH of acid mine drainage. The result showed that the most effective  $H_3PO_4$  activated carbon dose variation on the Fe parameter is 30g, the Mn parameter is 20g and the pH is 30g.

*Keywords: Acid mine drainage, activated carbon, heavy metal, palm shell*

**PENDAHULUAN**

Air asam tambang merupakan air ber-pH rendah ( $pH < 5$ ) yang mengandung berbagai logam terlarut seperti besi (Fe), mangan (Mn), serta senyawa sulfat lainnya. Air asam tambang menimbulkan dampak berupa terjadinya pencemaran lingkungan, komposisi atau kandungan air di daerah yang terkena air asam tambang dapat mengurangi kesuburan tanah, mengganggu kesehatan masyarakat sekitarnya, dan dapat mengakibatkan korosi pada peralatan tambang (Baiquni, 2007).

Amuda dan Ibrahim (2005) mengemukakan bahwa terdapat beberapa

metode yang dapat digunakan untuk mengurangi konsentrasi logam berat dari limbah cair, diantaranya adalah *advanced oxidation process* (Martinez dkk., 2003), *ion-exchange* (Rengaraj dkk., 2006), *membrane separation* (Mavrov dkk., 2003) dan *reverse osmosis* (Turek dkk., 2006). Metode diatas membutuhkan harga peralatan dan biaya operasional yang besar, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan metode yang lebih murah dan efisien. Pengolahan limbah cair dengan metode adsorption merupakan teknologi yang mudah dan sesuai untuk mengolah limbah cair industri. Penggunaan adsorben yang berbahan dasar murah dan ramah

lingkungan perlu dilakukan agar biaya proses adsorpsi dapat ditekan (Rasmawan, 2009).

Adsorben dibuat dari bahan alam yang ramah lingkungan atau material hasil limbah industri merupakan bahan yang potensial untuk digunakan. Syarat adsorben yaitu memiliki luas permukaan adsorben yang luas, volume internal yang besar yang ditunjukkan dengan porositas (Yang, 2003). Rasmawan, (2009) juga berpendapat bahwa salah satu adsorben alternatif yang penggunaannya menjanjikan adalah karbon dari limbah organik seperti limbah cangkang kelapa sawit. Kelapa sawit (*Elaeisguineensis* Jacq.) merupakan tanaman industri andalan bagi perekonomian Indonesia, seiring dengan meningkatnya produksi minyak kelapa sawit akan berdampak pula pada jumlah limbah yang dihasilkan (Ahmad dkk, 2011).

Limbah yang dihasilkan oleh kelapa sawit adalah cangkang kelapa sawit, cangkang kelapa sawit dimanfaatkan dengan cara dibakar dalam *incenerator* sebagai sumber energi dan digunakan juga secara langsung untuk pengerasan jalan di perkebunan kelapa sawit. Teknik ini ternyata tidak efektif dan menimbulkan pencemaran udara, sehingga diperlukan alternatif lain dalam pemanfaatan cangkang kelapa sawit sehingga memperoleh nilai tambah secara ekonomis. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan mengolah cangkang kelapa sawit menjadi arang aktif (Erna, 2010).

Arang aktif merupakan arang yang dimurnikan yaitu konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain serta pori-porinya dibersihkan. Selain digunakan sebagai bahan bakar, arang digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat ditingkatkan jika arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktivator bahan-bahan kimia antara lain NaCl, ZnCl<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan garam mineral lainnya ataupun secara fisika dengan pemanasan pada temperatur tinggi

dengan suhu sampai dengan 850°C (Hendra, 2010).

Berdasarkan pemaparan diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang kemampuan arang aktif cangkang kelapa sawit sebagai adsorben logam berat dalam air asam tambang. Arang aktif cangkang kelapa sawit dapat menaikkan nilai pH serta menurunkan nilai besi (Fe) dan mangan (Mn) pada Air Asam Tambang.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik arang aktif limbah cangkang kelapa sawit teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, menganalisis pengaruh pemberian arang aktif limbah cangkang kelapa sawit teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> terhadap penurunan logam berat Besi (Fe), Mangan (Mn) dan kondisi pH air asam tambang serta menganalisis variasi dosis paling efektif arang aktif cangkang kelapa sawit dalam menurunkan kadar logam berat Besi (Fe), Mangan (Mn) dan kondisi pH air asam tambang.

