

## BIOADSORBEN DARI SERBUK LIMBAH PELEPAH PISANG KEPOK KUNING UNTUK PENYISIHAN LOGAM KROM (Cr VI)

Geraldus Chandra Wakita Nugraha, Lucia Hermawati Rahayu\*,  
Sari Purnavita

Program Studi Teknik Kimia Politeknik Katolik Mangunwijaya,  
Jl. Sriwijaya (Kusumanegara) no 104 Semarang

\*Corresponding Author: [lucia.hermawati97@gmail.com](mailto:lucia.hermawati97@gmail.com)

---

### Abstract

River water is often polluted by inorganic components, including various harmful heavy metals. One of the heavy metals that often pollutes the environment is chromium Cr (VI), which can cause cancer because it is carcinogenic. This study aims to determine the adsorption ability of kepok banana leaf waste as an adsorbent for Cr (VI) metal. Banana midrib was chosen because it contains cellulose which can be used as a bioadsorbent through pretreatment using HCl (delignification). The adsorption process was carried out by contacting the delignified kepok banana leaf powder with 50 ppm Cr (VI) solution at variable pH (5, 6, 7, 8, 9) and adsorption time (30, 60, 90 minutes). The adsorbed filtrate was measured for Cr (VI) content to determine the adsorption capacity of the bioadsorbent. The results showed that the delignified kepok banana midrib was able to reduce Cr (VI) ions, where the best absorption was at pH 7 and an adsorption time of 90 minutes with an adsorption capacity of 22.405 mg Cr/g adsorbent.

**Keywords** : Adsorption; chrome; banana sheath; cellulose

---

### Abstrak

Air sungai sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, di antaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Logam berat yang sering mencemari lingkungan salah satunya kromium Cr (VI), yang dapat menyebabkan kanker karena bersifat karsinogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dari limbah pelepah pisang kepok sebagai adsorben logam Cr (VI). Pelepah pisang dipilih karena mengandung selulose yang dapat digunakan sebagai bioadsorben melalui perlakuan awal menggunakan HCl (delignifikasi). Proses adsorpsi dilakukan dengan mengkontakan serbuk pelepah pisang kepok delignifikasi dengan larutan Cr (VI) 50 ppm pada variabel pH (5, 6, 7, 8, 9) dan waktu adsorpsi (30, 60, 90 menit). Filtrat hasil adsorpsi diukur kadar Cr (VI) untuk menentukan kapasitas adsorpsi dari bioadsorben. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelepah pisang kepok delignifikasi mampu mereduksi ion Cr (VI), dimana penyerapan terbaik pada pH 7 dan waktu adsorpsi 90 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 22,405 mg Cr/g adsorben.

**Kata kunci** : Adsorpsi; krom; Pelepah Pisang; Selulose

---

## 1. Pendahuluan

Air sungai sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, di antaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Logam berat yang sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), Tembaga (Cu), cadmium (Cd), arsenik (As), chromium (Cr), nikel (Ni) dan besi (Fe). Logam berat bisa menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, seperti penyakit minamata, bibir sumbing, kerusakan susunan saraf, cacat pada bayi, karsinogenitas dan terganggunya fungsi imun sehingga dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup apabila terakumulasi di dalam tubuh dalam waktu yang lama. Kromium, Cr(VI) merupakan unsur logam berat beracun bagi manusia [1]. Efek toksik tersebut seperti, munculnya karsinogenesis, gangguan sistem imun, gangguan susunan syaraf, gangguan dan kerusakan ginjal, efek terhadap pernafasan. Ion kromium heksavalen biasa ditemukan dalam limbah industri elektroplating, penyamakan kulit, semen, penambangan, tekstil, pupuk dan fotografi [2]. Kromium heksavalen Cr (VI) menjadi karsinogen golongan 1 yang diklasifikasikan dengan mekanisme kompleks multipel yang menjadi pemicu perkembangan kanker [3].

