

# **ADSORPSI ION LOGAM Pb<sup>2+</sup> DENGAN ARANG AKTIF MAHKOTA NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr) TERMODIFIKASI KITOSAN**

## **ADSORPTION OF Pb<sup>2+</sup> METAL IONS WITH ACTIVATED CHARCOAL FROM PINEAPPLE CROWN (*Ananas comosus* (L.) Merr) MODIFIED WITH CHITOSAN**

**Tarisa Arsyakia, Soerja Koesnarpadi\*, Ika Yekti Lianasari**

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

\*Corresponding Author : [soerja.koes@gmail.com](mailto:soerja.koes@gmail.com)

### **Article History**

Submitted : 01 November 2024

Accepted: 24 February 2025

### **ABSTRACT**

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr) is one of the most widely produced plants in Indonesia. Pineapple crown can be classified as solid waste that has an impact on the environment. Another problem of environmental pollution is heavy metals such as lead. In this study, modification was carried out by adding chitosan to the activated charcoal prepared from pineapple crown powder waste. The purpose of this study was to determine the characterization of chitosan-modified pineapple crown activated charcoal using Fourier Transform Infrared (FTIR) and Scanning Electron Microscopy (SEM). Determine the optimum adsorption conditions based on variations in pH, contact time and concentration of Pb<sup>2+</sup> metal and determine the percent absorption and adsorption capacity. The results of FT-IR characterization of pineapple crown charcoal, chitosan and chitosan-modified activated charcoal indicated the presence of O-H (stretching), N-H, C-H (stretching), C=C aromatic and C-H (bending) groups, and in pineapple crown charcoal and chitosan-modified pineapple crown activated charcoal also indicated C-O-C groups while chitosan indicated C-N groups. In the results of SEM characterization, pineapple crown charcoal has a smooth, chitosan has a rough and chitosan-modified activated charcoal has a slightly rough surface and is still tightly bound to each other. The optimum conditions for adsorption of chitosan-modified activated charcoal on Pb<sup>2+</sup> metal ions at pH 4 with a contact time of 60 minutes and a concentration of 75 mg/L. The results of the adsorption capacity test at each pH variation, contact time and concentration of Pb<sup>2+</sup> metal ions were 2.4154 mg/g, 14.89 mg/g and 15.1732 mg/g.

**Keywords:** Pineapple Crown, Lead, Activated Charcoal, Chitosan Modified.

### **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan komoditas buah nanas paling unggul. Hal tersebut mengacu pada besarnya produksi nanas yang menempati posisi keempat dalam komoditas buah-buahan di Indonesia setelah pisang, mangga dan jeruk. Selain itu, nanas dalam neraca perdagangan terus meningkat dari 63,53 juta USD pada tahun 2001 menjadi 192,99 juta USD pada tahun 2014.<sup>1</sup> Buah nanas dengan nama latin *Ananas comosus* (L.) Merr merupakan tanaman tropis (*tropical fruit*) yang berasal dari Amerika Selatan (Brasil, Bolivia dan Paraguay) yang mana menjadi primadona di luar negeri terutama negara non-tropis seperti Amerika, Jerman, Rusia, Spanyol, Belanda dan lainnya.<sup>2</sup> Dengan berat rata-rata 1,5 kg per buah nanas, satu buah mengandung 17% mahkota nanas yang terdiri dari selulosa 69,5-71,5%, lignin 4,4-4,7%, pentosan 17,0-17,8%, abu 0,71-0,87% dan zat lain (protein

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



dan lain-lain) hingga 4,5-5,3%.<sup>3</sup>

Logam timbal (Pb) termasuk dalam logam berat yang dengan kategori logam transisi golongan B yang bersifat toksik atau berbahaya. Logam ini dapat ditemukan dalam emisi kendaraan yang dapat terabsorpsi oleh manusia melalui udara. Emisi dari kendaraan yang mengandung logam timbal juga dapat ditemukan di jalanan dan terminal kendaraan. Banyak kendaraan seperti bus, angkutan kota dan kendaraan umum.<sup>4</sup> Normalnya, tubuh menerima timbal dalam jumlah 0,3 mg/1.000 cc setiap hari. Dengan dosis 2,5 g/hari, efek toksik timbal akan berlangsung selama tiga hingga empat tahun, tetapi dengan dosis 3,5 g/hari, efek toksik hanya akan terjadi selama beberapa bulan. Dimana kadar Pb dalam darah manusia menurut WHO adalah 10 µg/dl. Umur seseorang sangat berpengaruh terhadap kadar Pb dalam darahnya. Dengan bertambahnya usia, konsentrasi Pb yang terakumulasi pada jaringan tubuh seseorang meningkat, dikarenakan kemampuan tubuh seseorang untuk menghilangkan racun yang masuk ke dalam tubuh berkurang. Begitu pula dengan kadar maksimum timbal (Pb) yang diperbolehkan dalam air bersih menurut Permenkes RI No. 416/MENKES/PER /IX/1990, adalah sebesar 0,05 ppm.<sup>5</sup>

