



**BIOSORBEN ARANG AKTIF KULIT KAYU JABON PUTIH  
(*Anthocephalus cadamba* Miq.) UNTUK PENJERAPAN  
ION LOGAM TIMBAL(II)**

**Sherly Febrisa Salma<sup>\*1</sup>, T. Abu Hanifah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program S1 Kimia

<sup>2</sup>Dosen Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

[\\*sherly.febrisa1096@student.unri.ac.id](mailto:sherly.febrisa1096@student.unri.ac.id)

**ABSTRACT**

White jabon bark (*Anthocephalus cadamba* Miq.) has a high chemical content of cellulose and lignin so it has the potential to be used as an adsorbent to adsorb lead(II) metal ions. This research aims to determine the efficiency and adsorption capacity of white Jabon bark activated charcoal in adsorbing lead(II) metal ions, determine the kinetic model and adsorption isotherm. White jabon bark charcoal is made using a carbonization process at a temperature of 800°C for 90 minutes and activated with a NaOH solution with varying ratios of charcoal and activator 1:1 ;1:2 ;1:3; 1:4 and 1:5 (w/ b). Characterization of activated charcoal refers to SNI 06-3730-1995. The functional groups of activated charcoal were analyzed using FTIR, the morphology of activated charcoal and the elemental composition of activated charcoal were analyzed using SEM-EDS. The concentration of lead(II) metal ions was analyzed using AAS. The charcoal yield obtained was 15.7247%. The results of the activated charcoal characterization showed that the water content was 1.23%, the ash content was 4.29%, the iodine adsorption capacity was 647,5453 mg/g and the methylene blue adsorption capacity was 24.3776 mg/g with a surface area of 90.3853 m<sup>2</sup>/g. FTIR results show that the functional groups of white jabon bark activated charcoal are aromatic C=C, C=C stretching, C-H stretching aliphatic, C≡C, N-H and O-Pb. The best adsorption conditions were obtained at pH 6, contact time 40 minutes and adsorbate concentration 140 mg/L with an efficiency of 99.872% and an adsorption capacity of 6.623 mg/g. Based on the SEM-EDS test results, it is known that activated charcoal contains the elements C, O, Ca and P.

**Keywords:** adsorption, lead(II), white jabon.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

## ABSTRAK

Kulit kayu jabon putih (*Anthocephalus cadamba* Miq.) memiliki kandungan kimia selulosa dan lignin yang cukup tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai adsorben untuk menyerap ion logam timbal(II). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi dan kapasitas adsorpsi arang aktif kulit kayu jabon putih dalam menyerap ion logam timbal(II), menentukan model kinetika dan isoterm adsorpsi. Pembuatan arang kulit kayu jabon putih dilakukan dengan proses karbonisasi pada suhu 800°C selama 90 menit dan diaktivasi dengan larutan NaOH dengan rasio variasi arang dan aktivator 1:1 ;1:2 ;1:3 ;1:4 dan 1:5 (b/b). Karakterisasi arang aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. Gugus fungsi arang aktif dianalisis menggunakan FTIR, morfologi arang aktif dan komposisi unsur arang aktif dianalisis menggunakan SEM-EDS konsentrasi ion logam timbal(II) dianalisis menggunakan AAS. Rendemen arang yang diperoleh sebesar 15,7247%. Hasil karakterisasi arang aktif diperoleh kadar air sebesar 1,23%, kadar abu 4,29%, daya jerap iodium 647,5453 mg/g dan daya jerap biru metilen 24,3776 mg/g dengan luas permukaan 90,3853 m<sup>2</sup>/g. Hasil FTIR menunjukkan gugus fungsi arang aktif kulit kayu jabon putih yaitu C=C aromatik, C=C *stretching*, C-H *stretching* alifatik, C≡C, N-H dan O-Pb. Kondisi terbaik adsorpsi diperoleh pada pH 6, waktu kontak 40 menit dan konsentrasi adsorbat 140 mg/L dengan efisiensi 99,872% dan kapasitas adsorpsi 6,623 mg/g. Berdasarkan hasil uji SEM-EDS, diketahui bahwa arang aktif memiliki unsur C, O, Ca dan P.

