

Pengaruh pH dan Konsentrasi Ion Logam Cr(VI) Terhadap Penyerapan Karbon Aktif Kulit Durian

Chairunnisa, Edi Nasra*

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Indonesia

*edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Metal ions Cr (VI) are a type of toxic heavy metal that can cause environmental pollution. Chromium limits exceeding 0.1 mg/L in the water will cause damage to ecosystems and living things within them. Adsorption using activated carbon durian shell was chosen as one of the most efficient methods. Used adsorbent activated carbon durian shell that aims to know the quality of activated carbon durian shell and determine the optimum condition of absorption and optimum capacity of absorption of metal ions Cr (VI). The reaction between orange chromium ions with the addition of H₂SO₄ and colorless diphenylcarbazide forms a purple solution complex. Maximum wavelength absorption is obtained at 542 nm. The results were obtained with the capacity of immersion in optimum conditions to the absorption of metal ions Cr (VI) at pH 2 and Concentration 360 mg/L with an absorption capacity of 40,3190 mg/g. The study of adsorption isotherm refers more to the freundlich equation approach with a regression coefficient value approaching 1 ($R^2 = 0,9684$).

Keywords — Adsorbition, Metal Cr(VI), Activated carbon, Durian shell

I. PENGANTAR

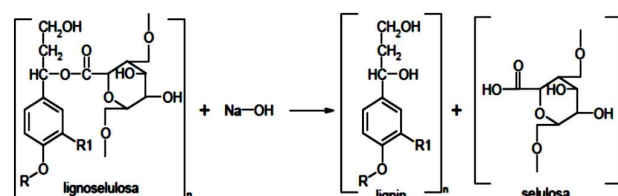
Limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri kimia tidak jarang memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Menurut kementerian lingkungan hidup dan kehutanan (LHK), Indonesia memiliki 140 sungai di 34 provinsi dan sebanyak 73,24% sungai tersebut dalam status tercemar [1].

Salah satunya limbah yang mengandung logam berat Cr(VI) yang bersifat toksik. Karena logam Cr(VI) sangat beracun melalui rantai makanan logam kromium dapat terdeposit dalam tubuh makhluk hidup. Jika logam kromium melebihi batas kandungan dalam tubuh sebesar 0,05 mg/L akan menyebabkan kanker. Hal itu terjadi karena adanya akumulasi secara terus menerus akan sangat mengganggu proses metabolisme dalam tubuh manusia yang akhirnya menyebabkan kanker [2]. Limbah yang mengandung logam Cr(VI) berasal dari bahan kimia salah satunya K₂Cr₂O₇ yang digunakan pada pabrik kulit sebagai proses pewarnaan untuk menghasilkan pewarna orange yang berpotensi mencemari lingkungan perairan dan tanah [3].

Metode adsorpsi disarankan karena efektif menghilangkan logam berat, dimana proses adsorpsi yang dilakukan relatif sederhana. Penggunaan bahan organik sebagai adsorben bisa menjadi salah satu alternatif dalam mengatasi limbah yang mengandung logam berat. Penggunaan metode adsorpsi cukup efisiensi, hemat biaya, mudah pengoperasiannya dan ramah lingkungan [4].

Bahan adsorben yang sering digunakan antara lain karbon aktif, adapun tujuan dari aktivasi karbon aktif yaitu untuk mengurangi produk samping dan pengotor dengan cara perendaman bahan karbon aktif dalam senyawa kimia seperti ZnCl₂, H₃PO₄, HCl, KOH, NaOH, dan H₂SO₄. NaOH

digunakan dalam proses aktivasi karbon aktif karena diameter pori dan luas permukaan yang dihasilkan lebih besar dan beraturan [5]. Berikut mekanisme pengaktifan karbon dengan aktivator NaOH [6].



Gambar 1. Degradasi ligniselulosa dengan NaOH

Bahan-bahan organik yang telah digunakan para peneliti sebelumnya untuk mengadsorpsi logam Cr(VI) seperti menggunakan karbon Aktif tempurung kelapa dengan konsentrasi terserap sebesar 29,1 mg/L kapasitas penyerapan 97% [7], karbon aktif kulit salak dengan kapasitas penyerapan 123,46 mg/g [8], karbon aktif kulit manggis dengan kapasitas adsorpsi maksimal 36,84 mg/g [9], karbon aktif batang pisang dengan kapasitas penyerapan 0,2139 mg/g [10] dan karbon aktif tempurung kemiri dengan kapasitas penyerapan 35,714 mg/g [11].