Metode adsorpsi digunakan karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan metode lain, diantaranya biaya yang relatif murah, prosedur yang sederhana, tingkat efesiensi dan efektivitas yang tinggi dan adsorben dapat digunakan ulang. Adsorben seperti arang aktif memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk mengadsorpsi adsorbat tetapi harganya cukup mahal oleh karenanya perlu memanfaatkan bahan alam yang berpotensi menjadi arang aktif.<sup>6</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> dengan arang aktif dari mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) termodifikasi kitosan yang diharapkan mampu memberikan daya adsorpsi yang lebih baik terhadap ion logam Pb<sup>2+</sup> dalam larutan, kemudian ditentukan perbandingan pengaruh pemberian aktivator pada arang aktif mahkota nanas.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas berstandar laboratorium, ayakan 100 mesh, batang pengaduk, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR), *Barnstead Thermolyne Furnace*, gunting, kaca arloji, lumpang, alu, *microwave*, neraca analitik, oven, pH meter, pipet volume, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *magnetic stirrer*, spatula, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) GBC XplorAA Dual SavantAA *Flame*, cawan porselin dan penjepit cawan.

#### 2.1.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr), kitosan, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2N, HCl 2N, NaOH 2N, CH<sub>3</sub>COOH 2% (p.a Mallinckrodt), padatan kristal Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, akuades, kertas saring, kertas saring *whatman* No.42, natrium tripolifosfat, larutan *buffer* pH 2,2 hingga 8 dan kertas label.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1. Preparasi Mahkota Nanas

Mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dicuci hingga bersih dan dipotong kecil-kecil. Setelah itu, mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dijemur di bawah terik matahari selama 1 hari, dilanjutkan dengan proses pengovenan pada suhu 110°C selama 2 jam. Lalu mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) yang telah dioven dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 400°C selama 1 jam agar didapatkan hasil berupa arang. Selanjutnya arang mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dihaluskan menggunakan lumpang dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.<sup>3</sup>

### **2.2.2. Aktivasi Arang Aktif dengan Berbagai Macam Zat Pengaktivator**

Uji pengaruh aktivator pada penelitian ini dilakukan dengan mengutip jurnal yang berbeda tetapi dengan pembaharuan berupa konsentrasi sebesar 2 N dan juga perlakuan yang sama pada setiap aktivator yang bertujuan untuk mengetahui zat pengaktivator mana yang lebih baik dalam mengaktivasi arang mahkota nanas.

Arang aktif mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) 3 gram yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam gelas kimia, lalu direndam dengan variasi aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 N, HCl 2 N,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  2 N dan NaOH 2 N masing-masing sebanyak 25 mL selama 24 jam. Selanjutnya arang mahkota nanas disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH netral, lalu dioven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam hingga berat konstan.

### **2.2.3. Modifikasi Arang Aktif dengan Kitosan**

Arang aktif mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) yang telah diaktivasi dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebanyak 1,5 gram dimasukkan dalam 100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2%, kemudian di stirrer hingga homogen. Campuran tersebut ditambahkan natrium tripolifosfat (TPP) sebanyak 0,4 gram yang telah dilarutkan dalam 50 mL akuades, lalu dimasukkan secara perlahan-perlahan dengan penambahan kitosan sebanyak 1 gram. Campuran yang sudah membentuk gel kemudian dicetak ke dalam cawan petri, setelah itu dioven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Hasil yang terbentuk dicampurkan ke dalam larutan NaOH 1 N dan didiamkan selama 24 jam, kemudian dilepaskan dari cawan petri, lalu dicuci dengan akuades hingga pH netral. Dikeringkan pada suhu kamar. Adsorben yang sudah kering digerus dan diayak. Dilakukan prosedur yang sama untuk adsorben arang aktif mahkota nanas – kitosan dengan variasi aktivator HCl;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan NaOH.

### **2.2.4. Pengujian Modifikasi Arang Aktif - Kitosan Terhadap Ion Logam $\text{Pb}^{2+}$**

Adsorben arang aktif mahkota nanas – kitosan dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebanyak 0,1 gram ditambahkan larutan ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  dengan konsentrasi 10 ppm dalam 50 mL, lalu di kontakkan selama  $\pm 24$  jam. Kemudian larutan dipisahkan dan filtrat diuji menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan dihitung persen penyerapannya. Dilakukan prosedur yang sama untuk adsorben arang aktif mahkota nanas – kitosan dengan variasi aktivator HCl;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan NaOH.