**Kata kunci:** adsorpsi, jabon putih, timbal(II).

## PENDAHULUAN

Jabon putih (*Anthocephalus cadamba* Miq.) merupakan salah satu jenis kayu yang pertumbuhannya sangat cepat (fast growing species) dan berbatang lurus (Padri *et al.*, 2015). Di India, jabon dari mulai bunga, buah, daun, kulit, kayu, dan akarnya telah dimanfaatkan secara komersial. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa tumbuhan (kayu) mengandung komponen seperti selulosa, lignin, hemiselulosa dan telah digunakan dalam industri penjernihan air untuk menghilangkan logam berat seperti Cu(II), Pb(II), Cd(II), dan Cr(III)

(Sihotang, 2021). Menurut Mulyana *et al.*, (2011) pohon jabon mengandung selulosa 52,4%, lignin 25,4% dan silika 0,1%. Kandungan selulosa ini yang membuat kulit kayu jabon putih memiliki struktur yang keras. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa dan ligin, maka akan semakin baik karbon aktif yang dihasilkan.

Aktivasi merupakan proses penghilangan zat-zat yang menutupi pori-pori pada permukaan arang. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi karakteristik karbon aktif pada saat aktivasi secara kimia yaitu jenis dan



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

konsentrasi aktivator. NaOH telah banyak digunakan sebagai aktivator dan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya juga menghasilkan karakteristik yang memenuhi standar industri (Firmansyah, 2016).

Penelitian sebelumnya Oktarezi (2019) menggunakan arang aktif dari buah jabon putih sebagai adsorben dengan variasi rasio arang dan aktivator NaOH didapatkan hasil karakterisasi SNI 06-3730-199 arang aktif optimum berada pada variasi 1:3 b/b dengan nilai rata-rata kadar air, kadar abu, daya jerap iodium dan daya jerap biru metilen berturut-turut sebesar 5,11%, 2,01%, 24,5044 mg/g dan 1185, 5605 mg/g, dengan efisiensi adsorpsi diperoleh sebesar 99,84%. Penelitian Nainggolan (2022) mengadsorpsi ion logam kromium(VI) menggunakan arang aktif buah jabon putih dengan memvariasikan pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat sehingga, diperoleh hasil efisiensi adsorpsi sebesar 87,19% dan kapasitas adsorpsi sebesar 1,6651 mg/g.

Penelitian ini melanjutkan adsorpsi menggunakan pohon jabon putih pada bagian kulit kayu dikarenakan kurangnya pemanfaatan pada limbah kulit kayu tersebut, sehingga dilakukan pada penelitian ini untuk mengadsorpsi ion timbal(II) menggunakan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat. Mekanisme adsorpsi dari timbal(II) terhadap arang aktif kulit kayu jabon putih selanjutnya dievaluasi menggunakan model kinetika orde nol, orde satu, orde dua, pseudo orde pertama, pseudo orde kedua dan difusi

intra-partikel serta isotherm adsorpsi secara Langmuir, Freundlich, Temkin atau Dubinin.

## METODE PENELITIAN

### a. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan ukuran 100 dan 200 mesh (*ASTM E 11* Cat 60.150.000150), furnace (*Vulcan A- 130 furnace*), Spektrofotometer UV- Vis (*Thermo Scientific Genesys 20*), FTIR (*IR Prestige Spectrophotometer Shimadzu*), *Scanning Electron Microscope* (SEM) (*Hitachi Flexsem 1000*), *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDS) (Ametek Edax), *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kayu jabon putih, natrium hidroksida (NaOH), timbal nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ), larutan iodida ( $I_2$ ) biru metilen ( $C_{16}H_{18}N_3SCl$ ) dan kertas saring whatman 42.

### b. Preparasi biosorben kulit kayu jabon putih

Kulit kayu jabon putih diambil di halaman belakang gedung kuliah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru. kulit kayu jabon putih dicuci dengan air bersih, kemudian dipotong kecil dan dicuci dengan akuades beberapa kali. Kulit kayu jabon dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari hingga kering.





