

Pengaruh Konsentrasi Ion Cr(VI) terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*)

The Influence Of Cr(VI) Ion Concentration To Adsorption Capacity Of Activated Carbon Stem Of Ear Of Corn (*Zea mays*)

¹⁾Widiastini Arifuddin

¹⁾STKIP Pembangunan Indonesia Makassar, Jl A.P. Pettarani No. 99B Makassar 90222
Email: widiastiniarifuddin88@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ion Cr(VI) terhadap daya adsorpsi karbon aktif dan pola adsorpsi yang sesuai dengan adsorpsi karbon aktif tongkol jagung terhadap ion Cr(VI). Karbon aktif dibuat melalui tiga tahap, (1) tahap dehidrasi, (2) tahap karbonasi, (3) tahap aktivasi. Proses aktivasi dilakukan secara fisik pada suhu 500°C selama 2 jam dan secara kimia dengan menggunakan KOH 8%. Karbon aktif tongkol jagung kemudian digunakan untuk mengadsorpsi ion Cr(VI) dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm yang dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 357,9 nm. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ion Cr(VI) maka semakin tinggi pula daya serap adsorpsi karbon aktif tongkol jagung. Pola adsorpsi karbon aktif terhadap ion Cr(VI) mengikuti pola adsorpsi Freundlich dengan persamaan garis lurus $y=1,326x-2,239$ dan nilai koefisien regresi (R^2)=0,810 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 173,3804 mg/g.

Kata kunci: Adsorpsi, Karbon Aktif Tongkol Jagung, Ion Cr(VI)

ABSTRACT

This research is to know the influence of Cr(VI) ion concentration to adsorption capacity of activated carbon and the adsorption form based on the adsorption of activated carbon stem of ear of corn to Cr(VI) ion. Activated Carbon made with three phases, (1) dehydration phase, (2) carbonisation phase, (3) activation phase. Physical activation carried out in temperature of 500°C for 2 hours and chemical activation by used KOH 8%. Activated carbon stem of ear of corn use to adsorbed Cr(VI) ion with 10, 20, 30, 40, and 50 ppm concentration and analyzed with SSA in 357,9 nm wavelength. Based on the analysis value show that the increasing of Cr(VI) ion concentration on make the adsorption capacity of activated carbon stem of ear of corn increase too. The pattern of activated carbon adsorption to Cr(VI) ion follow Freundlich adsorption pattern with linear equation $y = 1,326x-2,239$ and regression coefficient value (R^2) = 0,810 with adsorption capacity 173,3804 mg/g.

Keywords : Adsorption, Activated Carbon Stem of Ear of Corn, Cr(VI) Ion

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri pada khususnya, limbah merupakan suatu hal yang tidak dapat dikesampingkan keberadaannya. Limbah yang dihasilkan pada sebuah industri mengandung logam berat yang berpotensi besar memiliki sifat beracun.

Logam krom (Cr) adalah salah satu jenis polutan logam berat yang bersifat toksik. Ion krom dalam bentuk Cr(III) dan Cr(VI) merupakan ion krom yang banyak terdapat di lingkungan. Menurut Sudiarta (2009) logam krom dan senyawanya banyak digunakan dalam industri elektroplating, penyamakan kulit, industri cat, pendingin air, pulp, dan proses pemurnian bijih.

Tingkat toksisitas Cr(VI) sangat tinggi bila dibandingkan dengan Cr(III), yaitu sekitar 100 kalinya. Konsentrasi Cr(VI) di atas 0,05 ppm dapat bersifat racun terhadap semua organisme. Selain itu, dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia. Organisasi WHO menetapkan kandungan krom maksimal untuk air minum adalah 0,05 ppm (Kartohardjono, dkk, 2009).

Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang potensial dalam menanggulangi masalah pencemaran dalam lingkungan perairan. Hal ini disebabkan karena prosesnya yang sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dan biaya yang dibutuhkan relatif murah. Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi ini yaitu karbon aktif.

