

REGENERASI ADSORBEN KERTAS KORAN BEKAS MELALUI OPTIMASI KONSENTRASI ASAM KLORIDA UNTUK DESORPSI LOGAM KROMIUM PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR

Sani Widyastuti Pratiwi^{2*}, Dionesia Sarina², Ratna Nurmallasari¹, Inggis Pinarti²

¹Program Studi D-III Analis Kesehatan, Sekolah Tinggi Analis Bakti Asih, Jalan Padasuka Atas No. 233, Bandung 40192, Indonesia

²Program Studi S-1 Kimia, Sekolah Tinggi Analis Bakti Asih, Jalan Padasuka Atas No. 233, Bandung 40192, Indonesia

E-mail: sani.w.pratiwi@gmail.com

ABSTRAK

Koran merupakan bahan mengandung selulosa, yang mengandung gugus senyawa polar seperti alkohol dan eter. Kromium (VI) bila dikonsumsi manusia lebih dari 0,05 mg/L dapat menimbulkan keracunan dan gangguan pada organ vital. Pemanfaatan kertas koran bekas sebagai bioadsorben untuk menyerap logam kromium akan lebih efektif dengan adanya proses desorpsi, karena memungkinkan pelepasan kembali kromium dari permukaan adsorben sehingga situs aktifnya dapat dipulihkan. Dengan demikian, adsorben kertas koran dapat diregenerasi dan digunakan secara berulang, meningkatkan efisiensi pengolahan limbah serta mendukung konsep pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh HCl terhadap proses desorpsi logam kromium pada adsorben koran bekas. Penelitian ini meliputi tahapan pembuatan adsorben dari kertas koran bekas, karakterisasi adsorben, proses adsorpsi menggunakan larutan kromium 70 ppm dan desorpsi menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi yaitu 0,05M; 0,1M; 0,2M; dan 0,5 M. Filtrat hasil dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl maka semakin rendah desorpsinya. Berdasarkan uji ANOVA didapatkan nilai sig 0,006 < 0,05, terdapat perbedaan yang signifikan yang menunjukkan pengaruh HCl terhadap proses desorpsi logam kromium pada adsorben koran bekas. kapasitas desorpsi terbesar pada kromium sebesar 0,52 mg/g dengan persen desorpsi sebesar 79,2% menggunakan HCl 0,1M.

Kata Kunci: Adsorben, kromium, desorpsi, asam klorida, koran bekas.

ABSTRACT

Regeneration of used newspaper adsorbents through optimization of HCl concentration for chromium metal desorption in liquid wastewater processing. Newspaper contains cellulose, which possesses polar functional groups such as alcohol and ether groups that enable metal ion binding. Chromium (VI) is toxic, and consumption above 0.05 mg/L can cause poisoning and damage to vital organs. The use of waste newspaper as a bioadsorbent for chromium removal becomes more effective when a desorption process is applied, as it releases chromium from the adsorbent surface and restores active adsorption sites. Consequently, the newspaper adsorbent can be regenerated and reused, improving wastewater treatment efficiency and supporting sustainable environmental management. This study aimed to determine the effect of HCl concentration on the desorption of chromium from waste newspaper adsorbents. The research included preparing the adsorbent from waste newspaper, adsorbent characterization, adsorption using a 70 ppm chromium solution, and desorption using HCl at 0.05 M, 0.1 M, 0.2 M, and 0.5 M. The filtrate was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed that higher HCl concentrations led to lower desorption efficiency. ANOVA analysis indicated a significant effect of HCl concentration on the desorption process (sig = 0.006 < 0.05). The highest chromium desorption capacity was 0.52 mg/g, with a desorption percentage of 79.2% using 0.1 M HCl.

Keyword: Adsorbent, chromium, desorption, hydrochloric acid, used newspaper

1. Pendahuluan

Air memiliki peranan yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan, sehingga upaya untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas air menjadi kebutuhan yang semakin mendesak [1]. Kualitas air akan menunjukkan tingkat

kelayakan air untuk dikonsumsi ataupun digunakan (baku mutu air)

berdasarkan kandungan kontaminannya. Salah satu zat kontaminan yang umum terkandung dalam air adalah logam berat [2]. Salah satu logam berat yang menjadi perhatian global adalah