Pemberian arang aktif diharapkan mampu meminimalisir dampak buruk air asam tambang yaitu penurunan berbagai indikator kualitas air pada pertambangan batubara yaitu pH, besi (Fe) dan mangan (Mn). Pembuatan arang cangkang kelapa sawit dan diaktivasi menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> akan dilakukan dalam penelitian ini, dimana menurut Hsu dan Teng (2000) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> merupakan aktivator yang paling efektif untuk material lignoselulosa seperti cangkang kelapa sawit, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi dalam meminimalisir dampak air asam tambang.

## METODE PENELITIAN

Sample air asam tambang diambil dari *settling pond* kolam 1 PT. ARUTMIN, cangkang kelapa sawit diambil dari PT. Citra Putra Kebun Asri, Jorong. Penelitian dilakukan di Laboratorium Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral pada bulan Juli – September 2019. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol sample, *furnace*, oven, neraca analitik, Spektroskopi Serapan Atom (AAS), pH Meter, cawan

porcelain, labu ukur, beaker glass, erlenmeyer, corong, pipet tetes, kertas saring dan aluminium foil. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit, sampel air asam tambang,  $H_3PO_4$  5%,  $HNO_3$ , Aquades, Iodin, larutan standar Besi (Fe) dan larutan standar Mangan (Mn).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial, dengan 5 perlakuan dosis yang berbeda yaitu 0 g sebagai kontrol, 5 g, 10 g, 20 g dan 30 g. Sedangkan untuk ulangan masing-masing perlakuan akan mendapatkan pengulangan sebanyak 3 kali. Sample air asam tambang yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 500ml pada setiap perlakuan dan dilakukan selama 24 jam dengan parameter uji karakteristik arang aktif cangkang kelapa sawit dan daya serap arang aktif cangkang kelapa sawit terhadap logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) serta kondisi pH pada air asam tambang. Perlakuan tersebut digambarkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Variabel Penelitian Pemberian Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Penyerapan Logam

| Variabel      |              |
|---------------|--------------|
| 1. Dosis 0 g  | 1: Ulangan 1 |
| 2. Dosis 5 g  |              |
| 3. Dosis 10 g | 2: Ulangan 2 |
| 4. Dosis 20 g |              |
| 5. Dosis 30 g | 3: Ulangan 3 |

Sumber: Data Primer, 2020

### **Proses Karbonasi / Pengarangan**

Cangkang kelapa sawit yang sudah dibersihkan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering (berat kosong). Kemudian dilakukan pengarangan menggunakan alat furnace pada suhu  $650^{\circ}C$  selama 2 jam. Selanjutnya arang di dinginkan dan dihancurkan dengan milling dan dilakukan pengayakan dengan lolos ukuran 100 mesh.

### **Proses Aktivasi**

Arang yang dihasilkan direndam dalam larutan  $H_3PO_4$  dengan konsentrasi 5

%, aduk rata menggunakan stirer dan diamkan selama 24 jam lalu ditiriskan, kemudian residu yang dihasilkan dipanaskan menggunakan furnace pada suhu  $750^{\circ}C$  selama 1 jam dan biarkan sampai dingin. Kemudian dinetralkan dengan larutan HCl 1 N dan dicuci dengan aquades sehingga pH karbon aktif menjadi netral (pH=7) lalu disaring kembali. Residu yang diperoleh dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu  $110^{\circ}C$  selama 1 jam. Arang aktif yang terbentuk kemudian dianalisa karakterisasinya sesuai dengan standar karbon aktif SNI 06-3730-1995.

### **Uji Karakteristik Arang Aktif**

Pada tahap ini dilakukan uji karakteristik arang aktif cangkang kelapa sawit yang sudah di aktivasi demi mengetahui apakah arang aktif yang sudah dibuat sesuai dengan SNI 06-3730-1995.

### **Uji Scanning Electron Microscope (SEM)**

Uji foto SEM dilakukan dengan menguji arang aktif cangkang kelapa sawit yang teraktivasi  $H_3PO_4$  dan tidak teraktivasi, untuk mengetahui morfologi permukaan arang aktif cangkang kelapa sawit.