Karbon aktif merupakan karbon yang berbentuk amorf yang diproses sedemikian rupa yakni

dengan aktivasi sehingga mempunyai daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Proses aktivasi dapat dilakukan secara fisik (aktivasi fisik) melalui pemanasan dan cara kimia (aktivasi kimia) dengan menggunakan bahan kimia, seperti KOH (Auliawati, 2009).

Karbon aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon seperti bahan organik yang mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Salah satu biomaterial yang mengandung selulosa dan lignin yaitu tongkol jagung. Besarnya potensi tongkol jagung yang dapat dihasilkan dari proses pengolahan belum dimanfaatkan secara optimal.

Beberapa penelitian tentang penggunaan karbon aktif telah dilakukan, di antaranya oleh Rosyuliana (2006) yang menggunakan karbon aktif dari kayu petai Cina untuk adsorpsi terhadap ion Cd^{2+} , Kadek Anggarwati (2008) menggunakan karbon aktif dari ampas tebu BZ 121 untuk adsorpsi terhadap zat warna Rhodamin B.

Dari uraian di atas, dimungkinkan untuk mengolah limbah jagung yakni tongkol jagung untuk dijadikan karbon aktif yang akan digunakan sebagai adsorben terhadap logam berat seperti krom.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: spektrofotometer serapan atom (SSA), drum karbonasi, sieve-shaker (pengayak), neraca analitik, tanur listrik, oven, krus porselen, alat-alat gelas, botol semprot, pipet tetes,

pipet volum, shaker, dan karet penghisap.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tongkol jagung, K_2CrO_4 , HNO_3 0,5 N, KOH 8%, HCl 0,5 M, aquadest, aluminium foil, kertas saring biasa.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Karbon Aktif Tongkol Jagung

a) Proses Dehidrasi

Tongkol jagung yang masih basah dikeringkan di bawah sinar matahari.

b) Proses Karbonisasi

Tongkol jagung kering dimasukkan ke dalam drum karbonasi secara berlapis-lapis yang sebelumnya pada bagian bawah drum diletakkan sobekan kertas dan daun kering, lalu dibakar. Setelah tongkol jagung pada lapisan pertama terbakar, sedikit demi sedikit 1 lapisan ditaruh di atasnya. Untuk menambahkan tongkol jagung, penutup drum dibuka dan tongkol jagung dimasukkan, kemudian diisi sampai penuh. Penutup drum ditutup kembali. Apabila asap yang keluar sudah terlihat menipis putih atau bening kebiru-biruan, lubang udara di bagian bawah tungku ditutup serapat mungkin. Untuk memulai proses pendinginan, cerobong asap ditutup dengan kain basah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Setelah seluruh bagian arang mendingin maka arang dikeluarkan dari drum dan siap digunakan.

c) Proses Aktivasi

Arang tongkol jagung dipotong-potong, digerus, kemudian diayak dengan ayakan -60 + 100 mesh. Arang yang sudah diayak, diaktivasi dalam tanur pada suhu $500^\circ C$ selama 2 jam. Setelah itu

serbuk arang ditambahkan dengan KOH 8% kemudian dididihkan selama 1,5 jam, disaring dengan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan HCl 0,5 M. Setelah disaring, dipanaskan dalam oven pada suhu $105^\circ C$ selama 24 jam.