kromium (Cr), karena keberadaannya di perairan dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kromium heksavalen (Cr(VI)) merupakan bentuk yang paling berbahaya karena memiliki tingkat toksisitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan kromium trivalen (Cr(III)). Penghilangan Cr(VI) dari air limbah industri menjadi tantangan tersendiri karena sifatnya yang sangat toksik dan mudah bermigrasi di lingkungan perairan.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam pengembangan teknologi pengolahan air limbah. Di antara berbagai metode yang dikembangkan, adsorpsi sebagai proses fisik menjadi lebih diminati karena dinilai ekonomis, sederhana, serta mudah digunakan. Metode ini memiliki sejumlah keunggulan, antara lain ramah lingkungan, biaya yang relatif rendah, efisiensi yang tinggi, serta selektivitas yang baik. Beberapa penelitian melaporkan bahwa efisiensi penghilangan kontaminan dengan metode adsorpsi dapat mencapai hingga 99,9%. Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan teknik adsorpsi banyak digunakan dalam pengolahan air limbah [1].

Kertas seperti koran bekas masih mengandung selulosa yang dapat digunakan sebagai adsorben logam berat. Pulp kertas koran adalah bahan selulosa kompleks yang terdiri dari bubur termo-mekanik, dimana memiliki kemampuan penyerapan logam [3]. Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan koran bekas sebagai adsorben untuk logam berat, Deghani et al. (2016) menggunakan koran bekas untuk mengadsorpsi Cr(VI) dan diperoleh efisiensi adsorpsi sebesar 64% pada pH 3, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 59,88 mg/g [4]. Pudyaningtyas dkk. (2017) menggunakan koran bekas untuk mengadsorpsi Cu dari larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan diperoleh efisiensi adsorpsi sebesar 55,293% [3]. Herlenasari dkk (2017) menggunakan koran bekas untuk mengadsorpsi Cu dan Fe dan diperoleh efisiensi adsorpsi lebih dari 90% [5]. Pratiwi dkk. (2024) telah melakukan optimasi derajat keasaman pada adsorpsi kromium total dengan memanfaatkan koran bekas sebagai adsorben, dari penelitian tersebut diperoleh hasil persen penyerapan Kromium tertinggi yaitu pada derajat keasaman (pH) 1 sebesar 23,62% dan kapasitas adsorpsi sebesar 0,2685 mg/g [6].

Metode adsorpsi untuk pengolahan limbah belum sepenuhnya efektif menyelesaikan permasalahan lingkungan karena mengakibatkan munculnya limbah adsorben yang sudah

digunakan, sehingga diperlukan proses regenerasi agar adsorben dapat digunakan kembali. Proses regenerasi memerlukan bahan kimia sebagai eluen, dan pemilihannya bergantung pada jenis adsorben dan adsorbat serta mekanisme sorpsi yang terjadi. Oleh karena itu, pemilihan eluen yang tepat merupakan aspek yang sangat penting, eluen yang digunakan harus ekonomis serta ramah lingkungan [7].

Eluen memiliki peranan yang sangat penting dalam proses desorpsi, karena keberhasilan pemisahan antara adsorbat dan adsorben yang telah jenuh sangat bergantung pada jenis eluen yang digunakan. Eluen berfungsi untuk memfasilitasi pemutusan ikatan antara adsorbat dan permukaan adsorben yang telah jenuh, sehingga adsorbat dapat dilepaskan kembali secara efektif. Kriteria umum dalam pemilihan eluen meliputi kesesuaiannya dengan jenis adsorbat dan adsorben, kemampuannya dalam memutus ikatan antara adsorbat dan adsorben, nilai pH eluen, kemampuan pembentukan kompleks, serta kandungan pemodifikasi organik. Selain itu, beberapa parameter eluen yang perlu diperhatikan antara lain jenis eluen, konsentrasi eluen, metode desorpsi yang digunakan (batch atau kolom), volume eluen, serta pH larutan. Pemilihan eluen, baik berupa anion, kation, maupun pelarut organik, ditentukan berdasarkan karakteristik sistem adsorbat-adsorben yang terlibat. Asam dan garamnya umumnya dipilih sebagai eluen dalam proses desorpsi adsorbat kationik, khususnya logam-logam berat seperti tembaga, kromium, nikel, merkuri, seng, mangan, arsenik, dan timbal [8]