Salah satu metode untuk mengatasi pencemaran logam berat dalam perairan adalah metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses yang paling banyak digunakan pada pengolahan limbah logam berat karena biaya relatif rendah dan prosesnya sederhana. [Agnes]

Pelepah pisang berpotensi digunakan sebagai bioadsorben karena tersedia melimpah dan mengandung selulosa yang cukup tinggi. Pelepah pisang memiliki komposisi kimia antara lain terdiri dari : lignin 5-10%, selulosa 60-65%, hemiselulosa 6-8% dan air 10-15% [4]. Pemanfaatan pelepah pisang sebagai adsorben telah dicoba penggunaannya dan menunjukkan kemampuan yang baik meskipun dengan metode perlakuan awal yang berbeda yaitu dengan diarangkan [5]. Bahan tersebut dapat digunakan sebagai adsorben tanpa diabukan/diarangkan [6]. Serbuk limbah pertanian yang mengandung selulose dengan penghilangan lignin (*delignifikasi*) memberikan kemampuan adsorpsi paling baik [6]. Struktur bahan mengandung selulose secara alami akan memberikan struktur berpori [4] dan memiliki banyak gugus OH yang bersifat elektronegatif sehingga mampu melakukan interaksi dengan senyawa atau kation dalam media cair [7].

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk meneliti seberapa besar kapasitas adsorpsi ion logam Cr (VI) oleh bioadsorben pelepah pisang kepek *delignifikasi* yang dipengaruhi oleh pH dan waktu adsorpsi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi pencemaran logam Cr (VI) dengan mengoptimalkan biomassa yang dapat terbarukan yakni limbah pelepah pisang kepek.

## 2. Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah pisang kepek kuning,  $K_2Cr_2O_7$ , larutan KOH, larutan HCl, larutan  $CH_3COOH$ , larutan  $NH_4OH$  dan aquadest.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *glassware* (*beaker glass*, gelas ukur), ayakan 80-100 mesh, size reductor, neraca analitik, timbangan, pengaduk berlidih, oven, spektrofotometer *UV-Visible*.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu pH larutan krom (pH 5, 6, 7, 8, dan 9) dan waktu adsorpsi (30 menit, 60 menit, dan 90 menit) dengan dua kali ulangan.

### Pembuatan Adsorben

Pelepah pisang dicuci, dipotong kecil-kecil kemudian dipanaskan di bawah sinar matahari hingga kering. Adsorben yang sudah kering tersebut kemudian dihancurkan dengan *hammer mil*. Adsorben diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 80-100 mesh.

Proses penghilangan lignin pada serbuk pelepah pisang ditimbang 250 gram. Ke dalam adsorben ditambahkan larutan KOH 0,25 N dan didiamkan dan sesekali diaduk manual selama 1 jam. Selanjutnya ditambahkan larutan HCl 0,25 N untuk menetralkannya. Larutan disaring kemudian adsorben dicuci dengan aquadest 3 kali, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam.

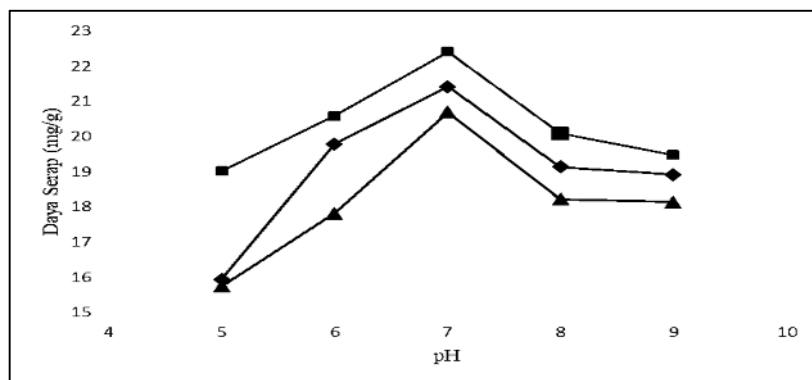
### Adsorpsi Logam Krom (VI)

