

# PENGUNAAN SERBUK TULANG AYAM SEBAGAI ADSORBEN DENGAN AKTIVATOR HCl DAN NaOH UNTUK MENGURANGI ION LOGAM KROMIUM

Rizaldi Meydika Ferriansyah, Sigit Hadianoro

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[dikarizaldi12@gmail.com](mailto:dikarizaldi12@gmail.com), [sghpolinema@yahoo.co.id](mailto:sghpolinema@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Tulang ayam pada dasarnya bisa dimanfaatkan menjadi adsorben karena memiliki kandungan hidroksiapatit. Hidroksiapatit ini dapat dijadikan sebagai adsorben untuk pengolahan air limbah, karena banyak dan mudah diperbarui. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis aktivator HCl dan NaOH terhadap kemampuan adsorpsi ion logam kromium dari larutan  $K_2Cr_2O_7$ , mengetahui pengaruh lama waktu aktivasi atau perendaman terhadap kemampuan adsorpsi ion logam kromium dari larutan  $K_2Cr_2O_7$ , serta mengetahui perbedaan massa adsorben terhadap kemampuan adsorpsi ion logam kromium dari larutan  $K_2Cr_2O_7$ . Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Variabel bebas yang digunakan adalah larutan aktivator HCl 1M dan NaOH 1M, lama waktu aktivasi atau perendaman 12 dan 24 jam massa adsorben 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram. variabel kontrol yaitu waktu proses adsorpsi 1 jam, volume larutan  $K_2Cr_2O_7$  100 ml, dan konsentrasi logam kromium 100 ppm. Hasil penelitian yang didapat yaitu larutan aktivasi yang optimum menggunakan HCl dengan lama waktu aktivasi 24 jam dan massa adsorben 2 gram menunjukkan efektivitas adsorpsi 87% dan terjadi penurunan konsentrasi kromium dari 99,620 ppm menjadi 13,219 ppm.

**Kata kunci:** Adsorben, Hidroksiapatit, Tulang ayam

## ABSTRACT

Basically, chicken bones can be used as an adsorbent because they contain hydroxyapatite. This hydroxyapatite can be used as an adsorbent for wastewater treatment, because it is abundant and easy to change. The purpose of this research is to determine the type of HCl and NaOH activator on the adsorption ability of chromium metal ions from  $K_2Cr_2O_7$  solution, to determine the effect of activation or immersion time on the adsorption ability of chromium metal ions from  $K_2Cr_2O_7$  solution, and to determine the difference in mass of the adsorbent on the adsorption ability of chromium metal ions from  $K_2Cr_2O_7$  solution. This research method uses quantitative methods. The independent variables used were the activator solution of 1M HCl and 1M NaOH, the duration of activation or immersion was 12 and 24 hours, the adsorbent mass was 0.5; 1; 1.5; and 2 grams. The control variables were the adsorption process time of 1 hour, the volume of  $K_2Cr_2O_7$  solution 100 ml, and the concentration of chromium metal 100 ppm. The results obtained are the optimal activation solution using HCl with an activation time of 24 hours and an adsorbent mass of 2 grams showing an adsorption effectiveness of 87% and a decrease in chromium concentration from 99.620 ppm to 13,219 ppm.

**Keywords:** Adsorbent, Chicken bone, Hydroxyapatite

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi masyarakat berupa daging ayam seiring terdapat banyaknya restoran atau rumah makan. Jumlah konsumsi daging ayam berpotensi mendapatkan tulang

ayam [1]. Tulang ayam dalam kehidupan sehari-hari dianggap sebagai sampah dan pemanfaatannya masih kurang. Pemanfaatan tulang ayam dapat dijadikan peluang dalam dunia industri untuk pengurangan limbah. Tulang ayam memiliki kandungan garam-garam yang terdiri dari kalsium karbonat dan kalsium fosfat, kandungan tersebut merupakan pembentuk hidroksiapatit [2]. Hidroksiapatit dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki pori dan tahan aus, serta dapat menukar ion yang mampu mengurangi kadar logam berat [3].