Deghani et al., (2016) menggunakan larutan HCl 0,01 M, 0,1 M, dan 1 M. Cr (VI) diadsorpsi oleh TWNP (koran bekas yang sudah diolah) dan studi desorpsi berusaha untuk memulihkan Cr dari adsorben bermuatan ion logam untuk konsentrasi yang disebutkan di atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 72% Cr yang teradsorpsi dapat dilepaskan dari TWNP menggunakan HCl 0,1 M [4]. Bayou et al (2020) melakukan regenerasi Kromium dan Timbal menggunakan beberapa jenis eluen seperti air kran, akuades, HCl, H_2SO_4 dan NaOH. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa HCl merupakan eluen yang memberikan % removal tertinggi yaitu sebesar 76,1% [9]. Penelitian lainnya Chakravarty, et al. (2008) tentang Penyisihan tembaga dari larutan berair menggunakan pulp koran sebagai adsorben Cu menggunakan adsorben kertas Koran yang

dilakukan dengan menggunakan 0,01, 0,1 M larutan HCl untuk menghilangkan ikatan Cu dari pulp koran. Regenerasi Cu dari adsorben dilakukan dengan menggunakan 0,01; 0,1 dan 1,0 M larutan HCl. Hasil penelitian menunjukkan 80% Cu yang terikat oleh pulp koran adalah pulih dari adsorben menggunakan 0,1 M HCl. Konsentrasi HCl yang lebih tinggi tidak meningkatkan perolehan Cu. HCl merupakan salah satu pelarut terbaik yang digunakan untuk melakukan proses desorpsi. Sehingga pada penelitian ini akan digunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0,05; 0,1; 0,2; dan 0,5M untuk mendesorpsi logam kromium dalam adsorben kertas koran bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap desorpsi logam kromium dan mengetahui kapasitas desorpsi dengan menggunakan variasi konsentrasi HCl dengan menggunakan adsorben kertas koran bekas.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofometri Serapan Atom (SSA) digunakan untuk menentukan konsentrasi Kromium sebelum dan sesudah dikontakan, Oven untuk menghilangkan kadar air dalam adsorben, pH meter untuk pengukuran pH serta seperangkat alat gelas untuk pembuatan larutan dan adsorben

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah koran bekas sebagai bahan baku pembuatan adsorben. Larutan HCl dan NaOH sebagai pengatur pH, larutan NaOH sebagai penghilang pengotor pada proses pembuatan adsorben, Kromium sebagai objek penelitian yang akan dianalisis.

Pembuatan adsorben koran bekas

Kertas koran bekas dipotong kecil- kecil dengan ukuran yang sama. Kemudian dilarutkan dalam NaOH 5% dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 120 menit, lalu disaring kertas Koran yang sudah menjadi pulp menggunakan kertas saring, lalu dicuci akuades sampai pH 6,5-7, pH diatur dengan menambahkan HCl dan NaOH. Lalu dikeringkan dalam oven suhu 105°C hingga beratnya konstan. Hasil pulp yang telah kering kemudian diblender dan diayak agar ukuran yang dihasilkan homogen.

Karakterisasi adsorben koran bekas

Adsorben dikarakterisasi pada parameter kadar air dengan menggunakan metode gravimetri dan bilangan iod dengan menggunakan metode titrasi iodometri.

Adsorpsi kromium dengan Adsorben koran bekas

Adsorben ditimbang sebanyak 0,3 gram, dilarutkan ke dalam larutan kromium 80 ppm sebanyak 100 mL Kemudian Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit. Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring, lalu filtrat yang didapat diukur menggunakan SSA. Setelah filtrat diukur absorbansinya dihitung efisiensi adsorpsi menurut pers. 2 dan kapasitas adsorpsi menurut pers 1.

$$q = \frac{C_o - C_e}{w} \times V \quad (1)$$

Dengan q = kapasitas adsorpsi mg logam/g adsorben, C_o = konsentrasi awal logam (mg/L), C_e = konsentrasi akhir logam (ppm), W = massa adsorben (g) dan V = volume larutan logam (L)

$$\% \text{ efisiensi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan C_o = Konsentrasi awal (ppm), C_e = Konsentrasi akhir (ppm)

Desorpsi kromium pada Adsorben koran bekas dengan larutan HCl

Residu hasil proses adsorpsi sebanyak 0,3 gram yang telah dikeringkan pada suhu 60°C dimasukkan ke dalam 100 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 0,05 M; 0,1M; 0,2 M dan 0,5 M kemudian diaduk selama 60 menit. Setelah proses desorpsi selesai, adsorben dipisahkan dari larutan melalui filtrasi. Filtrat yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan SSA. Setelah filtrat diukur absorbansinya dihitung efisiensi menurut pers. 4 dan kapasitas adsorpsi menurut pers 3.