Salah satu alternatif bahan organik yang bisa digunakan dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah kulit durian [12]. Melimpahnya produksi tanaman durian di Indonesia dapat mencapai ± 1 juta ton per tahun [13]. Bagian kulit dan biji dari durian memiliki persentase lebih besar yaitu 79,48%. Oleh karena itu, sangat disayangkan jika kulit durian dibuang begitu saja [14].

Kulit durian memiliki kandungan kimia seperti : flavonoid, unsur selulosa, minyak atsiri, saponin, karbon, lignin dan pati. Kandungan selulosa kulit durian sangat tinggi 50-60%, lignin 5%, dan pati 5%. Kandungan selulosa yang tinggi pada kulit durian, yang dapat dimanfaatkan Salah satunya sebagai karbon aktif sebagai pengikat bahan logam. kemampuan untuk mengikat ion logam melalui pasangan elektron bebas yang akan membentuk kompleks dengan ion logam dalam larutan [15].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu : gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, botol semprot, lumpang alu, batang pengaduk, cawan petri, pipet tetes, oven, kertas saring, magnetic stirer (MR Hei Standart), ayakan (212 μm), furnace, desikator, neraca analitik (ABS 220-4), shaker (model: VRN-480), pH meter, Spektrofotometer visible (Spectronic Genesys 20) dan FTIR.

B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu: Kulit durian (limbah penjualan durian didaerah kota padang), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$, DPC, aseton, H_2SO_4 , HNO_3 p.a, NaOH, I_2 , KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, amilum dan aquades.

C. Prosedur penelitian

1. Preparasi Adsorben

Kulit durian yang digunakan sebagai bahan baku, pencucian dilakukan terlebih dahulu pada kulit durian untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada kulit durian. Kulit durian di potong kecil-kecil ± 3 cm kemudian di keringkan dibawah sinar matahari selama ± 2 hari sampai kadar air berkurang [16].

Kulit durian kering dipotong kecil-kecil, ditempatkan dalam beberapa cawan porselen dan ditutup. Kulit durian kemudian di masukkan dalam furnace dan dikalsinasi pada suhu 320°C selama 2 jam. Arang yang terbentuk dikeluarkan furnace dan didinginkan dalam desikator ± 15 menit [17].

Kulit durian yang sudah menjadi arang kemudian disaring dengan saringan berukuran $212 \mu\text{m}$. Karbon kulit durian yang sudah disaring kemudian diambil 25 gram dan diaktivasi dengan 250 mL larutan NaOH 0,5 M (1:10), aktivasi dilakukan selama 24 jam [17]. Setelah itu, cuci karbon dengan aquades hingga pH 7,5. Kemudian, oven dengan suhu 120°C selama 30 menit. Karakterisasi karbon aktif kulit durian sebelum dan sesudah diaktivasi yang dihasilkan, dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR [18].

2. Pengujian Kualitas Karbon Aktif

a. Kadar Air

Arang aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu $\pm 100-102^\circ\text{C}$ selama 3 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W_0 = berat cawan kosong (gram)

W_1 = berat karbon aktif dengan cawan sebelum di oven (gram)

W_2 = berat karbon aktif dengan cawan setelah di oven (gram) [18].

b. Kadar Abu

Arang aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dibakar pada suhu 650°C selama 2 jam. Setelah itu, dinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Ash} = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100\% [19].$$

c. Kadar Uap/Zat terbang

Arang aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan yang telah di ketahui beratnya. Kemudian, dimasukkan ke dalam furnace dari suhu ruang hingga suhu 330°C . Selanjutnya, didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang. Kadar uap dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Uap} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% [18].$$

d. Kadar karbon

Penentuan kadar karbon pada arang aktif tidak dilaksanakan secara langsung tetapi didapat dari hasil perhitungan, yaitu :

Kadar Karbon = $100\% - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ kadar zat uap})$ [19].