Logam berat merupakan salah satu jenis polutan yang paling banyak ditemui pada lingkungan perairan [4]. Logam berat pada industri ini berupa Cr, Cd, Fe, Mn, Zn, Ni dan Cu berperan sebagai biokimia dalam proses kehidupan hewan dan tumbuhan yang pada jumlah kecil. Apabila pada konsentrasi tinggi sangat berbahaya [5,6]. Pengurangan logam berat pada industri dapat dilakukan dengan pertukaran ion, proses biologis, proses filtrasi dan membrane, sedimentasi dan adsorpsi [7]. Berdasarkan jenis metode diatas metode adsorpsi sangat efektif dan efisien [8].

Penggunaan karbon aktif pada proses adsorpsi dapat meningkatkan biaya proses. Oleh sebab itu, penggunaan adsorben dilakukan karena biaya yang rendah. Adsorben merupakan zat padat yang mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi suatu komponen pada fluida maupun gas [8]. Penggunaan tulang ayam sebagai adsorben dipilih karena tulang ayam adalah komponen yang keras dan tidak mudah diuraikan oleh dekomposer.

Penelitian terdahulu tentang pembuatan adsorben berbahan tulang hewan tanpa dikarbonisasi yaitu penelitian tulang sapi sebagai adsorben logam berat Cu dengan aktivasi HNO<sub>3</sub> dan tanpa aktivasi. Hasil yang didapatkan menunjukkan adsorben tulang sapi (tanpa proses aktivasi) lebih baik mengikat ion Cu (II) pada 50 ml larutan CuSO<sub>4</sub> yang mencapai 99,3% dengan kondisi optimal yang dapat berlangsung pada massa adsorben 50 mg, pH larutan 7, waktu pengadukkan selama 120 menit pada kecepatan 150 rpm [9].

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini menggunakan tulang ayam untuk mengurangi kandungan logam kromium dengan menggunakan larutan aktivasi HCl dan NaOH. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis larutan aktivasi yaitu HCl dan NaOH terhadap adsorpsi logam kromium dengan variasi lama waktu aktivasi 12 dan 24 jam. Dan memvariasikan massa adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi adalah 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram. Fokus penelitian ini yaitu pada ion logam kromium dengan memakai larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1. Model Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Teknik pengumpulan data didapatkan dengan pengamatan langsung pada objek yang diteliti atau eksperimen data yang relevan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan limbah dengan cara sintetik yaitu larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

### **2.2. Metode Analisis Data**

Analisis yang digunakan untuk mengukur kadar logam kromium menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Analisis data yang dilakukan menggunakan ANOVA satu arah dan dua arah menggunakan Microsoft Excel, hal ini bertujuan mengacu pada tujuan penelitian yang ingin mengetahui pengaruh dari berbagai variabel yaitu pengaruh jenis

larutan aktivasi HCl dan NaOH, pengaruh lama waktu aktivasi, dan pengaruh perbedaan massa adsorben. Juga dilakukan dengan mendeskripsikan melalui grafik.