$$q_d = \frac{C}{w} \times V \quad (3)$$

Dengan q_d = kapasitas desorpsi (mg/g) adsorben, C = Konsentrasi Cr (VI) setelah proses desorpsi (ppm), W = massa adsorben (g) dan V = volume larutan logam (L)

$$\text{efisiensi desorpsi} (\%) = \frac{C}{C_o} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan C_o = Konsentrasi Cr (VI) awal (ppm), C = Konsentrasi Cr (VI) setelah proses desorpsi (ppm)

3. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh HCl terhadap proses desorpsi logam kromium dari adsorben kertas koran bekas. Kertas koran tersusun atas 50,1% selulosa, 16,8% hemiselulosa, 18,1% lignin, 6,8% abu, dan 5,9% kadar air. Kandungan utama berupa selulosa memungkinkan kertas koran dimanfaatkan sebagai

adsorben logam kromium, karena selulosa memiliki gugus aktif –OH dari alkohol dan eter yang dapat berinteraksi secara elektrostatis dengan ion logam bermuatan positif. Selain itu, kertas merupakan material biodegradable sehingga tidak menimbulkan limbah sekunder bagi lingkungan. Tahapan penelitian meliputi pembuatan adsorben dari koran bekas, proses adsorpsi logam Cr, desorpsi menggunakan larutan HCl dengan variasi konsentrasi, analisis kadar logam menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), serta pengolahan data.

Pembuatan Adsorben

Pembuatan adsorben dari kertas koran bekas dilakukan dengan merendam koran yang telah dipotong kecil ke dalam akuades hingga serat melunak dan terbentuk bubur kertas (pulp). Perendaman ini bertujuan untuk melarutkan serta menghilangkan komponen non-selulosa yang masih melekat pada serat kertas. Selanjutnya, pulp diperas dan direndam dalam larutan NaOH 5% untuk menghilangkan sisa tinta, debu, serta pengotor lainnya, sekaligus memperbaiki struktur permukaan adsorben sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Perendaman pulp koran dalam larutan NaOH 5% menyebabkan terjadinya proses alkalisasi selulosa dan pelarutan sebagian lignin serta hemiselulosa. NaOH memutus ikatan ester dan eter pada lignin sehingga pengotor dan tinta mudah terlepas, sementara interaksi NaOH dengan gugus –OH selulosa menyebabkan pembengkakan serat dan peningkatan porositas adsorben. Pulp kemudian disaring menggunakan filtrasi vakum dan dikondisikan hingga mencapai pH netral (6,5–7,0). Setelah pencucian hingga pH netral, struktur selulosa kembali stabil dengan jumlah situs aktif yang lebih terbuka untuk proses adsorpsi logam [10], [11]. Selanjutnya pulp koran dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Hasil pulp koran yang sudah kering lalu dihaluskan dan diayak agar didapatkan ukuran yang seragam. Penyerapan adsorben terhadap adsorbat sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel adsorben. Semakin kecil ukuran partikel adsorben, maka semakin besar luas permukaan sehingga semakin banyak adsorbat yang terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar, sehingga penyerapannya menjadi lebih baik. Rendemen yang dihasilkan pada pembuatan adsorben ini sebesar 62%.

Karakterisasi Adsorben

Tabel 1 Hasil pengujian kadar air dan kadar abu pada adsorben Koran bekas

Jenis Uji	Hasil Penelitian	SNI 06-3730-1995
Kadar Air	0,99%	Maksimal 15%
Daya serap Iod	350,527 mg/g	≥ 750 mg/g

Pada adsorben yang dibuat kadar air menunjukkan nilai sebesar 0.99%. hal ini menunjukkan bahwa kadar air memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Hal ini menunjukkan kualitas adsorben baik sehingga situs aktif untuk menyerap banyak tersedia karena hilangnya uap air selama proses pemanasan. Sedangkan Nilai daya serap iodin adsorben sebesar 350,527 mg/g berada di bawah persyaratan SNI 06-3730-1995 (≥ 750 mg/g), sehingga adsorben belum memenuhi standar mutu karbon aktif teknis. Hal ini mengindikasikan kapasitas mikropori dan luas permukaan spesifik yang relatif rendah karena belum terbentuknya struktur mikropori yang optimal akibat tidak dilakukannya proses aktivasi suhu tinggi, selain itu juga kandungan abu dan lignin yang tinggi yang menutupi pori aktif dan menghambat akses iodin ke permukaan internal adsorben [12].