1. Diarung mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Diarung mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

### c. Pembuatan Arang Kulit Kayu Jabon Putih

Sampel yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam krusibel tertutup dan ditimbang, selanjutnya dilakukan proses karbonisasi menggunakan suhu dan waktu karbonisasi 800°C 90 menit. Sampel arang didinginkan di desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang untuk menentukan persentase rendemen. Arang ditimbang, lalu digerus menggunakan lumpang dan alu, kemudian diayak dengan ayakan bertingkat ukuran lolos di 100 mesh dan tertahan di 200 mesh. Penentuan rendemen arang dihitung berdasarkan persamaan:

$$\text{Rendemen (\%)} : \frac{B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat arang sebelum karbonisasi (g)

B = Berat arang setelah karbonisasi (g)

### d. Aktivasi Arang Kulit Kayu Jabon Putih

Arang ditimbang sebanyak 7 gram kemudian direndam dalam 100 mL larutan NaOH dengan perbandingan rasio arang dan aktivator NaOH yaitu 1:1;1:2;1:3;1:4 dan 1:5 (b/b) di dalam gelas Beaker 250 mL (Oktarezi, 2019). Campuran arang dan aktivator diaduk menggunakan batang pengaduk dan didiamkan selama ±24 jam. Arang aktif disaring menggunakan kertas saring whatman No.42 dan dicuci dengan aqua DM hingga pH filtrat arang netral atau berkisar antara 7,2-7,4. Arang yang telah diaktivasi dikeringkan di dalam oven pada suhu 100±5°C selama 24 jam, kemudian didinginkan di dalam

desikator.

### e. Karakterisasi Arang Aktif Kulit Kayu Jabon Putih

#### 1) Kadar Air

Sampel arang aktif ditimbang 0,1 g dan dimasukkan ke dalam cawan penguap kosong yang beratnya telah konstan. Cawan penguap yang berisi arang aktif kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100±5°C selama 30 menit kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Cawan penguap berisi arang aktif ditimbang. Pengulangan dilakukan hingga diperoleh berat yang konstan. Penentuan kadar air dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} : \frac{A-(W_2-W_1)}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat sampel (g)

W<sub>1</sub> = Berat cawan konstan (g)

W<sub>2</sub> = Berat cawan konstan + sampel arang aktif (g)

#### 2) Kadar Abu

Krusibel yang beratnya telah konstan diisi dengan sampel arang aktif sebanyak 0,1 g. Krusibel berisi arang aktif dikarbonisasi pada suhu 800°C selama 2 jam. Kemudian didinginkan di dalam desikator dan kemudian ditimbang hingga diperoleh berat yang konstan. Penentuan kadar abu dapat digunakan persamaan:

$$\text{Kadar abu (\%)} : \frac{W_2-W_1}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat sampel (g)

W<sub>1</sub> = Berat krusibel konstan (g)

W<sub>2</sub> = Berat krusibel konstan + sampel arang aktif (g)



## 3) Daya Jerap Iodium

Arang aktif terlebih dahulu dipanaskan di dalam oven pada suhu  $\pm 105^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Arang aktif didinginkan di desikator, kemudian sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam gelas Beaker dan ditambahkan 50 mL larutan iodium 0,1 N. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit dan didiamkan selama 1 jam. Larutan di sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Larutan dari hasil sentrifugasi diambil sebanyak 5 mL dan dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N hingga berubah warna kuning pucat, lalu larutan amilum 1% ditambahkan sebanyak 1 mL dan proses titrasi dilanjutkan kembali hingga warna biru hilang. Penentuan daya jerap arang aktif terhadap iodium dapat digunakan pada persamaan:

$$\text{Daya Jerap} : \left[ \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) \times 126,9 \times fp}{W} \right]$$

Keterangan :

$V_1$  = Larutan iodium yang dianalisa (mL)

$V_2$  = Larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (mL)

$N_1$  = Normalitas iodium

$N_2$  = Normalitas natrium tiosulfat

$W$  = Berat sampel (g)

$fp$  = Faktor pengenceran

4) Daya Jerap *Methylene blue*

Arang aktif dipanaskan di dalam oven pada suhu  $\pm 105^\circ\text{C}$  selama 1 jam kemudian didinginkan di desikator. Sampel sebanyak 0,25 g dimasukkan ke dalam Beaker, kemudian dikontakkan dengan larutan biru metilen 250 ppm sebanyak 25 mL. Sampel diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit dan didiamkan selama 1 jam. Larutan

disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit. Larutan dari hasil sentrifugasi diambil dan diukur adsorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Penentuan daya jerap arang aktif terhadap biru metilen dapat digunakan pada persamaan:

$$\text{Daya jerap} : \frac{X_0 - X_1}{W} \times V$$

$$\text{Luas permukaan} : \frac{X_m - A \times N}{Mr} \times V$$

Keterangan:

$X_0$  = Konsentrasi awal ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$X_1$  = Konsentrasi akhir ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$V$  = Volume larutan (L)

$X_m$  = Jumlah biru metilen yang terjerap tiap gram arang

$A$  = Luas permukaan biru metilen ( $197 \times 10^{-20} \text{ m}^2$ )

$N$  = Bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

$W$  = Berat sampel (g)

#### f. Adsorpsi Biosorben Arang Aktif Kulit Kayu Jabon Putih Terhadap Ion Timbal(II)

##### 1) Penentuan pH optimum

Sampel arang aktif sebanyak 1 g dicampurkan dengan 50 mL larutan simulasi timbal 100 ppm dengan variasi pH 4, 6, 8, dan 10 di dalam gelas Beaker 100 mL (Daochalermwong *et al.*, 2020). pH diatur dengan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Campuran diaduk menggunakan magnetik stirrer selama 40 menit (Frantika, 2021) dengan kecepatan pengadukan 80 rpm (Pane, 2022), lalu didiamkan selama 24 jam. Campuran disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42. Hasil penyaringan dianalisis dengan menggunakan AAS.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

## 2) Penentuan waktu kontak optimum

Sampel arang aktif sebanyak 1 g dicampurkan dengan 50 mL larutan simulasi kromium 100 ppm pada pH optimum di dalam gelas Beaker 100 mL. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan variasi waktu kontak 20, 30, 40 dan 50 menit (Daochalermwong *et al.*, 2020) dengan kecepatan pengadukan 80 rpm pada suhu ruang. Campuran disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42. Filtrat hasil penyaringan dianalisis dengan menggunakan AAS.

## 3) Penentuan konsentrasi adsorbat optimum

Sampel arang aktif sebanyak 1 g dicampurkan dengan 50 mL larutan simulasi timbal dengan konsentrasi divariasikan (80, 100, 120 dan 140 ppm) (Daochalermwong *et al.*, 2020) ke dalam gelas Beaker 100 mL dan dengan pH

optimum. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan pengadukan 80 rpm dan waktu kontak optimum, kemudian didiamkan selama 24 jam. Campuran disaring menggunakan whatman No. 42, filtrat hasil penyaringan dianalisis kandungan ion timbal tersisa menggunakan AAS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Karakterisasi arang aktif kulit kayu jabon putih

Arang aktif kulit kayu jabon putih dikarakterisasi berdasarkan baku mutu SNI 06-3730-1995 untuk mendapatkan hasil arang aktif optimum yang meliputi kadar air, kadar abu, daya jerap iodium, daya jerap biru metilen dan luas permukaan arang aktif dengan hasil karakterisasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Karakterisasi arang aktif kulit kayu jabon putih

Arang Aktivasi NaOH	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Daya Jerap Iodium (mg/g)	Daya Jerap Biru Metilen (mg/g)	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)
1:1	3,73±0,15	7,12±0,14	450,1811	23,7342±0,006	87,9996
1:2	2,30±0,10	6,69±0,09	515,9754	23,7928±0,009	88,2172
1:3	3,16±0,23	5,56±0,11	534,7209	24,1331±0,026	89,4788
1:4	1,23±0,06	4,29±0,18	647,5453	24,3776±0,009	90,3853
1:5	4,16±0,06	7,83±0,32	431,4037	23,6118±0,021	87,5459
SNI	≤15%	≤10%	≤ 750 mg/g	≤ 120 mg/g	-

Kadar air pada penelitian ini cukup rendah dan hasil tersebut telah memenuhi baku mutu SNI 06-3730-1995 yaitu ≤ 15%. Nilai rata-rata kadar air arang aktif kulit kayu jabon putih pada penelitian ini yaitu didapatkan kondisi optimum pada variasi aktivator NaOH 1:4 sebesar 1,23% yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Kadar air arang

aktif yang rendah menunjukkan keberhasilan agen aktivator mengikat molekul air yang terkandung dalam bahan serta lepasnya kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam bahan baku selama proses karbonisasi (Dewi *et al.*, 2020).