e. Kadar Iod

Sebanyak 0,25 gram sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup. Kemudian, ditambahkan 25 mL larutan iod 0,1 N dan dikocok selama 15 menit pada temperatur ruang. Selanjutnya, disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh dipipet sebanyak 10 mL dan dititrasikan dengan larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N hingga warna kuning kecoklatan sampai kuning muda, ditambah dengan indikator. Setelah itu, ditambahkan larutan amilum 1 % sebanyak 10 tetes sebagai indikator dan dititrasikan kembali hingga warna biru dalam larutan tepat hilang. Daya serap iod dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{DSI (mg/g)} = \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) \times 126,5 \times fp}{W}$$

Keterangan :

DSI = Daya serap I_2

V_1 = larutan iodium yang dianalisis (mL)

N_1 = Normalitas iodium

V_2 = Larutan tiosulfat yang diperlukan (mL)

N_2 = Normalitas natrium tiosulfat

fp = Faktor pengenceran

W = Berat karbon aktif

126,93 = Jumlah iodin sesuai 1 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [18].

3. Perlakuan Penelitian Dengan Sistem Batch

a. Pengaruh pH

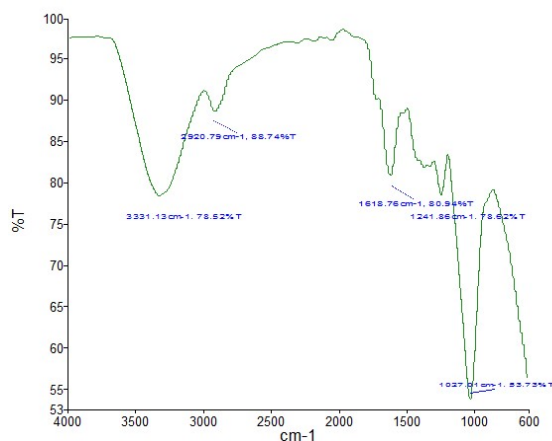
Siapkan 25 ml larutan Cr^{+6} konsentrasi 120 ppm dengan variasi pH (2,3,4,5, dan 6). Kemudian masing-masing larutan dikontakkan dengan 0,2 gram karbon aktif kulit durian menggunakan sistem batch, larutan kemudian di shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Kemudian larutan disaring dan ditampung filtratnya. Filtrat yang dihasilkan lalu diambil 1 ml ditambahkan 3 tetes H_2SO_4 pekat dan 1 mL difenilkarbazid 0,5%. Lalu Encerkan dalam labu ukur 50 ml dengan aquades sampai tanda batas, kocok hingga homogen. Dilakukan pengukuran konsentrasi logam kromium yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV-Vis, maka diperoleh pH optimum [20].

b. Pengaruh Konsentrasi

Siapkan 25 ml larutan Cr^{+6} dengan konsentrasi (120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400 dan 400) ppm pada pH 2. Kemudian masing-masing larutan dikontakkan dengan 0,2 gram karbon aktif kulit durian menggunakan sistem batch, larutan di shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Kemudian larutan disaring dan ditampung filtratnya. Filtrat yang dihasilkan lalu diambil 1 ml ditambahkan 3 tetes H_2SO_4 pekat dan 1 mL difenilkarbazid 0,5%. Lalu Encerkan dalam labu ukur 50 ml dengan aquades sampai tanda batas, kocok hingga homogen. Dilakukan pengukuran konsentrasi logam kromium yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV-Vis, maka diperoleh konsentrasi optimum [20].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