Adsorpsi kromium dengan Adsorben koran bekas

Pada tahap ini terjadi pengontakan antara adsorben koran bekas dengan logam Cr, dimana 0,3 gram adsorben, dilarutkan ke dalam larutan kromium 70 ppm sebanyak 100 mL Kemudian Larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 60 menit. Hasil adsorpsi dianalisis dengan menggunakan SSA. Hasil efisiensi penyerapan Cr dan kapasitas adsorpsi koran bekas terhadap logam Cr (VI) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian kadar air dan kadar abu pada adsorben Koran bekas

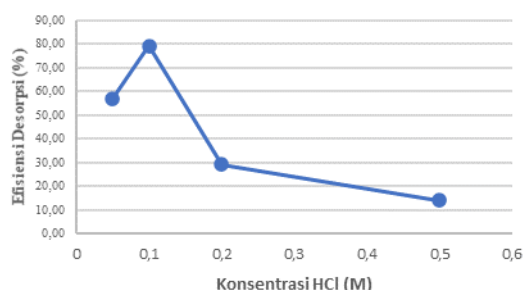
Sampel	1	2	3	4
Konsentrasi awal (mg/L)	80,52	80,52	80,52	80,52
Rata rata konsentrasi akhir adsorpsi (mg/L)	76,26	78,39	76,97	73,65
Rata rata persen adsorpsi (%)	5,28%	2,63%	4,40%	8,52%
Rata rata kapasitas adsorpsi (mg/g)	1,41 mg/g	0,66 mg/g	1,17 mg/g	2,24 mg/g

Proses adsorpsi diawali dengan proses difusi, dimana ion Cr di larutan bergerak menuju permukaan adsorben. gugus fungsi polar seperti –OH (hidroksil) dari struktur selulosa karbon teraktivasi. Gugus-gugus ini menyediakan pasangan elektron bebas yang dapat berinteraksi dengan ion logam melalui gaya elektrostatis atau pembentukan kompleks koordinasi lemah.[13]. Pada penelitian ini didapatkan rata-rata efisien adsorpsi sebesar 5% dengan kapasitas adsorpsi 1.37 mg/g. rendahnya nilai penyerapan dapat

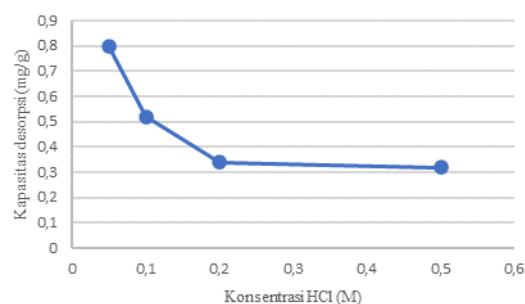
disebabkan struktur pori adsorben dari koran bekas yang digunakan belum berkembang optimal, sehingga luas permukaan spesifik dan jumlah situs aktif yang tersedia masih terbatas; tidak dilakukannya aktivasi suhu tinggi atau aktivasi kimia yang memadai mengakibatkan struktur mikropori tidak berkembang secara efektif, sehingga kemampuan adsorben untuk menahan ion logam secara fisiko-kimia juga rendah [14], [15], [16]

Desorpsi kromium pada Adsorben koran bekas dengan larutan HCl

Pada tahap ini dilakukan desorpsi dengan tujuan membantu mengembalikan kemampuan adsorben (koran bekas) untuk mengikat ion krom, sehingga adsorben dapat digunakan kembali dalam proses yang sama atau berbeda. Proses desorpsi pada penelitian dilakukan menggunakan larutan HCl dengan variasi konsentrasi 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,5 M. Adsorben hasil adsorpsi yang telah dikeringkan dengan oven kemudian dilakukan proses desorpsi pada variasi konsentrasi larutan HCl konsentrasi 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,5 M sebanyak 100 ml dikontakkan selama 60 menit. Selanjutnya yaitu hasil pemeriksaan AAS pada sampel desorpsi. Penggunaan larutan HCl sebagai agen pendesorpsi terjadi melalui mekanisme pertukaran ion, ion H^+ dari larutan asam memprotonasi gugus hidroksil dan karboksil pada permukaan selulosa, sehingga melemahkan interaksi elektrostatis antara adsorben dan ion kromat. Akibatnya, ion Cr (VI) terlepas kembali ke dalam larutan dan situs aktif adsorben dapat diregenerasi untuk penggunaan ulang. Keberadaan gugus hidroksil ($-OH$) dan karboksil ($-COOH$) pada material berbasis biomassa mendukung efektivitas desorpsi karena gugus tersebut mudah terprotonasi dan melepaskan ion logam yang terikat[9], [17]. Hasil desorpsi Cr (VI) pada adsorben koran bekas dengan menggunakan larutan HCl ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 1 efisiensi desorpsi Cr (VI) pada adsorben koran bekas dengan menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,5 M.