### **Uji Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) serta kondisi pH Pada Air Asam Tambang**

Sampel air asam tambang yang telah diambil dari *settlingpond* kolam pertama atau tempat penampungan air asam tambang dimasukkan ke dalam beakerglass dengan label masing-masing sebanyak 500ml dan diberi perlakuan sesuai dengan dosis 0 g sebagai kontrol, 5 g, 10 g, 20 g dan 30 g sebanyak 3 kali pengulangan. Sample diaduk menggunakan stirrer kecepatan 100rpm suhu  $30^{\circ}C$  dan didiamkan selama 120 menit. Kemudian saring sample menggunakan kertas saring. Setelah itu air hasil saringan tersebut diuji menggunakan AAS dengan parameter Fe dan Mn serta uji pH menggunakan pH meter.

### **Analisa Data**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor. Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan maka analisis data dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui informasi lebih detail apakah ada perbedaan pengaruh yang signifikan antar perlakuan dari sebuah variabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Karakteristik Arang Aktif

Karakteristik arang aktif dalam penelitian ini ditinjau berdasarkan SNI 06-3730-95. Hasil uji karakteristik arang aktif cangkang kelapa sawit yang diuji disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

| No | Karakteristik     | SNI           | Aktivasi $H_3PO_4$ |
|----|-------------------|---------------|--------------------|
|    |                   | 06-3730-1995  |                    |
| 1  | Kadar Air         | Maks. 15%     | 10.51%             |
| 2  | Kadar Zat Terbang | Maks. 25 %    | 14,31%             |
| 3  | Kadar Abu         | Maks. 10%     | 4.76 %             |
| 4  | Karbon Terikat    | Min. 65%      | 80.93 %            |
| 5  | Daya Serap Iod    | Min. 750 mg/g | 830,66 mg/g        |

Sumber: Pengujian di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2019

Parameter kadar air dari pengujian ini yaitu 10,51 % dimana telah memenuhi syarat karena berada dibawah nilai maksimal. Semakin rendah nilai kadar air arang aktif yang dihasilkan maka semakin baik karena akan mempengaruhi daya serap yang dihasilkan oleh arang aktif tersebut (Pari et al., 1996). Kadar zat terbang

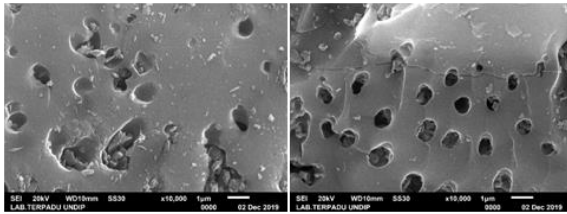
mendapatkan nilai sebesar 14,31% yang masih berada dibawah nilai maksimum. Sehingga arang aktif ini tergolong dalam arang yang baik, kadar zat terbang yang tinggi menunjukkan bahwa permukaan arang aktif mengandung zat terbang yang berasal dari hasil interaksi antara karbon dengan uap air (Pari, 2002).

Kadar abu juga mempengaruhi kualitas arang aktif yang akan dijadikan bahan adsorben, dalam hal ini kadar abu dari cangkang kelapa sawit yang diuji telah memenuhi standar. Nilai kadar abu yang dihasilkan yaitu 4,76 % telah memenuhi syarat karena kadar abu kurang dari 10 %. Semakin kecil kadar abu yang dihasilkan maka arang aktif akan semakin baik. Menurut Pari et al., (1996) kadar abu yang tinggi dapat mengurangi kemampuan arang aktif untuk menyerap gas dan larutan karena kandungan mineral (oksida logam) yang terdapat dalam abu akan menyebarkan dalam kisi-kisi arang aktif sehingga menutup pori-pori arang aktif.

Besarnya nilai daya serap terhadap iodine dari arang aktif cangkang kelapa sawit yang dihasilkan adalah 830,66 mg/g yang berarti memenuhi standar. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iodine. Semakin besar nilai angka iodine maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben (Prisma, 2013).