### **2.2.5. Optimasi Adsorben Arang Aktif – Kitosan**

#### **2.2.5.1. Penentuan kurva kalibrasi**

Kurva kalibrasi dibuat dengan menggunakan data absorbansi sampel Pb yang diukur oleh SSA dengan variasi konsentrasi 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 3 mg/L; 5 mg/L dan 10 mg/L. Data diolah dalam bentuk kurva kalibrasi.

#### **2.2.5.2. Uji Pengaruh pH**

Sebanyak 0,1 gram arang aktif mahkota nanas – kitosan yang telah diaktivasi dengan aktivator HCl direndamkan ke dalam larutan ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  10 ppm sebanyak 25 mL dengan variasi pH 2; 3; 4; 5; 6; 7 dan 8 yang diatur menggunakan larutan *buffer* selama 24 jam, lalu campuran disaring dan filtrat diukur dengan menggunakan SSA, sehingga diperoleh pH optimum.

#### **2.2.5.3. Uji Pengaruh Waktu Kontak**

Sebanyak 0,1 gram arang aktif mahkota nanas – kitosan yang telah diaktivasi dengan aktivator HCl direndamkan ke dalam larutan ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  10 ppm sebanyak 25 mL dengan variasi waktu kontak selama 10; 30; 60; 90 dan 120 menit berdasarkan pH optimum yang telah diperoleh, lalu campuran disaring dan filtrat diukur dengan menggunakan SSA, sehingga diperoleh waktu kontak optimum.

#### **2.2.5.4. Uji Pengaruh Konsentrasi Ion Logam $\text{Pb}^{2+}$**

Sebanyak 0,1 gram arang aktif mahkota nanas – kitosan yang telah diaktivasi dengan aktivator HCl dimasukkan ke dalam larutan ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  5 ppm sebanyak 25 mL dengan variasi konsentrasi larutan 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 125 ppm berdasarkan pH

optimum dan waktu kontak optimum yang telah diperoleh, lalu campuran disaring dan filtrat diukur dengan menggunakan SSA, sehingga diperoleh konsentrasi optimum.

### 2.3 Analisis Data

Berdasarkan Mubarakah dkk. (2023),<sup>7</sup> penentuan kurva kalibrasi dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1**, sebagai berikut.

$$y = ax + b \quad \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

- y = Serapan (nilai absorbansi)
- a = Intersep (titik potong kurva terhadap sumbu y)
- x = Konsentrasi
- b = Kemiringan (*slope*) kurva linear

Berdasarkan Nurafriyanti dkk. (2017),<sup>8</sup> adapun persen penyerapan dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2**, sebagai berikut.

$$R(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad \text{Persamaan 2}$$

Keterangan:

- R = Persen adsorpsi yang diserap
- C<sub>0</sub> = Konsentrasi awal ion logam Pb<sup>2+</sup>
- C<sub>e</sub> = Konsentrasi akhir ion logam Pb<sup>2+</sup>

Berdasarkan Nurafriyanti dkk. (2017),<sup>8</sup> adapun kapasitas adsorpsi dapat dihitung menggunakan **Persamaan 3**, sebagai berikut.

$$Q = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{W} \times V \quad \text{Persamaan 3}$$

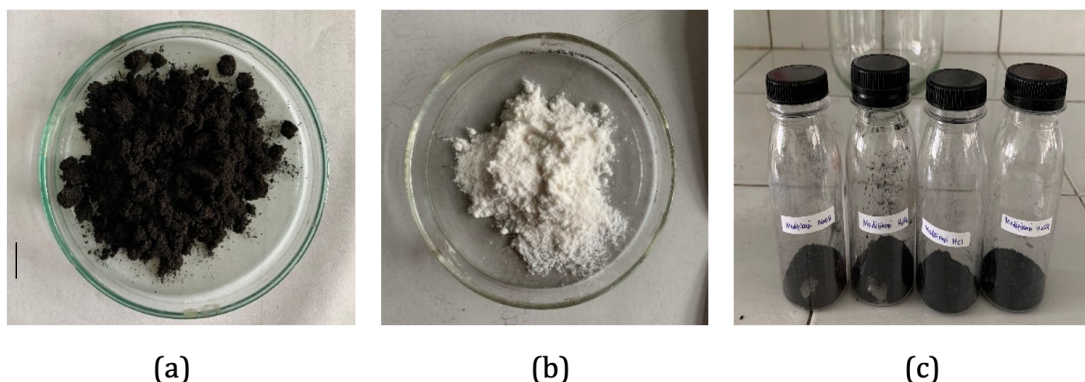
Keterangan:

- Q<sub>e</sub> = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
- V = Volume (mL)
- W = Berat adsorben (gram)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pembuatan Adsorben Arang Akif Mahkota Nanas Termodifikasi Kitosan