Kadar abu adalah nilai pengujian oksida logam dari arang yang terdiri dari





1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

mineral yang tidak dapat menguap (*non-volatile*) pada proses pengabuan (Sulaiman *et al*, 2017). Hasil penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**. arang aktif memperoleh nilai rata-rata kadar abu rendah dengan kondisi optimum variasi NaOH 1:4 yaitu sebesar 4,29%. Rendahnya kadar abu menunjukkan bahwa sisa mineral yang menutupi pori-pori arang aktif sedikit sehingga daya jerap adsorben tinggi. Nilai persentase kadar abu mengalami peningkatan pada variasi aktivator NaOH 1:5 yaitu sebesar 7,83% Peningkatan nilai kadar abu pada kemungkinan disebabkan aktivator yang berlebih mengikat senyawa yang ada pada permukaan arang dan menempel pada bagian permukaan arang, sehingga logam natrium dari aktivator menambah logam oksida yang terbentuk.

Peningkatan bilangan iodin terjadi sebagai akibat semakin banyaknya pengotor yang terlepas dari permukaan karbon aktif (Sulaiman *et al*, 2017). Hasil penelitian daya jerap iodium arang aktif memperoleh kondisi terbaik pada variasi aktivator 1:4 yaitu sebesar 647,5453 mg/g yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Hasil uji daya jerap iodin pada penelitian ini belum memenuhi SNI 06-3730-95, karena masih ada pori-pori arang aktif yang tertutup oleh abu yang menghambat keaktifannya dan belum semua pori-pori arang aktif terbuka optimal melebihi ukuran molekul I<sub>2</sub> sehingga daya jerap belum maksimal. Hal ini didukung oleh Pari dan Gustan (2011) bahwa suhu yang tinggi kemungkinan berpengaruh pada struktur karbon itu sendiri bahkan dapat

membuatnya menjadi rapuh akibat adanya pengikisan karbon. Pengikisan tersebut membuat permukaan rongga pori pada arang aktif menjadi lebih dangkal sehingga menyebabkan daya jerap menurun. Hal ini mengakibatkan ukuran molekul iodin yang relatif kecil menjadi mudah terlepas dari pori arang aktif yang lebar.

Daya jerap arang aktif terhadap biru metilen ini menggambarkan diameter pori yang terbentuk banyak yang berukuran 15A° atau 1,5nm dalam larutan. Nilai jerap terhadap biru metilen pada arang aktif adalah 24,3776 mg/g dengan luas permukaan sebesar 90,3853 m<sup>2</sup>/g. Nilai daya jerap biru metilen pada penelitian ini tidak memenuhi SNI No. 06-3730-1995. Hal ini diperkirakan pada arang aktif kulit kayu jabon putih tidak banyak terdapat pori yang berukuran makropori, sehingga tidak terjadi kesesuaian ukuran pori adsorben dengan molekul biru metilen yang berukuran besar. Perbandingan hasil daya jerap biru metilen arang aktif, variasi aktivator NaOH 1:5 memiliki kemampuan daya jerap yang rendah, hal ini disebabkan karena pada variasi 1:5 telah terjadi keadaan jenuh pada NaOH berlebih di permukaan arang aktif, sehingga menghalangi proses penyerapan biru metilen.

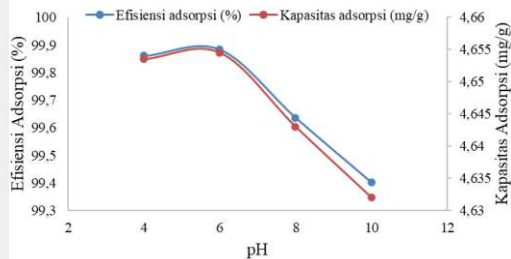
#### **b. Kondisi Optimum Adsorpsi Arang Aktif Kulit Kayu jabon putih dalam penjerapan ion Timbal(II)**

##### **Adsorpsi terhadap pH**

Penentuan pH larutan bertujuan untuk mengetahui kondisi larutan yang



optimum dalam adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif kulit kayu jabon putih. Hasil penentuan pH optimum dapat dilihat pada **Gambar 1**.