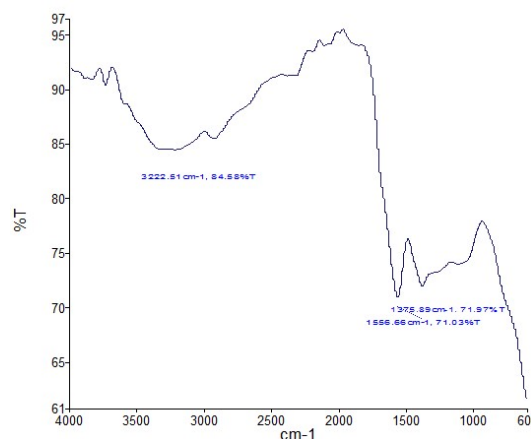
A. Karakterisasi FTIR



Gambar 2. Spektra FTIR kulit durian

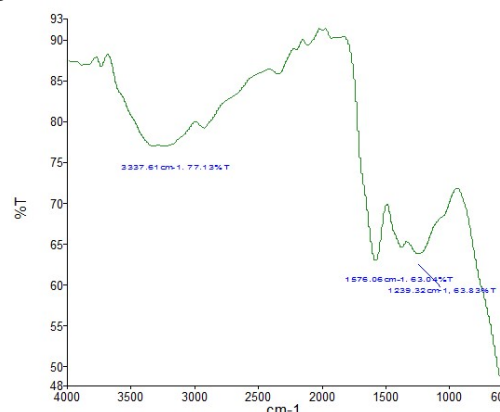
Pada gambar 2. Kulit durian memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH) dengan bilangan gelombang 3331,13 cm^{-1} dan nilai transmittan sebesar 78,52%. Gugus fungsi (C-H) memiliki bilangan gelombang 2920,79 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 88,74%. Gugus fungsi (C=C) aromatik memiliki bilangan gelombang 1618,76 cm^{-1} dengan nilai

transmittan 80,94%. Gugus fungsi karbonil (C=O) memiliki bilangan gelombang 1241,86 cm^{-1} dengan nilai transmittan 78,62% [12].



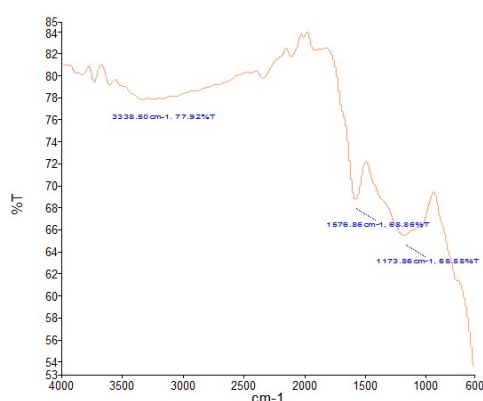
Gambar 3. Spektra karbon kulit durian

Pada gambar 3. Karbon kulit durian terjadi pergeseran gugus fungsi hidroksil (-OH) memiliki bilangan gelombang 3222,51 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 84,58%. Gugus fungsi (C=C) aromatik memiliki bilangan gelombang 1556,66 cm^{-1} dengan nilai transmittan 71,03%. Gugus fungsi (C-O) alkohol memiliki bilangan gelombang dengan 1375,89 cm^{-1} dengan nilai transmittan 71,97%.



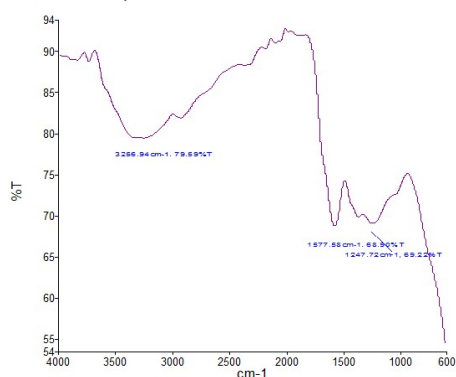
Gambar 4. Spektra karbon aktif kulit durian

Pada gambar 4. Karbon kulit durian terjadi pergeseran gugus fungsi hidroksil (-OH) memiliki bilangan gelombang 3222,51 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 84,58%. Gugus fungsi (C=C) aromatik memiliki bilangan gelombang 1556,66 cm^{-1} dengan nilai transmittan 71,03%. Gugus fungsi (C-O) alkohol memiliki bilangan gelombang dengan 1375,89 cm^{-1} dengan nilai transmittan 71,97%.



Gambar 5. Spektre karbon komersial

Pada gambar 5. Karbon aktif kulit durian memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH) bilangan gelombang $3337,61\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan sebesar 77,13%. Gugus fungsi (C=C) aromatik memiliki bilangan gelombang sebesar $1576,06\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan sebesar 63,04%. Gugus fungsi (C-O) alkohol memiliki bilangan gelombang $1239,32\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan 63,83%.



Gambar 6. Spektre optimum setelah pengontakan

Pada gambar 6. Karbon aktif kondisi optimum memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH) mengalami pergeseran bilangan gelombang $3256,94\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan sebesar 79,59 %T. Gugus fungsi (C=C) aromatik mengalami pergeseran bilangan gelombang sebesar $1577,58\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan sebesar 68,90 %T. Gugus fungsi (C-O) alkohol mengalami pergeseran bilangan gelombang sebesar $1247,72\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmitan sebesar 69,22%T.