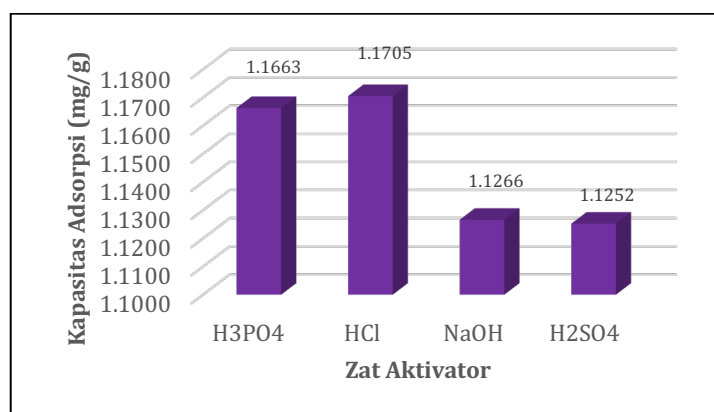
Arang aktif mahkota nanas dibuat melalui proses karbonisasi pada suhu 400°C selama 2 jam, kemudian diaktivasi menggunakan variasi aktivator diantaranya H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Selanjutnya pembuatan adsorben arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan karena kitosan memiliki gugus reaktif yang dapat mengikat logam berat serta meningkatkan daya adsorpsi,<sup>9</sup> dimana dibuat dengan menggabungkan arang aktif mahkota nanas dengan CH<sub>3</sub>COOH 2% untuk melarutkan kitosan dan meningkatkan fleksibilitas sehingga pori-pori kitosan dapat terbuka. Serta asam asetat dengan konsentrasi 2% juga merupakan pelarut koagulan kitosan yang memiliki kelarutan paling baik.<sup>10</sup> Penambahan natrium tripolifosfat untuk menstabilkan gugus-gugus aktif dalam kitosan sehingga meningkatkan proses adsorpsi.<sup>9</sup> Penambahan NaOH untuk menetralkan kitosan. Dengan adanya NaOH, gugus amina dengan sepasang elektron bebas akan terbentuk dan menghasilkan butiran-butiran kecil.<sup>11</sup> Agar meyakinkan proses modifikasi ini berhasil perlu dilakukan aktivasi dengan variasi zat pengaktivator yang tujuannya untuk mengetahui zat pengaktivator mana yang terbaik dalam mengaktivasi arang mahkota nanas. Berdasarkan persen penyerapannya diperoleh aktivator HCl yang terbaik dalam mengaktivasi arang mahkota nanas, dimana dengan sekali sintesis didapatkan 1,2 gram arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan.



**Gambar 1.** (a) Arang mahkota nanas, (b) Kitosan dan (c) Arang aktif nanas termodifikasi kitosan.

### 3.2 Pengujian Modifikasi Arang Aktif-Kitosan Terhadap Ion Logam $Pb^{2+}$ dengan Variasi Aktivator

Pada penelitian ini dilakukan pengujian modifikasi arang aktif termodifikasi kitosan terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dengan variasi aktivator yang berbeda secara berturut-turut yaitu aktivator  $H_3PO_4$ ,  $HCl$ ,  $NaOH$  dan  $H_2SO_4$  yang bertujuan untuk mengetahui zat pengaktivator mana yang terbaik dalam modifikasi arang aktif mahkota nanas-kitosan terhadap ion logam  $Pb^{2+}$ . Berikut grafik kapasitas adsorpsi aktivator  $H_3PO_4$ ,  $HCl$ ,  $NaOH$  dan  $H_2SO_4$  pada arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik variasi aktivator terhadap kapasitas adsorpsi.

Berdasarkan hasil pada gambar diatas menunjukkan bahwa aktivator terbaik dalam modifikasi arang aktif mahkota nanas-kitosan terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  adalah  $HCl$  dengan nilai persen penyerapan sebesar 93,64% dan kapasitas adsorpsi sebesar 1,1705 mg/g.