2. Penyiapan larutan Cr (VI)

a) Membuat larutan ion Cr(VI) 100 ppm, dengan memipet sebanyak 25 ml larutan standar 1000 ppm ke dalam labu takar 250 ml, ditambahkan 5 mL HNO_3 0,5 N kemudian dicukupkan dengan aquades hingga tanda batas.

b) Memipet sebanyak 25, 50, 75, 100 dan 125 ml larutan 100 ppm ke dalam labu takar 250 ml, dicukupkan dengan aquades untuk membuat larutan dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm

3. Penentuan Daya Adsorpsi Karbon Aktif Tongkol Jagung terhadap Ion Cr(VI).

a) Menambahkan masing-masing 1,0 gram karbon aktif tongkol jagung ke dalam 60 ml larutan ion Cr (VI) 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm.

b) Menghomogenkan dengan shaker selama 2 jam (Kartohardjono, dkk. 2009) pada suhu kamar, kemudian disaring.

c) Filtratnya dianalisa dengan menggunakan SSA untuk diukur konsentrasi ion Cr(VI) yang tersisa dalam larutan. Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali.

4. Teknik Analisis Data

Banyaknya ion Cr(VI) yang teradsorpsi (mg) per gram adsorben (karbon aktif tongkol jagung) ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$W = \frac{(C_o - C_e) \times V}{W_a}$$

Dimana :

W = Daya adsorpsi (mg/g)

W_a = Berat adsorben (gr)

C_o = Konsentrasi Cr (VI) awal (ppm)

V = Volume larutan (L)

C_e = Konsentrasi Cr (VI) sisa (ppm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

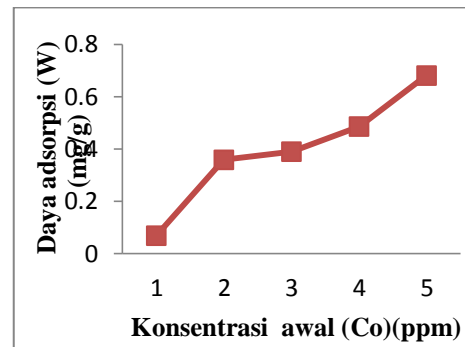
A. Hasil Penelitian

Data adsorpsi karbon aktif tongkol jagung terhadap ion Cr(VI) dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata ion Cr (VI) (mg/g) yang teradsorpsi pada karbon aktif tongkol jagung pada berbagai konsentrasi

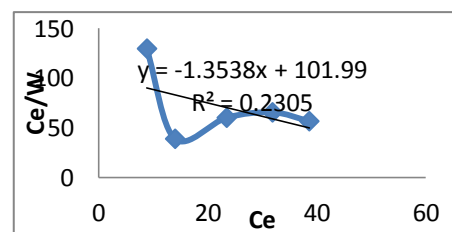
Konsentrasi ion Cr(VI) (C_o) (ppm)	Absorbansi	Konsentrasi ion Cr(VI) sisa (C_e) (ppm)	Daya adsorpsi (W) (mg/g)
10	0,1304	8,8588	0,0683
20	0,2234	14,0228	0,3581
30	0,3435	23,4877	0,3894
40	0,4501	31,8939	0,4855
50	0,5357	38,6399	0,6802

Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan daya adsorpsi seiring dengan bertambahnya konsentrasi ion Cr(VI). Daya adsorpsi karbon aktif tongkol jagung yang paling tinggi adalah 0,6802 mg/g pada konsentrasi 50 ppm, sedangkan yang paling rendah adalah 0,0683 mg/g pada konsentrasi 10 ppm. Hubungan antara konsentrasi larutan Cr(VI) dengan daya adsorpsi dapat dilihat pada gambar 1, yaitu grafik hubungan antara daya adsorpsi (W) karbon aktif tongkol jagung dengan konsentrasi awal (C_o) larutan Cr(VI).