### Hasil Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk mengetahui struktur permukaan dan ukuran partikel dari arang aktif cangkang kelapa sawit dengan aktivasi dan tanpa aktivasi, sehingga bisa dibandingkan bagaimana kondisi pori-pori dan permukaan arang aktif dari cangkang kelapa sawit ini. Bentuk morfologi arang aktif cangkang kelapa sawit di aktivasi dengan  $H_3PO_4$  5% dan Suhu 750° C dengan perbesaran 1000 X ditunjukkan pada gambar berikut



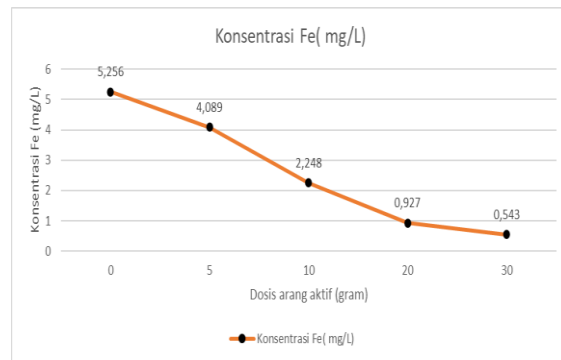
Gambar 1. Hasil SEM Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Tanpa aktivasi (Kiri) dan Dengan Aktivasi  $H_3PO_4$  (Kanan) Dengan Perbesaran 10000 X

Sumber : Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro tahun 2019

Gambar 1 menunjukkan arang cangkang kelapa sawit tanpa aktivasi (atas) terlihat di dalam pori-pori masih dipenuhi suatu partikel dan masih kotor, dibandingkan dengan arang aktif cangkang kelapa sawit dengan aktivasi  $H_3PO_4$  5% dapat dilihat pori-pori permukaan arang aktif sudah banyak yang kosong dan bersih. Arang aktif yang diaktivasi akan meningkatkan performa arang aktif untuk menyerap atau mengabsorpsi ion-ion dengan lebih maksimal karena arang aktif memiliki pori atau permukaan yang lebih bersih dan akan dapat menyerap ion-ion lebih banyak daripada arang aktif tanpa aktivasi.

#### ***Hasil Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Dalam Menyerap Logam Berat Fe***

Pengujian pengaruh arang aktif cangkang kelapa sawit teraktivasi  $H_3PO_4$  terhadap logam Fe pada air asam tambang dilakukan dengan variasi dosis 0g (tanpa treatment), 5g, 10g, 20g, dan 30g pada setiap 500ml air sample selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 100rpm. Hasil uji arang aktif cangkang kelapa sawit terhadap logam Fe ialah sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Rata-rata Uji Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Penurunan Logam Berat Fe Air Asam Tambang

Sumber : Pengujian di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan Tahun

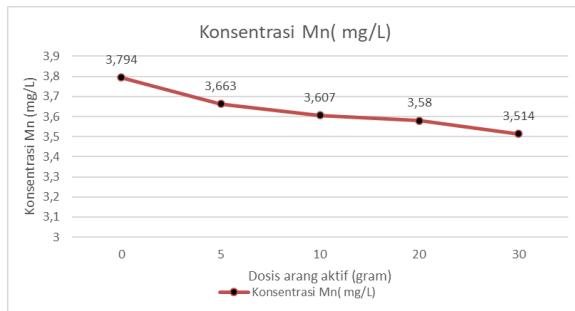
Grafik di atas menunjukkan penurunan kandungan logam berat Fe sebelum dan sesudah diberi arang aktif cangkang kelapa sawit. Konsentrasi awal logam Fe pada air asam tambang tanpa aplikasi atau 0g arang aktif adalah 5,265 mg/l, setelah diberi arang aktif cangkang kelapa sawit dengan dosis 5g didapat nilai rata-rata nilai Fe yang tersisa adalah 4,089 mg/l, pada dosis 10 g didapat nilai 2,248mg/l, pada dosis 20g didapat nilai 0,927 mg/l dan pada dosis 30g didapat nilai rata-rata 0,543mg/l.

Berdasarkan pada data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dosis arang aktif maka semakin banyak senyawa Fe yang teradsorpsi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Viena, dkk (2020) yang meneliti dan mengaplikasikan arang aktif dari cangkang kelapa sawit pada air sumur dengan parameter Fe juga mendapati penurunan kadar Fe yang signifikan.