B. KUALITAS KARBON AKTIF

TABEL I
KUALITAS KARBON AKTIF KARBON KULIT DURIAN

Uji Kualitas	Persyaratan Kualitas	
	SNI No. 06-3730-1995	Karbon Aktif
Kadar Air (%)	Maks. 15	8,56
Kadar Abu (%)	Maks. 10	6,68
Kadar Uap (%)	Maks. 25	14,21
Karbon Aktif Murni (%)	Min. 65	70,55
Daya Serap Iod (mg/g)	Min. 750	799,54

Penentuan kadar air bertujuan untuk menentukan sifat hidroskopis dari karbon aktif. Sifat tersebut merupakan kemampuan karbon aktif dalam mengikat uap air yang terdapat diudara [21]. Sehingga diharapkan air yang terikat pada karbon aktif lebih sedikit, karena air akan menutupi pori-pori karbon aktif yang dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi. Pada pengujian kualitas kadar air dari karbon aktif kulit durian didapatkan sebesar 8,56%. Didapatkan hasil kadar air yang baik karena tidak melebihi kadar air maksimal untuk karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah 15%.

Pada pengujian kadar abu semakin kecil kadar abu pada karbon aktif maka semakin besar pula kemampuan adsorben untuk menyerap ion logam. Hal ini dikarenakan kadar abu merupakan zat pengotor yang tidak diharapkan ada pada adsorben [22]. Kualitas kadar abu dari karbon aktif kulit durian didapatkan sebesar 6,68%. Didapatkan hasil kadar abu yang baik karena tidak melebihi kadar abu maksimal untuk karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah 10%.

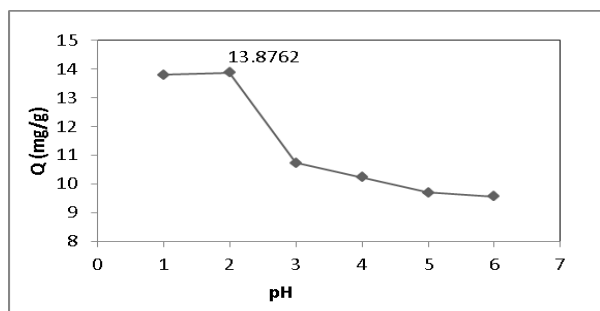
Adapun tujuan penentuan kadar uap untuk mengitung jumlah zat mudah menguap (terbang) yang masih tertinggal pada karbon aktif [23]. Zat terbang termasuk ke dalam pengotor yang dapat menutupi pori-pori karbon aktif. Pada pengujian kualitas kadar Uap dari karbon aktif kulit durian didapatkan sebesar 14,21%. Didapatkan hasil kadar Uap yang baik karena semakin kecil kadar uap maka semakin bagus kualitas karbon. Kadar uap maksimal untuk karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah 25%.

Penentuan kadar karbon murni yang terikat pada karbon aktif setelah dilakukannya proses aktivasi. Tinggi rendahnya kadar karbon terikat yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar air, abu, dan uap juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi atom karbon. Semakin tinggi nilai karbon terikat pada karbon aktif, tingkat kemurnian karbon pun akan semakin tinggi bila dibandingkan karbonnya. Hal ini karena senyawa nonkarbon telah banyak hilang pada proses aktivasi [24]. Pada pengujian kualitas karbon aktif murni dari karbon aktif kulit durian didapatkan sebesar 70,55%. Didapatkan Kadar karbon murni yang baik karena batas minimal untuk karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah 65%.

Uji iod merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul kecil dan zat dalam fase cair. Tinggi rendahnya daya serap karbon aktif pada Iodin menandakan banyaknya dimeter pori arang aktif yang berukuran 10 Å. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih besar, struktur mikro dan mesoporous yang lebih besar kemampuan dalam menyerap iod tinggi. Rendahnya daya serap karbon aktif dapat disebabkan oleh kerusakan atau erosi dinding pori karbon dan juga menggambarkan sedikitnya struktur mikropori yang terbentuk dan kurang dalam [25]. Pada pengujian kualitas daya serap iod dari karbon aktif kulit durian didapatkan sebesar 799,54 mg/g. Didapatkan kadar daya serap iod yang baik karena batas minimal untuk karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah 750 mg/g.