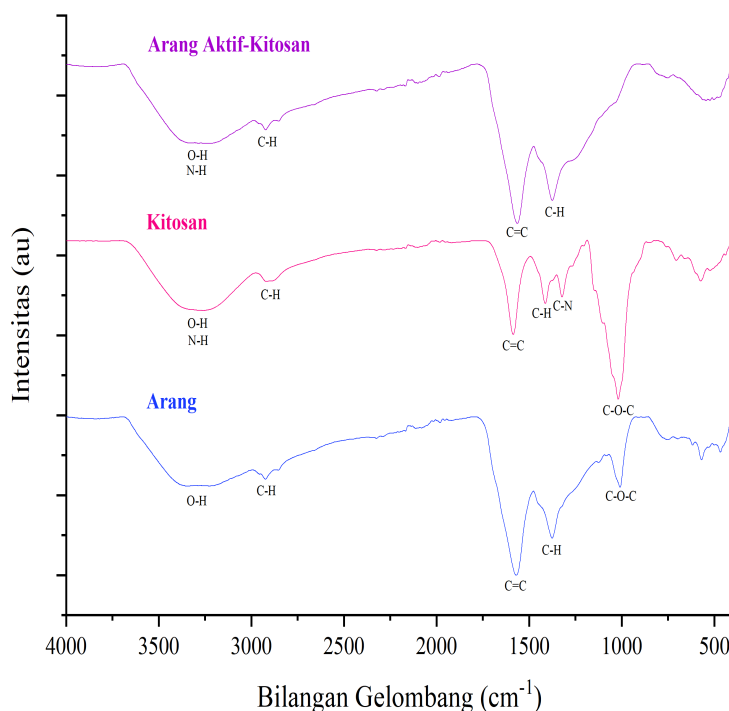
### 3.3 Karakterisasi Arang Aktif, Kitosan dan Arang Aktif Termodifikasi Kitosan

#### 3.3.1 Hasil Analisa Fourier Transform Infrared (FT-IR)

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) yang bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang berada di dalamnya dengan bilangan gelombang yang sesuai. Hasil karakterisasi FT-IR dapat dilihat pada **Gambar 3**. Berdasarkan hasil dari FT-IR pada **Gambar 3**, menunjukkan adanya persamaan pada spektrum arang mahkota nanas, kitosan dan arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan pada bilangan gelombang tertentu. Pada spektra arang mahkota nanas menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $3345,87\text{ cm}^{-1}$  yang mengalami ikatan hidrogen ditandai dengan gugus O-H, sedangkan pada spektra kitosan dan arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan memiliki serapan menurun pada bilangan gelombang  $3259,86\text{ cm}^{-1}$  dan  $3225,39\text{ cm}^{-1}$  ditandai dengan adanya gugus O-H dan N-H (amina), dimana kedua gugus



tersebut mengalami tumpang tindih pada kitosan. Hal ini terjadi karena pelebaran pada pita serapan dan pergeseran bilangan gelombang.

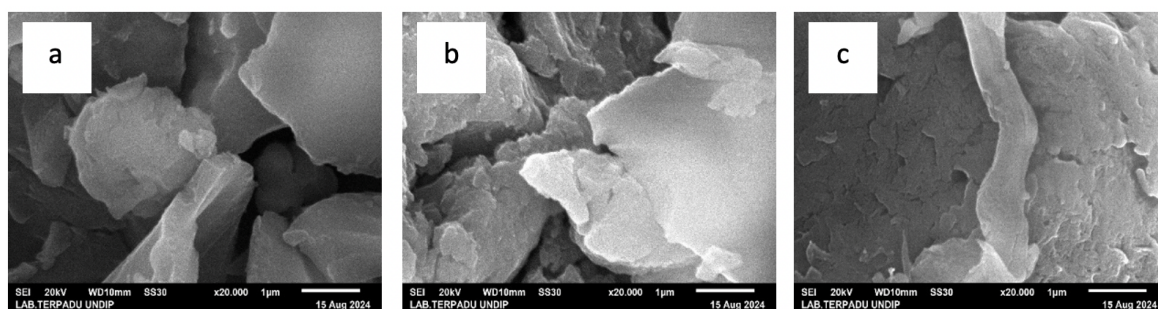


**Gambar 3.** Hasil spektrum FT-IR arang mahkota nanas, kitosan dan arang aktif termodifikasi kitosan.

Munculnya pita serapan yang menunjukkan adanya gugus C-H (*stretching*) dari spektra arang mahkota nanas ditunjukkan pada bilangan gelombang 2923,95  $\text{cm}^{-1}$ , kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 2919,35  $\text{cm}^{-1}$  dan arang aktif termodifikasi kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 2923,01  $\text{cm}^{-1}$ . Munculnya pita serapan yang menunjukkan adanya gugus C=C aromatik dari spektra arang mahkota nanas ditunjukkan pada bilangan gelombang 1570,20  $\text{cm}^{-1}$ , kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 1585,61  $\text{cm}^{-1}$  dan arang aktif termodifikasi kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 1563,71  $\text{cm}^{-1}$  yang menandakan adanya pergeseran pita serapan dari bilangan gelombang pada spektra kitosan yang disebabkan adanya tarik menarik antara arang mahkota nanas dan kitosan. Munculnya pita serapan yang menunjukkan adanya gugus C-H (*bending*) dari spektra arang mahkota nanas ditunjukkan pada bilangan gelombang 1375,80  $\text{cm}^{-1}$ , kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 1412,40  $\text{cm}^{-1}$  dan arang aktif termodifikasi kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 1374,77  $\text{cm}^{-1}$ . Pada spektra arang mahkota nanas menunjukkan adanya gugus C-O-C pada bilangan gelombang 1008,39  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan pada spektra kitosan pada bilangan gelombang 1018,63  $\text{cm}^{-1}$ . Pada spektra kitosan menunjukkan adanya gugus C-N pada bilangan gelombang 1322,07  $\text{cm}^{-1}$ . Dimana terjadi *overlapping* antara arang mahkota nanas dan kitosan dikarenakan perbandingan massa antara arang mahkota nanas dan kitosan sebesar 1,5:1 yang menandakan kitosan tersebut tertutupi oleh arang mahkota nanas sehingga gugus C-O-C dan C-N pada arang mahkota nanas termodifikasi kitosan tidak terdeteksi.