Gambar 2 Kapasitas desorpsi Cr (VI) pada adsorben koran bekas dengan menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,5 M.

Gambar 1 menunjukkan bahwa larutan HCl pada konsentrasi 0,05 M – 0,1 M menunjukkan kenaikan efisiensi desorpsi, pada konsentrasi 0,05 M sebesar 57,09 % dan 0,1 M sebesar 79,20%. Hal ini dikarenakan larutan asam membentuk ion H^+ yang akan memprotonasi gugus aktif pada permukaan adsorben ($-OH$ dan $-COOH$) sehingga terjadi interaksi elektrostatis dengan ion Cr(VI) melemah dan Ion Cr (VI) dapat lepas kembali ke larutan. Sedangkan pada konsentrasi 0,2 M – 0,5 M terjadi penurunan efisiensi desorpsi. Pada 0,2 M, efisiensi desorpsi sebesar 29,07% dan Pada 0,5 M sebesar 14,08% hal ini dapat dikarenakan dengan semakin tingginya konsentrasi asam menyebabkan terlalu banyak H^+ yang membuat protonasi berlebihan pada permukaan adsorben, sehingga struktur pori menjadi kurang efektif untuk membebaskan Cr (VI). Hal ini juga berdampak pada penetrasi massa yang kurang efektif karena ion H^+ mendominasi lingkungan permukaan. Konsentrasi HCl yang tinggi dapat menyebabkan hidrolisis atau degradasi struktur permukaan adsorben sehingga memecah gugus fungsional atau merusak jaringan mikropori. Konsentrasi HCl yang memberikan efisien desorpsi terbaik berada pada konsentrasi 0,1 M sebesar 79,20%.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kapasitas desorpsi menurun dengan meningkatnya konsentrasi larutan HCl. dari 0,80 mg/g (0,05 M) menjadi 0,32 mg/g (0,5 M). Penurunan ini menunjukkan HCl pekat bersifat asam kuat, jumlah Cr(VI) yang dapat dilepaskan per gram adsorben justru menurun, akibat terganggunya stabilitas gugus aktif dan struktur pori. Ketika gugus aktif berubah/berkurang, jumlah situs efektif untuk berinteraksi dengan ion logam ikut menurun[7]. Konsentrasi HCl sebagai agen pendesorpsi mempengaruhi kemampuan untuk melepas logam Cr (VI) dalam adsorben koran bekas, hal ini dibuktikan dengan uji statistik menggunakan anova satu arah didapatkan hasil bahwa nilai sig (0,006) < 0,05. Selain terhadap efisiensi desorpsi, konsentrasi HCl berpengaruh terhadap nilai

kapasitas adsorpsi dengan ditunjukkannya nilai sig (0.00) < 0.05.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, efisiensi desorpsi kromium dengan variasi konsentrasi HCl 0,05M; 0,1M; 0,2M; dan 0,5 M sebesar 57,08%, 79,2%, 29,07% dan 14,07% dan kapasitas desorpsi sebesar 0,80 mg/g, 0,52 mg/g, 0,34 mg/g dan 0,32 mg/g. Hasil uji ANOVA satu arah didapatkan nilai sig 0,006 < 0,05, terdapat perbedaan yang signifikan yang menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap proses desorpsi logam kromium pada adsorben koran bekas. kapasitas desorpsi terbesar pada kromium sebesar 0,52 mg/g dengan persen desorpsi sebesar 79,2% menggunakan HCl 0,1M.