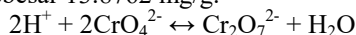
C. PERLAKUAN PADA SISTEM BATCH

1. Pengaruh pH



Gambar 7. Pengaruh variasi pH

Berdasarkan data pengaruh variasi pH diperoleh kurva penyerapan ion logam Cr(VI), terlihat bahwa penyerapan karbon aktif kulit durian pada pH 3-6 terjadi penurunan yang tidak signifikan. Kondisi optimum kapasitas penyerapan terjadi pada pH 2, yaitu dengan jumlah ion logam Cr(VI) yang teradsorpsi sebesar 13.8762 mg/g.

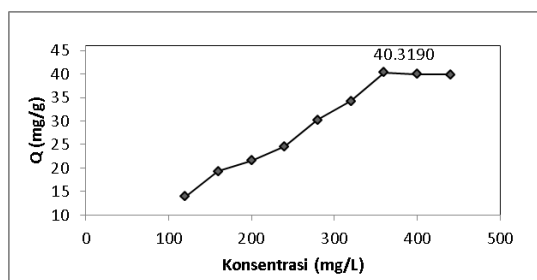


Kelarutan logam Cr dapat ditentukan dengan banyaknya jumlah ion H⁺ yang terdapat di dalam air. Semakin banyak jumlah ion H⁺ (asam) di dalam air, maka kelarutan ion logam Cr semakin besar. Sebaliknya jumlah ion H⁺ semakin sedikit (basa), maka kelarutan ion logam Cr semakin kecil yang ditandai terbentuk endapan di dalam pelarut.

Hal ini menunjukkan penyerapan lebih baik pada pH 2, meningkatnya derajat keasamaan akan terjadi pengionan lebih besar, sehingga terjadi interaksi antara ion logam dengan gugus aktif pada karbon aktif kulit durian yang menyebabkan penyerapan adsorpsi semakin meningkat.

Pada pH yang lebih tinggi (3-6) terjadi penurunan pada adsorpsi. Dikarenakan seiring meningkatnya pH, maka jumlah ion OH⁻ yang terkandung di dalam larutan akan meningkat sehingga sangat dimungkinkan terjadi kompetisi dengan Cr₂O₇²⁻ menyebabkan penyerapan yang terjadi semakin kecil [26] [27].

2. Pengaruh Konsentrasi



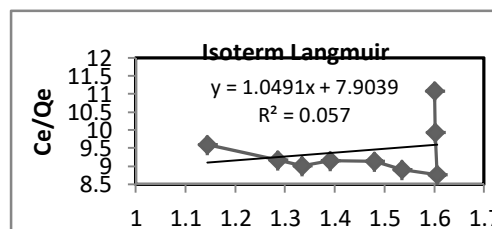
Gambar 8. Pengaruh variasi konsentrasi

Pada kurva diatas menunjukkan terjadinya kenaikan penyerapan seiring bertambahnya konsentrasi yang terlihat pada 120-320 ppm dan cenderung konstan pada konsentrasi 400-440 ppm. Penyerapan optimum konsentrasi terlihat pada 360 ppm yaitu dengan jumlah ion logam Cr(VI) yang teradsorpsi sebesar 40,3190 mg/g.

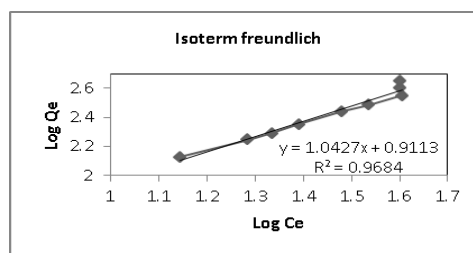
Penyerapan terjadi karena ikatan pada situs aktif yang terdapat pada permukaan karbon aktif dapat mengikat ion logam Cr(VI). Peningkatan penyerapan pada konsentrasi <360 ppm dikarenakan situs aktif pada karbon aktif kulit durian belum jenuh mengikat ion logam Cr(VI) sehingga masih dapat menyerap ion Cr(VI) [3].

Penurunan penyerapan pada konsentrasi >360 ppm dikarenakan seiring meningkat larutan kromium maka adsorben yang digunakan akan mengalami kejenuhan dalam mengikat logam, sehingga kemampuan adsorben untuk menyerap ion logam Cr(VI) menjadi berkurang. Maka kenaikan konsentrasi tidak akan lagi mempengaruhi peningkatan penyerapan ion logam Cr(VI).