### 3.3.2 Hasil Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang bertujuan untuk mengetahui morfologi pada permukaan adsorben. Hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada **Gambar 4**.



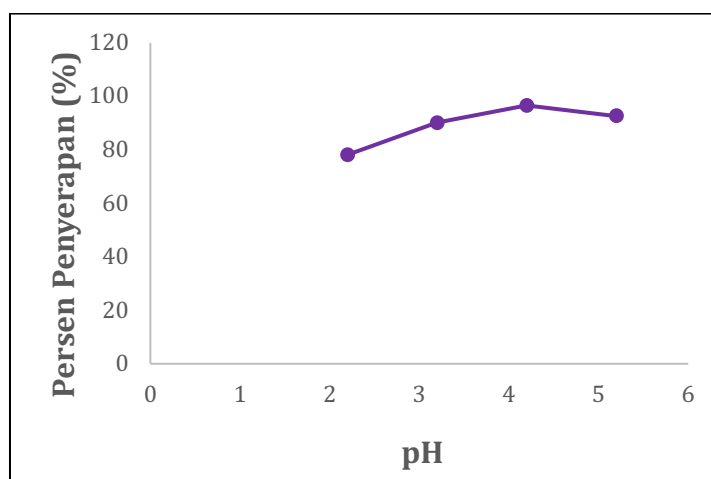
**Gambar 4.** Hasil karakterisasi SEM dengan pembesaran 20.000x (a) Arang mahkota nanas; (b) Kitosan dan (c) Arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan.

Berdasarkan dari gambar hasil analisa SEM diatas, pada (a) arang mahkota nanas dengan perbesaran 20.000x diperoleh bentuk morfologi permukaan halus dan seragam. Pada (b) kitosan dengan perbesaran 20.000x diperoleh bentuk morfologi permukaan kasar, bergerigi dan seragam. Pada (c) arang aktif termodifikasi kitosan dengan perbesaran 20.000x diperoleh bentuk morfologi permukaan sedikit kasar, memiliki model struktur yang mirip dengan arang aktif dan kitosan dan masih terikat rapat satu sama lain sehingga dapat disimpulkan bahwa arang aktif mahkota nanas dan kitosan telah termodifikasi dengan baik, karena memiliki gabungan kemiripan morfologi dari keduanya.

### 3.4 Kondisi Optimum Arang Aktif Termodifikasi Kitosan

#### 3.4.1 Variasi pH

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi pH untuk mengetahui pH optimum dari logam  $Pb^{2+}$  terhadap adsorben arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan. Pada penelitian ini, digunakan variasi pH 2-8 yang diatur menggunakan larutan *buffer* untuk pH asam menggunakan asam sitrat sedangkan untuk pH basa menggunakan penambahan larutan  $Na_2HPO_4$  yang diberi sedikit demi sedikit. Jika menggunakan larutan asam atau basa bisa berinteraksi dengan ion lain sedangkan larutan *buffer* atau penyangga susah berinteraksi dengan ion lain dan lebih stabil, maka dari itu digunakan *buffer* pada penelitian ini. Berikut grafik pengaruh pH terhadap persen penyerapan pada arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan ditunjukkan pada **Gambar 5**.



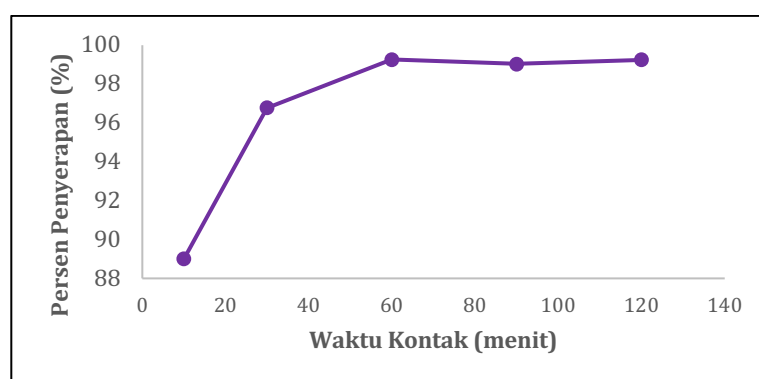
**Gambar 5.** Grafik variasi pH terhadap persen penyerapan ion logam  $Pb^{2+}$ .