Ke dalam labu erlenmayer berisi 100 ml larutan Cr(VI) 50 ppm dimasukan 5 gram adsorben serbuk pelepah pisang lalu diatur pH-nya sesuai variabel bebas yang telah ditetapkan kemudian diaduk masing-masing selama 30 menit, 60 menit, dan 90 menit pada 75°C. Selanjutnya larutan Cr(VI) disaring dan dilakukan analisis dengan spektrofotometer untuk mengetahui sisa ppm pada larutan Cr(VI). Prosedur ini diulang dengan variasi pH lainnya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh pH Adsorpsi

Hasil pengukuran daya serap krom (VI) oleh adsorben serbuk pelepah pisang kepok kuning delignifikasi pada berbagai pengaruh pH larutan dan waktu adsorpsi ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hubungan antara pH larutan terhadap daya serap krom (VI) oleh adsorben dari pelepah pisang kepok kuning deligninasi pada berbagai waktu adsorpsi. Note: ■= 90 , ◆= 60, ▲= 30 menit

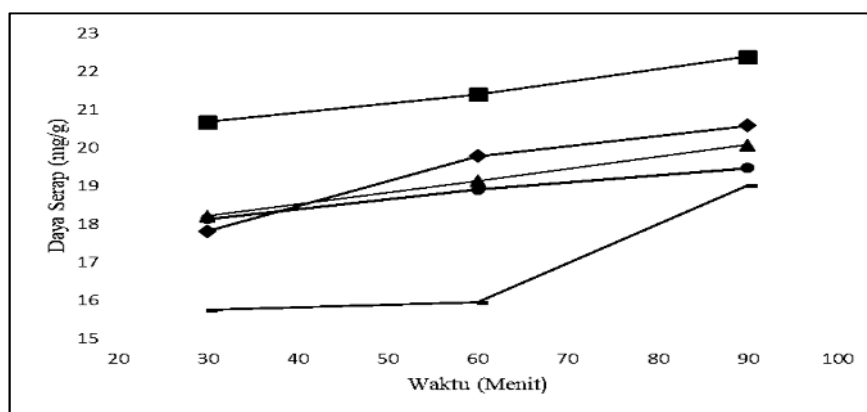
Berdasarkan grafik pada Gambar 1 terlihat bahwa daya serap krom (VI) meningkat dari pH 5 hingga pH 7 dan menurun pada peningkatan pH basa. Hal ini karena pada pH asam ion-ion  $H^+$  dalam larutan akan berkompetisi dengan ion  $Cr^{6+}$  untuk berinteraksi dengan selulose yang bersifat elektronegatif. Pada pH 5-7, semakin tinggi pH jumlah ion  $H^+$  akan berkurang hingga pH netral sehingga semakin banyak ion  $Cr^{6+}$  yang

terserap oleh adsorben pelepah pisang kepok kuning. Sebaliknya pada pH basa, semakin tinggi pH maka semakin banyak ion  $\text{OH}^-$  yang terdapat di dalam larutan sehingga gaya tolak elektrostatis dengan selulose yang bersifat elektronegatif akan semakin kuat. Akibatnya ion  $\text{Cr}^{6+}$  yang diserap oleh adsorben pelepah pisang kepok kuning mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya pH. Penyerapan ion  $\text{Cr}^{6+}$  oleh adsorben pelepah pisang kepok kuning tertinggi diperoleh pada pH 7 dengan daya serap sebesar 22,405 mg Cr/g Adsorben.

Hasil serupa juga didapatkan oleh Amalia (2015)[8] yang meneliti adsorpsi krom dengan menggunakan karbon aktif biji trembesi, dimana adsorpsi terbaik didapatkan pada pH 7.