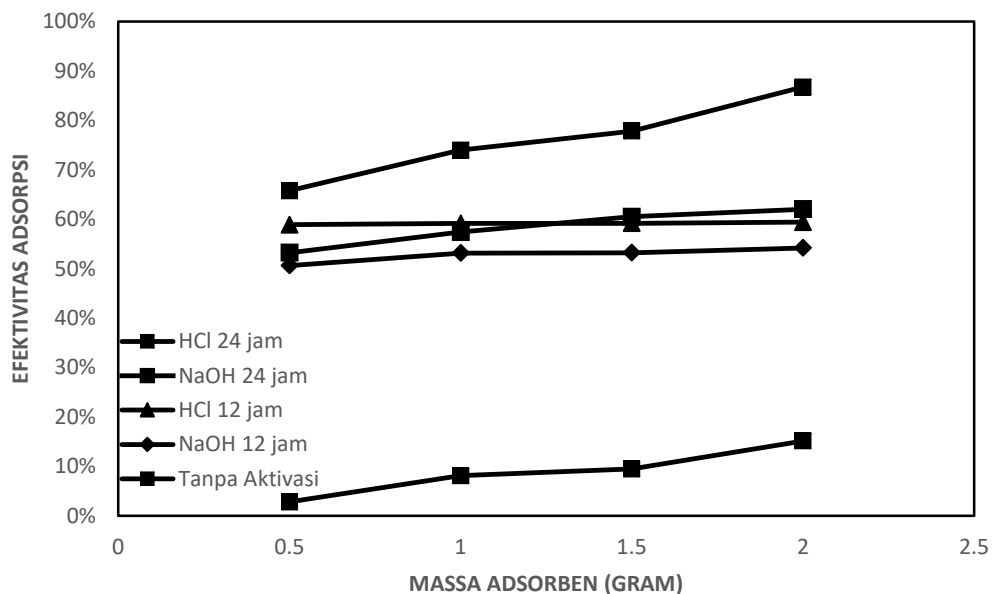
### 2.3. Variabel Percobaan

Variabel bebas yang digunakan yaitu jenis larutan HCl dan NaOH, lama waktu aktivasi 12 dan 24 jam dan juga massa adsorben 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram. Variabel terikat pada penelitian adalah kemampuan adsorpsi adsorben pada ion logam kromium dari larutan  $K_2Cr_2O_7$ . Variable kontrol yang digunakan yaitu waktu proses adsorpsi 1 jam, volume larutan  $K_2Cr_2O_7$  100 ml sebesar 100 ppm, dan konsentrasi larutan HCl dan NaOH 1M.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengaruh Jenis Larutan Aktivasi HCl dan NaOH

Pada penelitian ini jenis larutan yang digunakan adalah HCl dan NaOH 1M untuk aktivasi serbuk tulang ayam. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) menunjukkan bahwa tulang ayam dapat dijadikan sebagai adsorben, yang ditunjukkan oleh Gambar 1 :



**Gambar 1.** Pengaruh massa adsorben dan waktu aktivasi terhadap efektivitas adsorpsi dengan aktivasi (HCl & NaOH) dan tanpa aktivasi

Berdasarkan hasil Gambar 1 diatas dapat dilihat perbedaan efektivitas adsorpsi yang dihasilkan oleh serbuk tulang ayam yang diaktivasi (HCl 1M dan NaOH 1M) dan tanpa diaktivasi. Penurunan konsentrasi pada serbuk tulang ayam yang diaktivasi dengan larutan NaOH dihasilkan nilai yang paling baik dari 99,620 ppm menjadi 37,843 ppm dengan efektivitas adsorpsi sebesar 59%. Pada serbuk tulang ayam yang diaktivasi dengan larutan HCl penurunan konsentrasi yang dihasilkan paling baik yaitu 13,219 ppm dan nilai efektivitas adsorpsi sebesar 87%. Sedangkan serbuk tulang ayam yang tanpa aktivasi penurunan

konsentrasi yang dihasilkan paling baik dengan yaitu 84,574 ppm dan nilai efektivitas adsorpsi sebesar 15%.

Pada aktivasi adsorben menggunakan larutan HCl berfungsi untuk menghilangkan senyawa-senyawa pengotor atau kation yang memungkinkan pada adsorben. Larutan HCl juga bisa menghilangkan oksida-oksida logam pada tulang ayam yang menutupi pori. Selain itu HCl yang sebagai asam kuat mampu memperbanyak pori-pori pada tulang ayam secara maksimal [10]. Pada adsorben yang diaktivasi dengan larutan HCl sangat mudah mengadsorpsi kromium karena akibat adanya gaya elektrostatis tarik-menarik antara bagian positif dari permukaan adsorben dengan bagian negatif dari kation logam kromium [11]. Dapat dilihat dari hasil Gambar 1 bahwa serbuk tulang ayam yang diaktivasi dengan larutan HCl mendapatkan nilai yang bagus untuk penurunan konsentrasi kromium. Sedangkan serbuk tulang ayam yang tanpa aktivasi hasil penurunan tidak terlalu signifikan karena masih ada pengotor yang menutupi pori-pori dan tidak homogenya serbuk tulang ayam. Hal ini juga didukung dengan hasil uji ANOVA yang didapatkan nilai  $F$  124,612 dan nilai  $F_{critical}$  4,25649 sehingga dapat ditarik hipotesis bahwa  $F > F_{critical}$  menandakan adanya perbedaan pengaruh jenis aktivasi terhadap penurunan konsentrasi kromium

### 3.2. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Massa Adsorben

Sesuai dengan variabel waktu aktivasi atau perendaman yang digunakan yaitu 12 dan 24 jam. Pada penelitian ini juga dilakukan dengan variasi massa adsorben dengan variasi massa yaitu 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram pada larutan kromium 100 ml dengan konsentrasi 99,620 ppm. Hasil pengaruh waktu aktivasi dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 1.