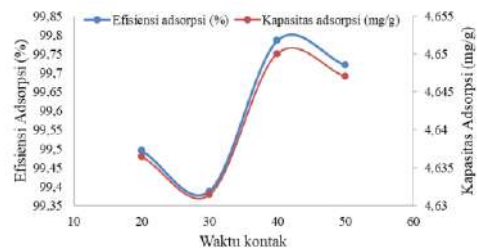
**Gambar 1.** Hubungan pH terhadap efisiensi penyerapan ion timbal(II)

Kenaikan pH akan menurunkan ion  $H^+$ , sehingga ion  $H^+$  yang mengelilingi gugus aktif pada permukaan adsorben berkurang dan gugus aktif mengalami ionisasi sehingga bermuatan negatif. Teori tersebut menunjukkan hal yang sama pada arang aktif kulit kayu jabon putih, yaitu hasil optimum berada di pH 6 dengan efisiensi penyerapan sebesar 99,883% dan kapasitas adsorpsi sebesar 4,6545 mg/g. Pada pH basa, jumlah timbal yang teradsorpsi cenderung berkurang, disebabkan pada pH yang tinggi timbal mengalami hidrolisis, yaitu mengurangi muatan positifnya menjadi +1 sehingga interaksi dengan permukaan arang aktif berkurang.

#### Adsorpsi terhadap waktu kontak

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari AAS, didapat grafik hubungan antara waktu kontak dan efisiensi adsorpsi dari larutan timbal (II) yang teradsorpsi oleh arang aktif kulit kayu jabon putih. Efisiensi adsorpsi arang aktif kulit kayu jabon putih serta pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion timbal(II) dapat dilihat

pada **Gambar 2**.



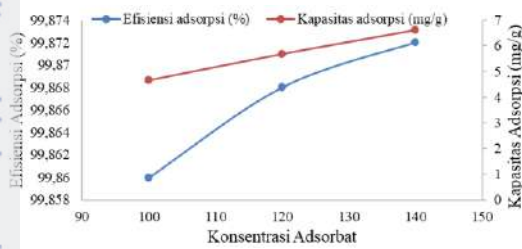
**Gambar 2.** Hubungan waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan ion timbal(II)

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, jika dibandingkan dengan variasi waktu yang lainnya, pada waktu 40 menit mengalami kondisi optimum dengan efisiensi adsorpsi 99,785% dan kapasitas adsorpsi 4,65 mg/g. Keadaan jenuh sudah terlihat pada waktu 50 menit. Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan timbal maka kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsinya semakin tinggi. Namun, kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi dapat menurun setelah proses adsorpsi menemukan waktu setimbang. Hal ini dapat terjadi karena proses adsorpsi telah terjadi secara maksimal dan permukaan adsorben sudah tidak dapat menyerap adsorbat lagi karena ikatan antara molekul yang diadsorpsi dan permukaan adsorben akan semakin lemah.

#### Adsorpsi terhadap konsentrasi adsorbat

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari AAS didapat grafik hubungan antara konsentrasi adsorbat dan efisiensi adsorpsi dari larutan timbal(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif kulit kayu jabon putih.





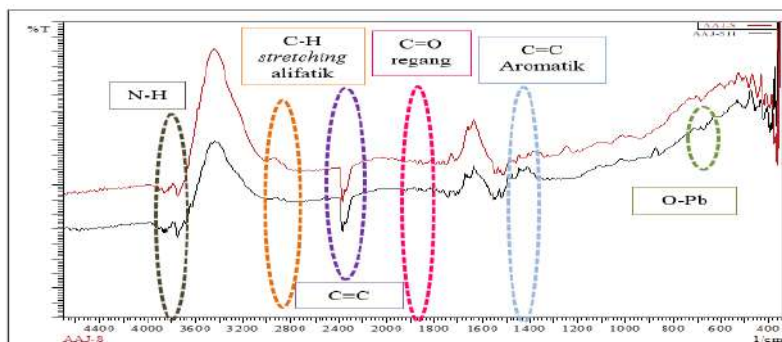
**Gambar 3.** Hubungan konsentrasi adsorbat terhadap efisiensi penyerapan ion timbal (II)

Kondisi optimum adsorpsi ditentukan berdasarkan pH optimum dan waktu kontak optimum. Grafik pada **Gambar 3** menunjukkan peningkatan jumlah logam teradsorpsi berbanding lurus dengan naiknya konsentrasi awal. Hal tersebut disebabkan semakin naiknya konsentrasi Pb(II) maka semakin banyak molekul Pb(II) yang berinteraksi dengan arang aktif sehingga adsorpsi semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi larutan timbal maka semakin besar juga kapasitas adsorpsi dari adsorben arang

aktif kulit kayu jabon. Peningkatan adsorpsi secara tajam pada konsentrasi Pb(II) rendah hingga konsentrasi tertinggi yaitu 140 mg/l. Hal tersebut dikarenakan permukaan arang aktif belum mengalami kejenuhan sehingga adsorpsi masih berjalan dengan optimal.