Berdasarkan variasi konsentrasi yang digunakan dapat ditentukan mekanisme adsorpsi pada logam Cr (VI) yang dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi. Ada dua isoterm adsorpsi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu persamaan isoterm langmuir dan freundlich yang dapat di lihat pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Grafik persamaan isoterm langmuir



Gambar 10. Grafik persamaan isoterm freundlich

Pada gambar 9 dan 10. Diperoleh nilai R² pada persamaan isoterm langmuir yaitu 0,057 dan nilai R² pada persamaan isoterm freundlich yaitu 0,9684. Dari kedua isoterm yang diperoleh hasil penelitian diuji didapat nilai koefisien korelasinya (R²) cenderung mengikuti persamaan freundlich karena nilai R² mendekati 1. Adsorpsi terjadi secara fisisorpsi, dimana anion terperangkap dalam pori-pori adsorben secara heterogen [27].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat bahwa kualitas karbon aktif digunakan sebagai adsorben telah memenuhi standar SNI-06-3730-1995 dengan kadar air 8,56%, kadar abu 6,68%, kadar uap 14,21%, karbon murni 70,55%, dan daya serap iod 799,54 mg/g.
2. Kondisi optimum variabel dalam pengontakan karbon aktif dari kulit durian dengan ion logam Cr(VI) adalah optimum

pada pH 2 dan konsentrasi 360 ppm dengan kapasitas serapan 40,3190 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Edi Nasra, M.Si, S.Si selaku Dosen Pembimbing, Rizki Fajar, S.Si dan Muhamad Daviya Nur Fauzi, S.Si selaku rekan mahasiswa yang telah membantu dalam penulisan artikel ini. Serta terima kasih atas sarana dan dukungannya kepada seluruh analis Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