Berdasarkan hasil pada gambar diatas menunjukkan bahwa pH optimum yang diperoleh dari adsorben arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan dalam mengadsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 25 mL terjadi pada pH 4 dengan nilai persen penyerapan sebesar 96,61% dan kapasitas adsorpsi sebesar 2,4154 mg/g. Pada pH dibawah 4 kemampuan adsorben dalam menyerap logam masih belum optimal. Pada pH 6 hingga 8

mengalami kenaikan persen penyerapan sehingga stabilitas kelarutan akan terbatas karena cenderung mengalami pengendapan, dimana logam berat pada suasana basa cenderung mengendap. Jika pH diatas 7 maka larutan kitosan akan membentuk kompleks polielektrolit dengan hidrokoloid anionik menghasilkan gel. Diduga pada pH 4 memiliki afinitas lebih tinggi untuk berikatan dengan gugus fungsi pada kitosan sehingga terjadi peningkatan ion logam yang teradsorpsi. Jika pH larutan meningkat maka jumlah ion  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi akan menurun, hal ini dikarenakan menurunnya kelarutan logam dalam larutan.<sup>12</sup>

### 3.4.2 Variasi Waktu Kontak

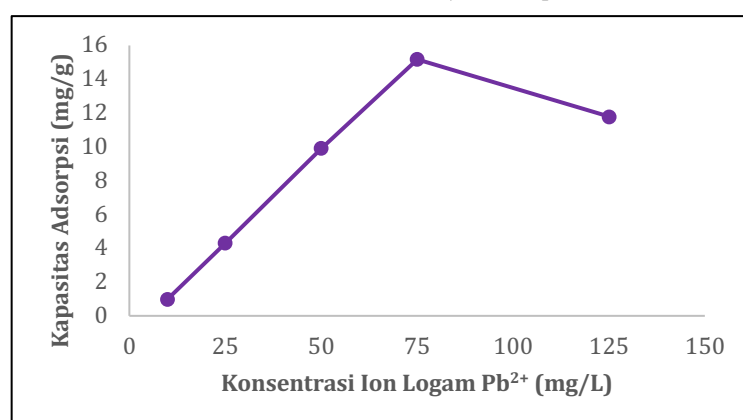
Berdasarkan hasil pada gambar diatas menunjukkan bahwa waktu kontak optimum yang diperoleh dari adsorben arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan dalam mengadsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 25 mL yaitu sebesar 60 menit dengan persen penyerapan sebesar 99,26% dan kapasitas adsorpsi sebesar 14,89 mg/g. Terjadi kenaikan persen penyerapan dari waktu kontak 10 menit hingga 60 menit dan terjadi penurunan pada waktu kontak 90 menit sehingga diperoleh waktu kontak optimum pada waktu kontak 60 menit. Waktu kontak memiliki peran dalam adsorpsi dimana semakin lama waktu kontak yang diperlukan maka akan semakin banyak zat yang teradsorpsi, tetapi jumlah zat terlarut yang diadsorpsi akan mencapai batas pada waktu tertentu dimana adsorben tidak mampu lagi mengadsorpsi karena terjadi kejenuhan pada permukaan adsorben.<sup>13</sup>



**Gambar 6.** Grafik variasi waktu kontak terhadap persen penyerapan ion logam  $Pb^{2+}$ .

### 3.4.3 Variasi Konsentrasi Ion Logam $Pb^{2+}$

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi konsentrasi untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dari logam  $Pb^{2+}$  terhadap adsorben arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan. Berikut grafik pengaruh konsentrasi terhadap persen penyerapan pada arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan ditunjukkan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Grafik variasi konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi.