#### c. Analisis gugus fungsi biosorben arang aktif kulit kayu jabon putih

Hasil FTIR yang dapat dilihat pada **Gambar 4.** menunjukkan gugus fungsi arang aktif kulit kayu jabon putih yaitu C=C aromatik, C=C *stretching*, C-H *stretching* alifatik, C≡C, N-H dan O-Pb. Gugus N-H menandakan adanya penyusun struktur lignin. Selulosa pada arang aktif kulit kayu jabon memiliki situs aktif dengan muatan negatif seperti hidroksil (Wirhamna, 2019) dan unsur dengan potensial negatif seperti N akan menarik ion yang bermuatan positif (Herlin, 2019).



**Gambar 4.** Spektrum FTIR arang aktif kulit kayu jabon putih sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi

Proses karbonisasi dan aktivasi juga membentuk ikatan C=C aromatik sekitar 1433,17  $\text{cm}^{-1}$  dan mengalami pergeseran setelah adsorpsi sekitar 1490,07  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus O-Pb sampel arang aktif setelah adsorpsi pada panjang bilangan gelombang 671,26  $\text{cm}^{-1}$ . Munculnya puncak O-Pb pada spektrum FTIR

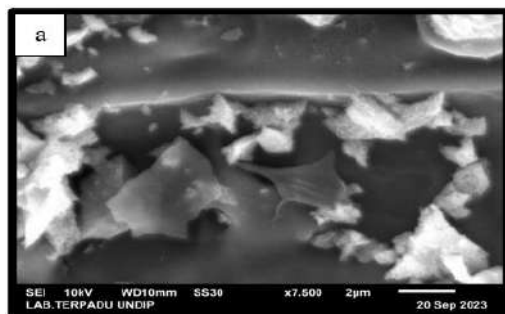
setelah adsorpsi dikarenakan permukaan arang aktif yang sudah menyerap ion logam berat timbal(II).

#### d. Analisis morfologi dan kandungan unsur biosorben kulit kayu jabon putih

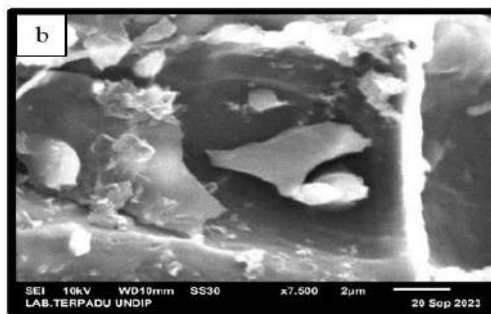
Hasil analisis morfologi bubuk biosorben jabon putih menggunakan

instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan pembesaran

7500x dapat dilihat pada **Gambar 5**.



(a)



(b)

**Gambar 5.** (a) morfologi permukaan arang kulit kayu jabon putih  
(b) morfologi permukaan arang aktif kulit kayu jabonn putih

Kedua gambar tersebut terlihat jelas perbedaan pada **Gambar (a)** arang sebelum diaktivasi masih terdapat banyak pengotor dan senyawa organik lainnya yang menyebabkan morfologi arang tidak membentuk pori. Pada **Gambar (b)** Arang setelah aktivasi terlihat morfologi permukaan yang bersih hanya tersisa sedikit pengotor dan terlihat perubahan pada permukaan arang aktif menjadi lebih kasar dikarenakan adanya pengaruh proses aktivasi menggunakan aktivator NaOH. Proses tersebut menyebabkan pori membesar dengan memecah ikatan hidrokarbon.

Analisis komposisi kimia dari permukaan biosorben secara kuantitatif dan kualitatif dilakukan menggunakan EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) yang ada pada alat SEM. Pada **Tabel 2**, dapat dilihat komposisi unsur-unsur yang terkandung pada arang non aktivasi dan arang aktif kulit kayu jabon putih. Dapat dilihat bahwa muncul unsur P pada arang setelah aktivasi, sedangkan unsur K hilang pada arang setelah aktivasi. Unsur C mengalami kenaikan persentase kadar karbon dan menurunnya persentase kadar oksigen dan kalsium pada arang aktivasi. Unsur K hilang pada arang aktif dikarenakan abu atau pengotor yang menempel sudah hilang setelah diaktivasi. Menurut Nainggolan (2022) hal ini juga dikarenakan K yang larut pada saat pencucian arang aktif.