#### ***Hasil Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Dalam Menyerap Logam Berat Mn***

Pengujian pengaruh arang aktif cangkang kelapa sawit dalam menyerap logam berat Mn terhadap sampel dilakukan dengan waktu perendaman 120 menit. Hasil uji arang aktif cangkang kelapa sawit

terhadap logam berat Mn dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 2. Hasil Rata-rata Uji Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Logam Berat Mn Air Asam Tambang

Sumber : Pengujian di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2019

Nilai rata-rata konsentrasi awal logam berat Mn pada air asam tambang adalah 3,794mg/l, setelah dilakukan perendaman selama 120 menit arang aktif cangkang kelapa sawit terjadi penyerapan logam berat Mn dengan rata-rata sebesar 0,28mg/l. Dari berbagai macam dosis arang aktif dan waktu perendaman yang sama dilakukan, diketahui terdapat pengaruh dalam menurunkan konsentrasi logam Mn dalam sampel. Dosis Arang aktif 30g lebih berpengaruh dan lebih efektif dibanding dosis yang lain dalam penyerapan logam berat Mn. Menurut Suryani (2009) semakin tinggi konsentrasi adsorbat, maka laju reaksi adsorpsi akan semakin cepat karena adanya daya dorong yang tinggi dari molekul adsorbat.

### Hasil Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Dalam Kondisi pH Air Asam Tambang

Pengujian kemampuan arang aktif cangkang kelapa sawit dalam mengkondisikan pH air Asam Tambang dilakukan dengan perendaman arang aktif dengan dan tanpa aktivasi  $H_3PO_4$  cangkang kelapa sawit terhadap pH, sehingga didapatkan hasil pada gambar berikut.

| Sampel           | Uji                       | Parameter pH             |       |       |       |       |
|------------------|---------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                  |                           | Dosis Arang Aktif (gr/L) |       |       |       |       |
|                  |                           | 0                        | 5     | 10    | 20    | 30    |
| Air Asam Tambang | Tanpa Aktivasi $H_3PO_4$  | 3,880                    | 4,897 | 4,917 | 4,923 | 5,050 |
|                  | Dengan Aktivasi $H_3PO_4$ | 3,883                    | 5,040 | 5,040 | 5,050 | 5,210 |

Gambar 3. Hasil Rata-rata Uji Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap pH Air Asam Tambang dan Perbandingan Hasil Uji pH arang aktif Cangkang Kelapa Sawit Dengan dan Tanpa Aktivasi  $H_3PO_4$

Sumber : Pengujian di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2019

Perendaman arang aktif dengan aktivasi dan tanpa aktivasi  $H_3PO_4$  mempengaruhi pH air asam tambang terbukti dengan adanya perubahan nilai pH sebelum dan sesudah pengujian dengan arang cangkang kelapa sawit, dengan nilai pH sebelum di treatment yaitu 3,88 dan mengalami kenaikan sampai 5,28. Nilai pH yang didapat masih tergolong asam, sehingga memerlukan treatment lain yang khusus menaikkan nilai pH air asam tambang agar menjadi netral.

Kondisi pH air asam tambang dalam penelitian ini belum dapat disimpulkan berhasil dikondisikan menjadi netral yaitu pH 6-7, hal ini dikarenakan arang aktif cangkang kelapa sawit tidak cukup basa. Namun kondisi asam ini lebih menguntungkan apabila bahan arang aktif cangkang kelapa sawit ini dipakai untuk tujuan sebagai adsorben, karena menurut Sembiring & Sinaga (2003) untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi

akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

### **Pemberian Dosis Terbaik Arang Aktif**

Pada penelitian ini dilakukan uji Duncan agar membantu memutuskan berapa dosis arang aktif cangkang kelapa sawit yang diperlukan. Hasil dari uji Duncan pada parameter Fe disimpulkan dalam table berikut.

Tabel 2. Subset Duncan parameter Fe

| Dosis | Rata-Rata | Subset |
|-------|-----------|--------|
| 30g   | 0,453     | a      |
| 20g   | 0,927     | a      |
| 10g   | 2,248     | b      |
| 5g    | 4,089     | c      |
| 0g    | 5,256     | d      |

Tabel diatas menjelaskan bahwa pada dosis arang aktif 30g merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe pada air asam tambang, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan dosis 20g dikarenakan pada uji Duncan masuk dalam subset yang sama. Peneliti menyimpulkan dosis yang paling efektif dan efisien dalam menurunkan kadar logam Fe adalah dosis 20g.