5. Daftar Pustaka

1. D. A. ., A. K. T. I. A. K. G. Z. K. Gkika, "The adsorption-desorption-regeneration pathway to a circular economy: The role of waste-derived adsorbents on chromium removal," *Separation and Purification Technology*, vol. 368, pp. 1-25, 2025.
2. R. S. R. E. K. N. A. M. K. A. M. S. A. ., R. P. M. Y. A. Putri, "Analisis Kandungan Logam Berat Fe, Ni, Pb, dan Cr di Kawasan Muara, Mangrove, dan Green Canyon Sungai Cijulang di Pangandaran," *Jurnal Kartika Kimia*, vol. 7, no. 10, pp. 1-10, 2024.
3. P. Pudyaningtyas, H. Gamu, Rinaldy and Mardiah, "ADSORBEN DARI KORAN BEKAS DENGAN MODIFIKASI ASAM SITRAT," *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 6, no. 3, pp. 139-141, 2017.
4. M. D. S. I. A. A. B. Deghani, "Removal of chromium(VI) from aqueous solution using treated waste newspaper as a low-cost adsorbent: Kinetic modeling and isotherm studies," *Journal of Molecular Liquids*, vol. 215, pp. 671-679, 2016.
5. Herlenasari, Agustina, M. Sari and Mardiah, "pembuatan adsorben dari koran bekas untuk mengurangi," *Journal Of Chemical Process Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 16-22, 2017.
6. S. Pratiwi and R. Fauzi, "PENGARUH pH TERHADAP PENYERAPAN ION LOGAM Cr(III)," *Jurnal Analisis Kimia*, vol. 6, no. 2, pp. 28-31, 2022.
7. T. S. Renu, "A review on regeneration of adsorbent and recovery of metals: Adsorbent disposal and regeneration mechanism," *South African Journal of Chemical Engineering*, vol. 50, pp. 39-50, 2024.
8. P. Himashu, "Review on solvent desorption study from exhausted adsorbent," *Journal of Saudi Chemical Society*, vol. 25, pp. 1-11, 2021.
9. J. M. A. K. P.-b. Bayaou, "Desorption of chromium (VI) and lead (II) ions and regeneration of the exhausted adsorbent," *Applied Water Science*, vol. 171, no. 10, pp. 1-6, 2020.
10. C. Jiang and J. Ma, "De-inking of waste paper: flotation," 2000.
11. R. Marzoukia, A. Brahmia, S. Bondock, S.M.A.S. Keshka, M. F. Zidb, A. G. Al-Sehemia, A. Koschellag, and T. Heinzeg, "Mercerization effect on structure and electrical properties of cellulose: Development of a novel fast Na-ionic conductor," *Carbohydr. Polym.*, vol. 221, pp. 29-36, 2019, doi: 10.1016/J.CARBPOL.2019.05.083.
12. M. A. A. Mariah, K. Rovina, J. M. Vonnice, and K. H. Erna, "Characterization of activated carbon from waste tea (*Camellia sinensis*) using chemical activation for removal of methylene blue and cadmium ions," *S. Afr. J. Chem. Eng.*, vol. 44, pp. 113-122, 2023, doi: 10.1016/J.SAJCE.2023.01.007.
13. A. Q. Izza and R. S. Pujiati, "Penurunan logam berat kromium dengan arang aktif batang tembakau pada limbah cair batik," *Jurnal Kesehatan Tambusai*, vol. 6, no. 2, pp. 4683-4689, 2025.
14. L. Nurohmah, P. A. Wulandari, and R. Fathoni, "Kemampuan adsorpsi logam berat Cu dan Pb dengan menggunakan adsorben kulit jagung (*Zea Mays*)," *Jurnal Chemurgy*, vol. 3, no. 2, pp. 18-22, 2019.
15. R. Alfi, F. Lubis, H. I. Nasution, and M. Zubir, "Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification," *Journal of Chemical Science and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 67-73, 2020.
16. K. Malini, D. Selvakumar, and N. S. Kumar, "Activated carbon from biomass: Preparation, factors improving basicity and surface properties for enhanced CO₂ capture capacity – A review," *Journal of CO₂ Utilization*, vol. 67, p. 102318, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.JCOU.2022.102318.
17. D. L. Gómez-Aguilar et al., "Desorption of Coffee Pulp Used as an Adsorbent Material for Cr(III and VI) Ions in Synthetic Wastewater: A Preliminary Study," *Molecules*, vol. 27, no. 7, pp. 1-16, Mar. 2022, doi: 10.3390/MOLECULES27072170.