**Tabel 2.** Kandungan unsur biosorben kulit kayu jabon putih

Sampel	Analisis unsur (wt%)				
	C	O	Ca	K	P
Arang kulit kayu jabon putih	50,03	22,95	16,47	10,55	-
Arang aktif kulit kayu jabon putih	85,63	11,50	2,28	-	0,59



## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah:

1. Hasil adsorpsi optimum arang aktif terhadap ion logam timbal(II) variasi pH terjadi pada pH 6. Efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi yang diperoleh yaitu 99,88% dan 4,6545 mg/g.
2. Hasil adsorpsi optimum arang aktif terhadap ion logam timbal(II) variasi waktu kontak terjadi pada waktu kontak 40 menit Efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi yang diperoleh yaitu 99,78% dan 4,6500 mg/g.
3. Hasil adsorpsi optimum arang aktif terhadap ion logam timbal(II) variasi konsentrasi adsorbat terjadi pada konsentrasi 140 ppm. Efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi yang diperoleh yaitu 99,87% dan 6,623 mg/g.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daochalermwong, A., Napassorn, C., Kriangsak, S., dan eerapan, D.** 2020. Removal of heavy metal ions using modified celluloses prepared from pineapple leaf fiber. *ACS Omega*. 5 (1): 5285-5296.
- Dewi, R., Azhari dan Indra, N.** 2020. Aktivasi karbon dari kulit pinang dengan menggunakan aktivator kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 9 (2), pp. 12-22.
- Frantika, G.Y.** 2021. Karakterisasi dan Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif Buah Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba*) dalam Adsorpsi Ion Merkuri (II). *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Riau.

**Herlin, J. M.** 2019. Karakterisasi Suhu Optimum Karbonisasi Buah Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba*) Dan Daya Jerap Arang Teraktivasi NaOH Terhadap  $Cd^{2+}$ . *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Riau

**Mulyana, D., Asmarahman, C., dan Fahmi, I.** 2011. *Panduan Lengkap Bisnis Bertanam Kayu Jabon*. Agro Media Pustaka, Jakarta.

**Nainggolan, A. K. Z.** 2022 Arang Aktif Buah Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba* Miq.) untuk Penjerapan Ion Kromium(VI). *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Riau.

**Oktarezi, F.** 2019. Optimasi Konsentrasi Aktivator NaOH dalam Pembuatan Arang Aktif dari Biji Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba*) dan Aplikasinya Sebagai Penjerap Ion Logam Pb(II). *Skripsi*. Universitas Riau, Pekanbaru.

**Pane, R.S.** 2022. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Daya Adsorpsi Arang Aktif Buah Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba* Miq.) Sebagai Adsorben Ion Merkuri(II). *Skripsi*. Universitas Riau, Pekanbaru.

**Pari dan Gustan.** 2011. Pengaruh selulosa terhadap struktur karbon arang bagian 1: pengaruh suhu karbonisasi. *Penelitian Hasil Hutan*. 29 (1), pp. 33-45.

**Sihotang, R.** 2021. Pengaruh larutan aktivator, waktu kontak dan pH larutan dalam pembuatan biosorbent kulit buah aren (*Arenga pinnata*) untuk adsorpsi timbal dalam limbah cair tekstil. *Syntax Idea*. 3 (5), pp. 1176-1193.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

**Sulaiman, N.H., Lastri, A.M., Fadhillah, H.L., Nurhailani, B.H., Fadly, R.M dan Agus, K.** 2017. Pengolahan tempurung kemiri sebagai karbon aktif dengan variasi aktivator asam fosfat. *Jurnal Einstein*. 5 (2), pp. 1-6.

**Wirhamna.** 2019. Pengaruh Waktu Karbonisasi terhadap Karakteristik Arang Biji Jabon Putih (*Anthocephalus Cadamba*) dan Diaktivasi oleh Naoh sebagai Adsorben Ion Merkuri(II). *Skripsi*. Univeristas Riau, Pekanbaru.