Tabel 3. Subset Duncan parameter Mn

| Dosis | Rata-Rata | Subset |
|-------|-----------|--------|
| 30g   | 3,514     | a      |
| 20g   | 3,580     | ab     |
| 10g   | 3,607     | bc     |
| 5g    | 3,663     | c      |
| 0g    | 3,794     | d      |

Tabel diatas menjelaskan bahwa pada dosis arang aktif 30g merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar Mn pada air asam tambang, namun pada uji Duncan menunjukkan pengelompokkan subset yang saling berkaitan mulai dari 30g, 20g, 10g, dan 5g. Hal ini menunjukkan penurunan yang tidak signifikan pada kadar Mn dalam air asam tambang yang dikarenakan arang aktif telah jenuh dengan Fe. Sehingga pada penelitian ini menunjukkan

penambahan dosis lebih dari 5g tidak efisien untuk menurunkan kadar Mn dalam air asam tambang. Peneliti menyimpulkan dosis yang paling efektif dan efisien dalam menurunkan kadar logam Mn pada air asam tambang adalah dosis 5g.

### **KESIMPULAN**

Arang aktif cangkang kelapa sawit teraktivasi  $H_3PO_4$  telah memenuhi kualitas karakteristik arang aktif sesuai dengan SNI 06-3730-95. Pemberian arang aktif cangkang kelapa sawit dengan aktivasi  $H_3PO_4$  berpengaruh nyata terhadap perubahan kondisi logam berat Fe dan Mn serta pH air asam tambang.

Hasil pengujian kualitas arang aktif dan penyerapan logam berat Fe dan Mn pada air asam tambang, variasi dosis arang aktif teraktivasi  $H_3PO_4$  yang paling efektif pada parameter Fe adalah 30g, sedangkan pada parameter Mn adalah 20g dan pada parameter pH adalah 30g.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amuda, O.S. and Ibrahim, A.O., (2005), Industrial wastewater treatment using natural material as adsorbent, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 5 (16), pp. 1483-1487
- Erna, R. (2010). Karakterisasi Briket Bioarang Limbah Pisang. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Hendra (2010). Sifat Arang Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 25 (4): 291 – 302
- Pari, G. (2002). *Pembuatan arang aktif dari batubara*. Institut Teknologi Bandung.
- Pari, G., Buchari, & Aminudin. (1996). Pembuatan dan kualitas arang aktif dari kayu sengon sebagai bahan adsorben. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 14(7), 274–289.

- Rasmawan. (2009). *Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit untuk Pakan Ternak Sapi di Bengkulu*. Universitas Bengkulu.
- Yang, R.T., 2003. Adsorbents: fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, Inc., pp. 86-88
- Rengaraj, S., Yeon, J., Kim Y, Jung,Y., Ha, Y., and Kim, W., (2006), Adsorption characteristics of Cu(II) onto ion exchange resins 252H and 1500H: Kinetics, isotherms and error analysis, *Journal of Hazardous Materials*, 143 (2007), pp. 469-47
- Sembiring, M. T., & Sinaga, T. S. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri USU.
- Suryani, A. M. 2009. Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Arang Aktif Sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Goreng Bekas. Skripsi. FMIPA IPB, Bogor
- Turek, M., Dydo, P., Trojanowska, J., and Campen, A., (2006), Adsorption/co-precipitation reverse osmosis system for boron removal, *Desalination*, 205, pp. 192-199
- Martinez, N.S.S., Fernandez, J.F., Segura, X.F., and Ferrer A.S., (2003), Pre-oxidation of an extremely polluted industrial wastewater by the Fenton's reagent, *Journal of Hazardous Materials*, B101, pp. 315-322
- Mavrov, V., Erwe, T., Blocher, C., and Chmiel, H., (2003), Study of new integrated processes combining adsorption, membrane separation and flotation for heavy metal removal from waste water, *Desalination*, 157, pp. 97-104
- Viena V, Bahagia, Afrizal F. 2020. Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan ph Air Sumur.