Berdasarkan hasil pada gambar diatas menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  oleh arang aktif termodifikasi kitosan mengalami peningkatan secara perlahan pada 10-



50 mg/L dengan jumlah  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi sebesar 0,9981-9,9075 mg/g. Kapasitas adsorpsi terus meningkat hal ini dikarenakan permukaan arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan belum jenuh dan masih dapat menyerap molekul-molekul  $Pb^{2+}$ . Jika telah mencapai kejenuhan maka arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan akan melepas molekul-molekul  $Pb^{2+}$  yang telah diserap sehingga kapasitas adsorpsi akan menurun. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  sebesar 15,1732 mg/g pada konsentrasi 75 mg/L.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil variasi zat pengaktivator terbaik saat proses aktivasi arang mahkota nanas berdasarkan persen penyerapan dan kapasitas adsorpsi yaitu aktivator HCl dengan persen penyerapan sebesar 93,64% dan kapasitas adsorpsi sebesar 1,1705 mg/g. Pada hasil karakterisasi arang mahkota nanas, kitosan dan arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan dengan FT-IR terindikasi adanya gugus O-H, gugus C-H (*stretching*), gugus C-H (*bending*), gugus C=C aromatik, serta gugus C-O-C (eter). Pada hasil karakterisasi SEM arang mahkota nanas menunjukkan morfologi permukaan halus dan beraturan dan pada arang aktif termodifikasi kitosan menunjukkan morfologi permukaan sedikit kasar memiliki model struktur yang mirip dengan arang aktif dan kitosan dan masih terikat rapat satu sama lain yang menyebabkan tidak membentuk pori. Hasil kondisi optimum adsorpsi arang aktif mahkota nanas termodifikasi kitosan terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  pada pH 4, waktu kontak selama 60 menit dan konsentrasi 75 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 15,1732 mg/g.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Safitri, V. R.; Kartiasih, F. Daya Saing dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor Nanas Indonesia. *Jurnal Hortikultura* **2019**, 10(1), 63-73.
2. Saptarini, N. M.; Kusuma, S. A.; Rahayu, D. Pemanfaatan Limbah Mahkota Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Sebagai Sumber Bromelain. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat* **2019**, 8(1), 57-59.
3. Munira, M.; Arman, M.; Syarif, T.; Gusnawati.; Darnengsih, D. Karakterisasi dan Modifikasi Karbon Aktif dari Mahkota Nanas Sebagai Bioadsorben. *Jurnal of Chemical Process Engineering* **2022**, 7(2), 123-129.
4. Rachmawati, N.; Anliza, S.; Hilya, H.; Lestari, S. I.; Novita. Penentuan Kadar Logam Timbal Pada Rambut Supir Bus Rute Tangerang-Padang-Surabaya-Yogyakarta di Terminal Poros Tangerang. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang* **2020**, 15(2), 73-79. DOI: <http://doi.org/10.36086/jpp.v15i2.531>
5. Stamara, G.; Rinawati, D.; Barlian, B. Identifikasi Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Petugas Operator SPBU 34-42115 Kota Serang. *Media Informasi Kesehatan* **2020**, 7(1), 1-8. DOI: <http://doi.org/10.36743/medikes.v7i1.195>
6. Nitsae, M.; Solle, H. R.; Martinus, S. M.; Emola, I. J. Studi Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Arang Aktif Tempurung Lontar (*Borassus flabellifer* L.) Asal Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Kimia Riset* **2021**, 6(1), 46-57.
7. Mubarakah, A.; Kurniawan.; Kusumaningtyas, N. M. Penetapan Kadar Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol 96%, Metanol 96%, Etil Asetat 96%, Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K. Schum) dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Ilmiah Global Farmasi* **2023**, 1(1), 1-8. DOI: <http://doi.org/10.21111/jigf.v1i1.1>
8. Nurafriyanti.; Prihatini, N. S.; Syauqiah, I. Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben Dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total Pada Limbah Artifisial Menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan* **2017**, 3(1), 56-65.
9. Wardani, G. A.; Octavia. A. N.; Fathurohman. M., Hidayat, T.; Nofiyanti, E. Arang Aktif Ampas Tebu Termodifikasi Kitosan Sebagai Adsorben Terasiklin: Pemanfaatan Metode Kolom. *Jurnal Riset Kimia* **2022**, 8(3), 280-291.

10. Purwaningsih, D. Y.; Anisa, D.; Putri, A. D. O. Kitosan Sebagai Koagulan Untuk Removal Warna Pada Limbah Cair Industri Pangan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII* **2020**, 541-546.
11. Pramesti, S. T.; Khabibi.; Prasetya, N. B. A. Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Adsorben Ion Logam Besi(III) dan Kromium(III). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* **2022**, 15(2), 70-75. DOI: <http://doi.org/10.14710/jksa.15.2.70-75>
12. Lianasari, I.Y.; Koesnarpadi, S.; Pratiwi, D. R.; Munandar, A. Penentuan Variasi Komposisi dan pH Optimum Adsorben Kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Berdasarkan Persen Penyerapan Ion Pb<sup>2+</sup>. *Jurnal Atomik* **2023**, 8(1), 4-8.
13. Hamu, G. V.; Gauru, I.; Kadang, L. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kemiri (Aleurites moluccana L. Wild) Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol. *Chem Notes* **2019**, 1(2), 12-23.