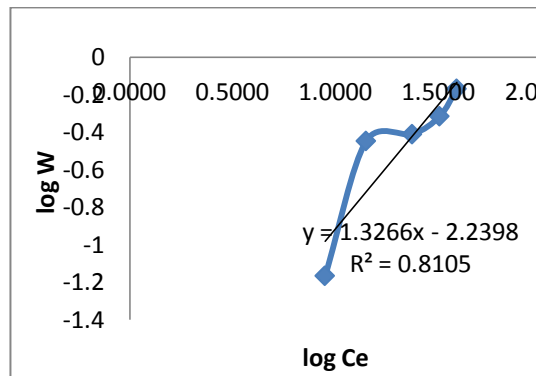


Gambar 1. Grafik hubungan antara daya adsorpsi (W) karbon aktif tongkol jagung dengan konsentrasi awal (C_o) larutan Cr(VI)

Metode yang digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi, yakni dengan metode grafik Freundlich dan Langmuir. Untuk mengetahui apakah adsorpsi ion Cr (VI) oleh karbon aktif tongkol jagung sesuai dengan pola adsorpsi Freundlich atau Langmuir, maka dibuat grafik yang menunjukkan kurva linear antara $\log C_e$ Vs $\log W$ untuk pola adsorpsi Freundlich dan kurva linear C_e (ppm) Vs C_e/W (g/L) untuk pola adsorpsi Langmuir. Kurva isoterm menurut Langmuir dan Freundlich ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik Isoterm Langmuir Adsorpsi Ion Cr (VI) oleh karbon aktif tongkol jagung.



Gambar 3. Grafik Isoterm Freundlich Adsorpsi Ion Cr (VI) oleh karbon aktif tongkol jagung.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa adsorpsi ion Cr (VI) oleh karbon aktif tongkol jagung lebih cenderung mengikuti persamaan Freundlich dari pada persamaan Langmuir. Nilai R^2 untuk kurva isoterm Freundlich lebih mendekati 1 yaitu 0,810, sedangkan pola isoterm Langmuir nilai R^2 nya adalah 0,230.

Nilai tetapan Freundlich (k dan n) dan tetapan Langmuir (b dan K) adsorpsi ion Cr(VI) oleh karbon aktif tongkol jagung dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai tetapan Freundlich(k dan n) dan tetapan Langmuir(b dan K)

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, konsentrasi ion Cr(VI) dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 357, 9 nm. Hasil analisis pada tabel 1 menunjukkan bahwa daya adsorpsi karbon aktif tongkol jagung yang paling tinggi adalah 0,6802 mg/g pada konsentrasi 50 ppm, sedangkan

yang paling rendah adalah 0,0683 mg/g pada konsentrasi 10 ppm.

Pada gambar 1, yaitu grafik hubungan antara daya adsorpsi (W) karbon aktif tongkol jagung dengan konsentrasi awal (C_e) larutan Cr(VI) menunjukkan bahwa daya adsorpsi karbon aktif meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal ion Cr(VI). Hal ini disebabkan karena makin tinggi konsentrasi ion Cr(VI), berarti jumlah ion Cr(VI) yang terlarut juga makin besar sehingga semakin banyak pula jumlah ion Cr(VI) yang terjerap oleh situs-situs aktif pada karbon aktif.

Situs-situs aktif yang ada pada karbon aktif berupa gugus fungsional yang mampu melakukan interaksi dengan senyawa atau ion di dalam media gas atau cair. Gugus tersebut adalah gugus karboksil ($-\text{COOH}$), gugus hidroksil ($-\text{OH}$), dan gugus karbonil ($=\text{O}$). Selain dari gugus-gugus fungsional tersebut, kemampuan karbon aktif mengadsorpsi sejumlah adsorbat disebabkan peranan struktur pori internal yang besar yang dimiliki karbon aktif yaitu macropores, mesopores dan micropores. Apabila adsorben tersebut sudah jenuh, maka konsentrasi zat yang diserap tidak

Pola Adsorpsi	k (mg/g)	n (g/L)	b (mg/g)	K (L/mg)	R^2
Freundlich	173,3804	0,7541			0,810
Langmuir			-0,7391	-0,0133	0,230

akan berubah lagi atau berkurang karena terjadi kesetimbangan antara zat yang teradsorpsi dengan zat yang tersisa.