### Pengaruh Waktu Adsorpsi

Hasil pengukuran daya serap krom (VI) oleh adsorben serbuk pelepah pisang kepok kuning delignifikasi pada berbagai pengaruh waktu adsorpsi dan pH larutan ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Hubungan antara waktu adsorpsi terhadap daya serap krom (VI) oleh adsorben dari pelepah pisang kepok kuning pada berbagai pH. Note: ■= 7, ◆= 6, ▲= 8, ●= 9, ⊕= 5

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi maka daya serap  $\text{Cr}^{6+}$  oleh adsorben dari pelepah pisang kepok kuning delignifikasi semakin meningkat pada semua pH larutan. Hal ini karena semakin lama waktu adsorpsi maka kontak antara ion-ion  $\text{Cr}^{6+}$  dengan serbuk adsorben pelepah pisang kepok kuning semakin meningkat sehingga semakin banyak ion  $\text{Cr}^{6+}$  yang terserap. Grafik daya serap krom untuk semua pH pada waktu adsorpsi 30 sampai 90 menit masih menunjukkan peningkatan dan belum menunjukkan kondisi setimbang (ditandai dengan grafik mendatar) yang berarti adsorben belum jenuh menyerap adsorbat  $\text{Cr}^{6+}$ . Waktu adsorpsi optimum pada penelitian ini yaitu pada waktu 90 menit dengan pH 7 dengan daya serap sebesar 22,405 mg Cr/g Adsorben.

Adsorben ini dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengolah limbah krom hingga ambang batas yang diperbolehkan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, batas maksimal krom total (Cr) yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 2,0 mg/l [9].

## 4. Kesimpulan

Penyerapan ion krom (VI) oleh bioadsorben serbuk pelepah pisang kepok kuning delignifikasi dipengaruhi oleh pH dan waktu adsorpsi. Semakin tinggi pH (hingga pH 7) dan semakin lama waktu adsorpsi didapatkan daya serap semakin besar. Kondisi terbaik adsorpsi ion logam krom (VI) oleh adsorben serbuk pelepah pisang kepok kuning diperoleh pada pH 7 dan waktu 90 menit dengan kapasitas adsorpsi 22,405 mg Cr/g Adsorben.

## Referensi

- [1] Alsuhendra. 2013. Bahan Toksik Dalam Makanan. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [2] Khare, N., dkk. 2018. Graphene Coated Iron Oxide (GCIO) Nanoparticles as Efficient Adsorbent for Removal of Chromium Ions: Preparation, Characterization and Batch Adsorption Studies. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*.
- [3] Des Marias, T & Costa, M. 2019. Mechanisms of Chromium-Induced Toxicity. *Curret opinion In Toxicology* 2019, 14:1-7
- [4] Hermanti, M., Mahmudah, H., Hasyim U. H., Kurniati, I. 2019. Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Sebagai Bioadsorbent Dalam Pengolahan Minyak Mentah (CPO) Untuk Menurunkan Free Fatty Acid (FFA) Dengan Variabel Massa Bioadsorbent. *Prosiding SEMNASTEK 2019, FT UMJ*. ISSN: 2407-1846, e-ISSN: 2460-8417. Hal 1-6.
- [5] Yuliono, Herawati. H., Maryono. 2014. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Ion Logam Kromium. *Jurnal Chemical* Vol 15 No. 2, Hal 24-32
- [6] Kinanthi, A. 2008. Pengaruh Perilaku Awal Sekam Padi dan Ampas Tebu Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Goreng Bekas. *AKIN St. Paulus Semarang*
- [7] Sitorus, S. dan Vianus, O. 2014. Pemanfaatan Biomassa Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) Yang Terimmobilkan Pada Abu Batu Bara Sebagai Pengadsorpsi Ion Logam Besi (Fe). *Junal Pendidikan Kimia*. Vol 6, No 3, 79-88.
- [8] Amalia, N. 2015. Adsorpsi Cr(III) dan Cr(VI) Dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Trembesi (*Samanea saman*). *FMIPA, ITS Surabaya*.
- [9] Kep-51/MENLH/10/1995, Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.