REFERENSI

- [1] [1] kementerian lingkungan hidup dan Kehutanan, "Laporan Kinerja," *J. Abdimas Dewantara*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [2] R. I. Handayani, "Akumulasi Kromium (Cr) Pada Daging Ikan Nila Merah (*Oreochromis spp.*) Dalam Karamba Jaring Apung Di Sungai Winongo Yogyakarta," *J. MIPA Unnes*, vol. 37, no. 2, pp. 123–129, 2015.
- [3] M. Ashari Yusuf, "Adsorpsi Ion Cr(Vi) Oleh Arang Aktif Sekam Padi (Adsorption Ions Of Cr (Vi) By Active Rice Husk Charcoal)," *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 1, pp. 84–88, 2013.
- [4] R. Silvia, E. Nasra, B. Oktavia, and S. B. Etika, "Optimasi Penyerapan Zat Warna Malachite Green Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*) Sebagai Biosorben," *Padang*, vol. 9, no. 2, pp. 1–66, 2020.
- [5] D. Irmameria, "Karakterisasi Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Durian Pada Suhu Karbonisasi 300 °C Menggunakan Zat Aktivator Natrium Hidroksida Dan Asam Sulfat," *J. Nurs. Public Heal.*, vol. 8, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [6] L. Rahmidar, S. Wahidiniawati, and T. Sudiarti, "Pembuatan Dan Karakterisasi Metil Selulosa Dari Bonggol Dan Kulit Nanas (*Ananas comosus*)," *ISSN 2502-3632 ISSN 2356-0304 J. Online Int. Nas. Vol. 7 No.1, Januari – Juni 2019 Univ. 17 Agustus 1945 Jakarta*, vol. 53, no. 9, pp. 88–96, 2018, [Online]. Available: www.journal.uta45jakarta.ac.id.
- [7] J. Kusumawardani, T. R. Suryadi, and A. Taufik, "Optimasi Adsorpsi Kromium (VI) Oleh Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) Optimization Of Adsorption Of Chromium (VI) By Activated Carbon From Coconut Shell (*Cocos Nucifera*)," vol. 1, no. 1, pp. 1265–1276, 2020.
- [8] S. Utama, H. Kristianto, and A. Andreas, "Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (Vi)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak," no. Vi, pp. 1–6, 2016.
- [9] U. Haura, F. Razi, and H. Meilina, "Karakterisasi adsorben dari kulit manggis dan kinerjanya pada adsorpsi logam Pb(II) dan Cr(VI)," *Biopropal Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 47–54, 2017.
- [10] Yuliono, N. Herawati, and Maryono, "Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Ion Logam Kromium VI Adsorption Capacity of Banana Stem Activated Charcoal (*Musa paradisiaca*) Toward Chromium VI Ions," *Chemica*, vol. 15, no. 2, pp. 24–32, 2014.
- [11] M. Nasruddin, C. Rosnelly, and F. Mulana, "Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) Dengan Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*)," *J. Ilm. Kebencanaan Pascasarj. Unsyiah Kuala*, vol. 4, no. 4, pp. 117–125, 2017.
- [12] E. V. Anggraeni and K. Anam, "Identifikasi Kandungan Kimia dan Uji Aktivitas Antimikroba Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*)," *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 19, no. 3, pp. 87–93, 2016, doi: 10.14710/jksa.19.3.87-93.
- [13] Badan Pusat Statistik, "Produksi durian menurut Provinsi," *Direktorat Jenderal Hortiultura*, vol. 2019, p. 2019, 2019.
- [14] H. Haroon *et al.*, "Activated carbon from a specific plant precursor biomass for hazardous Cr(VI) adsorption and recovery studies in batch and column reactors: Isotherm and kinetic modeling," *J. Water Process Eng.*, vol. 38, no. July, p. 101577, 2020, doi: 10.1016/j.jwpe.2020.101577.
- [15] Nurhaeni, Musafira, and A. Rahmatullah, "Adsorpsi Ion Pb²⁺ Menggunakan Arang Aktif Kulit Durian Dengan Metode Kolom Adsorpsi," *J. Ris. Kim.*, vol. 3, no. April, pp. 1–6, 2017.
- [16] Riki Irwandi, Silvia Reni Yenti, and Chairul, "Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben Logam Berat Pb," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2015.
- [17] R. Basaltico and C. Okik Hendriyanto, "Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben Logam Berat Pb Pada Limbah Cair Elektroplating," *Envirotek J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–18, 2016.
- [18] B. Febriansyah, Chairul, and S. R. Yenti, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Adsorbent Logam Fe," *Jom FTEKNIKTEKNIK*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2015.
- [19] Marlinawati, B. Yusuf, and Alimuddin, "Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethunu L.*) sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium (II)," *J. Kim. Mulawarman*, vol. 13, no. 1, pp. 23–27, 2015.
- [20] D. Abriagni, "Optimasi Adsorpsi Krom (Vi) Ampas Daun Teh (*Camellia Sinensis L*) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri," *Univ. Negeri Semarang*, no. Vi, pp. 1–90, 2011.
- [21] S. Sahraeni, I. Syahrir, and Bagus, "Aktivasi Kimia Menggunakan NaCl Pada Pembuatan Karbon Aktif Dari Tanah Gambut," *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2019, pp. 145–150, 2019.
- [22] A. Hasibuan, "Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H₃PO₄) Dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Kulit Durian," *Skripsi*, pp. 1–66, 2020.
- [23] E. Sahara, P. S. Gayatri, and P. Suarya, "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gumitir Teraktivasi Asam Fosfat," *Indones. E-Journal Appl. Chem.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–45, 2018.
- [24] D. Alimah, "Sifat Dan Mutu Arang Aktif Dari Tempurung Biji Mete (*Anacardium occidentale L.*)," *Penelit. Has. Hutan*, vol. 35, no. 2, pp. 123–133, 2011.
- [25] Lazulva and W. W. Sari, "Uji Kualitas Karbon Aktif Dari Kulit Ubi Kayu (*Manihot Escuenta Crantz*)," *Phot. J. Sain dan Kesehat.*, vol. 3, no. 2, pp. 33–37, 2013, doi: 10.37859/jp.v3i2.158.
- [26] R. Adriansyah, E. N. Restiasih, and N. Meileza, "BIOSORPSI ION LOGAM BERAT Cu(II) DAN Cr(VI) MENGGUNAKAN BIOSORBEN KULIT KOPI TERXANTHASI," *ALOTROP, J. Pendidik. Dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 114–121, 2018.
- [27] B. Wiyantoko, U. I. Indonesia, and U. I. Indonesia, "Adsorption Isotherm of Cr (VI) Using Mg / Al Hydrotalcite with Molar Ratio 2 : 1 Adsorption Isotherm of Cr (VI) Using Mg / Al Hydrotalcite with Molar Ratio," vol. 14, no. April 2014, 2017.