Dilihat pada Gambar 1 pengaruh waktu aktivasi terhadap efisiensi adsorpsi dengan menggunakan larutan HCl dan NaOH didapatkan hasil bahwa lama waktu aktivasi dan menggunakan massa yang sama, hasil yang didapat juga semakin tinggi terhadap efektivitas adsorpsi. Hal ini bisa dilihat dengan menggunakan massa yang terkecil yaitu 0,5 gram pada waktu aktivasi 12 jam efektivitas adsorpsi mengalami kenaikan dari 51% menjadi 53% saat diaktivasi 24 jam. Dan juga dengan menggunakan massa adsorben sebesar 2 gram efektivitas adsorpsi mengalami kenaikan dari 54% menjadi 62% pada saat aktivasi 24 jam dengan menggunakan larutan NaOH. Sedangkan saat menggunakan larutan HCl untuk aktivasi adsorben didapatkan hasil dengan waktu aktivitas 12 jam menggunakan massa 0,5 gram efektivitas adsorpsi yang didapat sebesar 59% menjadi 66% pada saat waktu aktivasi 24 jam. Dengan menggunakan massa 2 gram efektivitas adsorpsi yang didapat pada waktu 12 jam yaitu 59% menjadi 87% saat waktu aktivasi 24 jam. Waktu aktivasi yang paling optimum yaitu 24 jam.

Dari data tersebut diketahui bahwa semakin lama waktu aktivasi maka pori-pori permukaan adsorben semakin banyak sehingga daya serap juga semakin besar. Dan juga semakin lama perendaman adsorben pada larutan activator menyebabkan kadar air relative akan turun sehingga adsorben semakin bagus. Hal ini ditunjukkan lama waktu aktivasi pada waktu 24 jam untuk penurunan konsentrasi kromium lebih besar dibandingkan dengan lama waktu aktivasi pada waktu 12 jam. Akan tetapi daya serap akan mencapai maksimal dan akan menjadi konstan dengan bertambahnya waktu adsorpsi dikarenakan pembentuk pori-pori sudah maksimal. [12]. Hal ini sesuai dengan menggunakan hipotesis uji ANOVA yang

mendapatkan nilai F sebesar 19,3016 dengan menggunakan larutan NaOH, untuk larutan HCl nilai F yang didapatkan sebesar 15,8801. Sedangkan nilai F *critical* sebesar 10,128, maka hasil yang didapatkan hipotesis bahwa terdapat pengaruh waktu aktivasi terhadap efektivitas adsorpsi dikarenakan nilai  $F > F_{critical}$ .

Pada pengaruh perbedaan massa serbuk tulang ayam yang diaktivasi menggunakan HCl dan NaOH dilihat berdasarkan grafik pada Gambar 1 mengalami kenaikan efektivitas adsorpsi untuk menyerap logam kromium. Pada waktu optimum yaitu 24 jam dengan aktivasi NaOH menggunakan massa adsorben 0,5 gram sampai 2 gram kenaikan efektivitas adsorpsi didapatkan dari 53% sampai 62%. Sedangkan untuk aktivasi HCl pada waktu 24 jam dengan menggunakan massa adsorben 0,5 gram sampai 2 gram didapatkan hasil efektivitas adsorpsi dari 66% sampai 87%. Dari hasil penelitian bisa dikatakan hasil sesuai dengan teori yang dimana semakin banyak massa adsorben maka semakin besar konsentrasi kromium yang diserap. Bertambahnya berat massa serbuk tulang ayam sebanding dengan bertambahnya jumlah dan luas permukaan serbuk tulang ayam yang menyebabkan tempat untuk mengikat ion kromium jumlahnya bertambah dan penyerapan efisiensi semakin meningkat [13]. Dilihat pada Gambar 1 saat waktu aktivasi 12 jam menggunakan larutan HCl dan NaOH nilai efektivitas adsorpsi tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal ini bisa diakibatkan tidak homogenya ketika proses adsorpsi sehingga terdapat permukaan yang tidak menyerap atau tidak menyentuh larutan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian penggunaan serbuk tulang ayam sebagai adsorben dalam menyerap ion logam kromium, dapat ditarik kesimpulan, yang pertama terdapat pengaruh larutan aktivasi HCl dan NaOH terhadap kemampuan adsorpsi ion logam kromium, serbuk tulang ayam yang diaktivasi dengan larutan NaOH didapatkan efektivitas adsorpsi terbesar adalah 62%, sedangkan serbuk tulang ayam yang diaktivasi dengan larutan HCl didapatkan efektivitas adsorpsi terbesar 87%. Kedua semakin lama waktu aktivasi hasil efektivitas adsorpsi yang didapatkan semakin meningkat karena bertambahnya permukaan pori-pori yang terbentuk pada serbuk tulang ayam. Ketiga semakin banyak massa adsorben juga semakin besar untuk efektivitas adsorpsi yang didapat. Dikarenakan banyaknya massa adsorben dari serbuk tulang ayam yang menyentuh larutan sehingga dapat menyerap ion logam kromium lebih banyak. Kondisi optimum yang didapatkan pada penelitian ini yaitu dengan massa adsorben 2 gram dan diaktivasi dengan larutan HCl selama 24 jam memiliki efektivitas adsorpsi 87%.