Penentuan kapasitas adsorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan pola isoterm adsorpsi. Pola isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan gambar 2 yaitu grafik isoterm Langmuir adsorpsi ion Cr(VI) oleh karbon aktif tongkol jagung diperoleh persamaan garis lurus $y=1,353x + 101,9$ dengan nilai koefisien regresinya (R^2) = 0,230 dengan kapasitas adsorpsi -0,7391 mg/g. Sedangkan pada gambar 3 yaitu grafik isoterm Freundlich adsorpsi ion Cr(VI) oleh karbon aktif tongkol jagung diperoleh persamaan garis lurus $y = 1,326x - 2,239$ dan nilai koefisien regresi (R^2)= 0,810 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 173,3804 mg/g.

Dari kedua grafik isoterm adsorpsi pada gambar 2 dan 3 tampak bahwa adsorpsi ion Cr(VI) pada karbon aktif tongkol jagung lebih cenderung mengikuti persamaan Freundlich. Dapat dilihat dari koefisien regresinya (R^2), nilai R^2 untuk kurva isoterm Freundlich lebih mendekati 1 yaitu 0,810 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 173,3804 mg/g, sedangkan pola isoterm Langmuir nilai R^2 nya adalah 0,230. Dapat dikatakan bahwa adsorpsi karbon aktif tongkol jagung terhadap ion Cr(VI) bersifat fisik, kemungkinan terjadinya gaya Van der Waals dan pembentukan lapisan jamak (multilayer) pada permukaan karbon aktif serta ikatannya tidak kuat sehingga mudah terlepas dan bersifat reversibel, kemungkinan dapat terjadi desorpsi (penyerapan kembali) (Shalehah (2008) dalam Imelda (2009)).

Kapasitas adsorpsi sebesar 173,3804 mg/g berarti bahwa untuk setiap satu gram karbon aktif yang diaktivasi secara fisika pada suhu 500°C selama 2 jam dan aktivasi secara kimia dengan menggunakan KOH 8% dengan ukuran karbon aktif -60 + 100 mesh dapat menyerap 173,3804 mg tiap 60 ml larutan ion Cr(VI).

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan:

1. Semakin tinggi konsentrasi ion Cr(VI) maka semakin tinggi pula daya adsorpsi karbon aktif tongkol jagung. Daya adsorpsi karbon aktif tongkol jagung yang paling tinggi adalah 0,6802 mg/g pada konsentrasi 50 ppm, sedangkan yang paling rendah adalah 0,0683 mg/g pada konsentrasi 10 ppm.
2. Pola adsorpsi karbon aktif terhadap ion Cr(VI) mengikuti pola adsorpsi Freundlich dengan persamaan garis lurus $y = 1,326x - 2,239$ dan nilai koefisien regresi (R^2)= 0,810 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 173,3804 mg/g.

B. Saran

1. Kepada peneliti yang ingin mengembangkan penelitian ini, sebaiknya menggunakan konsentrasi ion Cr(VI) yang lebih tinggi.
2. Diadakan penelitian lain dengan menggunakan variasi waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat serta pH adsorbat.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliawati. 2009. *Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Dalam Proses Penjernihan Air*. Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang
- Imelda, Jufri A. 2009. *Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao.L*) terhadap Zat Warna Rhodamin B*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNM
- Kadek, Anggarawati. 2008. *Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Tebu BZ 121 (*Saccharum officinarum*) terhadap Zat Warna Rhodamin B*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNM
- Sudiarta, I W. 2009. *Biosorpsi Ion Cr(III) Pada Rumput Laut (*Eucheuma Spinosum*) Teraktivasi Asam Sulfat*. Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran
- Kartohardjono, dkk. 2009. *Pemanfaatan Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava*) untuk Adsorpsi Cr (VI) dari Larutan*. Jurnal Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Rosyuliana. 2006. *Adsorpsi Ion Cd⁺ pada Karbon Aktif Kayu Petai Cina (*Lencaena lencocephala Lamk*) yang diaktifasi dengan NaOH*. Skripsi FMIPA UNM.