##### 4.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penggunaan serbuk tulang ayam sebagai adsorben dapat digunakan dalam menyerap ion logam kromium. Beberapa hal yang disarankan untuk penelitian yang akan datang yaitu diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan sistem kontinyu untuk dibandingkan dengan metode *batch*. Penelitian selanjutnya agar melakukan variasi terhadap pH larutan dan memvariasikan waktu pengadukkan dalam pemanfaatan serbuk tulang ayam untuk menyerap ion logam kromium.

## REFERENSI

- [1] Maftuhin, T.A. Hanifah, S.A., 2019, *Potensi Pemanfaatan Tulang Ayam Sebagai Adsorben Kation Timbal dalam Larutan*, Vol. 4, 627.
- [2] Amalia, V., Layyinah, F., Zahara, F., Hadisantoso, E.P., 2019, *Potensi Pemanfaatan Arang Tulang Ayam sebagai Adsorben Logam Berat Cu dan Cd*. al-Kimiya, Vol. 4, 31–37.
- [3] Negara, I.M.S., Simpen, I.N., 2018, *Karakteristik Hidroksiapatit Hasil Ekstraksi Termal*, Vol. 6, 123–130.
- [4] Mohiuddin, K.M., Ogawa, Y., Zakir, H.M., Otomo, K., Shikazono, N., 2011, *Heavy metals contamination in water and sediments of polluted urban rivers in developing countries*. Int. J. Environ. Sci. Technol. Vol. 8, 723–736.
- [5] Akoto, O., Bruce, T.N., Darko, G., 2008, *Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir*. African J. Environ. Sci. Technol. Vol. 2, 354–359
- [6] Hadianoro, S., Prahesta, N., 2019, *Analisis daya serap lumpur lapindo terhadap logam krom dengan menggunakan aas*. Vol 5, 228–232.
- [7] AL-Othman, Z.A., Ali, R., Naushad, M., 2012, *Hexavalent chromium removal from aqueous medium by activated carbon prepared from peanut shell: Adsorption kinetics, equilibrium and thermodynamic studies*. Chem. Eng. J. Vol. 184, 238–247.
- [8] Utama, S., Kristianto, H., Andreas, A., 2016, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (Vi)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak*, 1–6.
- [9] Pratiwi, A.B., 2016, *Efektivitas Pemanfaatan Limbah Tulang Sapi Sebagai Adsorben Logam Cu ( II ) Dalam Air*. 1–11
- [10] Zulaiha, S., Ritonga, P.S., Maulana, A.N., 2019, *Pemanfaatan Karbon Aktif Tulang Ayam Sebagai Adsorben dan Implementasinya pada Pembelajaran Kimia*, Vol. 4, 9–18
- [11] Emelda, L., Putri, S.M., Ginting, S., 2013, *Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi untuk Adsorpsi Logam Krom (Cr<sup>3+</sup>)*. J. Rekayasa Kim. Lingkung. Vol. 9, 166.
- [12] Hartanto, S., Ratnawati, 2010, *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia*. J. Sains Mater. Indonesia. Vol. 12, 12–16
- [13] Wardalia, W., 2017, *Pengaruh Massa Adsorben Limbah Sekam Padi Terhadap Penyerapan Konsentrasi Timbal*. Tek. J. Sains dan Teknol. Vol. 13, 71.