

**ANALISIS PENURUNAN KADAR KROM (Cr) LIMBAH
LABORATORIUM MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN
KARBON AKTIF**

***THE LEVELS OF CHROME (Cr) USING ZEOLITE WASTE AND
CARBON ACTIVE***

Laila Febrina, Linda Noviana dan Ulfa Ni'mah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH. No. 84. Tebet - Jakarta Selatan, 12870
e-mail : lailahardian@gmail.com

ABSTRAK

Laboratorium lingkungan salah satu penghasil limbah B3 yang berbahaya yang berasal dari hasil analisis COD. Limbah ini banyak mengandung Krom yang sangat tinggi. Keracunan Kromium dapat menyebabkan gangguan pada paru-paru, maka limbah krom harus diolah sebelum dibuang ke perairan. Dalam penelitian ini, kemampuan adsorpsi karbon aktif dan zeolit terhadap limbah krom dari limbah laboratorium dipelajari. Tahapan analisisnya meliputi preparasi sampel limbah, penentuan berat optimum dan waktu optimum adsorpsi kromium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif efisien pada berat 7 gram dan waktu serapan 90 menit dengan nilai kapasitas dan efisiensi adsorpsi sebesar 0,43 mg/l dan 99,37% sementara zeolit efisiensi pada berat 10 gram dan waktu serapan 120 menit dengan nilai kapasitas dan efisiensi adsorpsi sebesar 0,47 mg/l dan 99,32 %. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kompetisi dengan logam-logam yang ada dalam limbah. Akan tetapi penyerapan krom oleh zeolit lebih sedikit ampas yang dihasilkan dan biaya produksi yang dibutuhkan

Kata Kunci: Limbah Analisis COD, Kandungan Krom, Zeolite, Karbon Aktif

ABSTRACT

Laboratory environment is one of the largest producers hazardous waste B3 derived from analysis of COD . This waste contains a lot of very high Krom . toxicity of Chromium can caused disturbances in pulmonary = lungs , therefore the chrome waste must be treated before being discharged into parairan . the objective of this research was to evaluate the ability of activated carbon and zeolite adsorption on chromium waste from laboratory wastes. The step of analysis include waste water analysis preparation, determination of optimum weight and optimum adsorption time chromium The results showed that activated carbon efficient on weight 7 grams and absorption time of 90 minutes with a rated capacity and efficiency of adsorption of 0,43 mg / l and 99,37 % as efficient Zeolite on weight 10 grams and absorption time of 120 minutes with a rated capacity and adsorption efficiency of 0,47 mg / l and 99,32 % . This was probably due to competition with other metals also present in the waste . However, the absorption of chromium by zeolite less in pulp produced and the production costs are needed.

Keywords: COD, Crom, Zeolite, Charcoal

1. Pendahuluan

Pencemaran air akibat kegiatan manusia tidak hanya disebabkan oleh limbah rumah tangga, tetapi juga oleh limbah pertanian dan limbah industri.

Laboratorium Lingkungan Hidup yang bergerak di bidang jasa. Laboratorium ini bergerak dibidang jasa dalam pengujian analisa limbah dengan berbagai macam jenis analisa.

Kegiatan pengujian di laboratorium cukup padat sehingga sudah tentu volume air limbah yang dihasilkan cukup banyak. Karakteristik air limbah laboratorium dapat dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat dalam air limbah laboratorium adalah logam berat seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), *Krom* (Cr), dan Merkuri (Hg). Selain itu terdapat juga zat padat terlarut (TDS), Amoniak (NH₃) Nitrit (NO₂) dan tentu saja pengaruh derajat keasaman (pH). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.85 Tahun 1999, bahwa unsur-unsur di atas merupakan senyawa yang tergolong Bahan Berbahaya dan Beracun. Dengan demikian perlu dilakukan penanganan air limbah laboratorium dengan serius agar tidak mencemari lingkungan.

Kegiatan pembuangan limbah cair laboratorium ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain belum adanya teknik pengolahan yang efektif dengan biaya terjangkau. Beberapa laboratorium telah menerapkan praktek pengelolaan dengan cara memisahkan dan mengumpulkan limbah cair berbahaya dan beracun terpisah dari limbah cair yang tidak berbahaya. Akan tetapi, setelah terkumpul dalam jumlah banyak, masalah sering muncul berkaitan dengan cara pengolahan/pembuangan limbah tersebut. Alternatif untuk mengirim limbah tersebut ke tempat pengolahan limbah B3 milik pihak ketiga sering menghadapi masalah prosedur dan biaya.

Salah satu pencemar yang harus diperhatikan dalam pengelolaan lingkungan adalah logam berat. Pembuangan limbah terkontaminasi oleh logam berat ke dalam sumber air bersih (air tanah atau air permukaan) menjadi masalah utama pencemaran karena sifat toksik dan takterdegradasi secara biologis (*nonbiodegradable*). Contoh limbah logam berat berbahaya yang adalah limbah analisis COD rutin yang biasa dilakukan di laboratorium. Akibat dari penggunaan berbagai bahan kimia dalam analisis tersebut, sisa analisis COD bersifat sangat asam dan mengandung logam berat Hg, Ag, dan Cr dalam konsentrasi tinggi. Sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, batas maksimal Cr total yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 0,5 mg/L. Kandungan Cr yang melebihi baku mutu menjadi alasan utama dilakukannya penelitian ini.

Pada penelitian ini digunakan karbon aktif dan zeolit sebagai bahan pengolahan karena karbon aktif atau biasa disebut arang aktif dapat berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, bahan tersebut antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara. Selain itu karbon aktif juga digunakan sebagai bahan dalam membantu kegiatan analisa dalam laboratorium. Sedangkan zeolit merupakan salah satu pilihan lain senyawa pengabsorb selain karbon aktif yang mudah diperoleh di alam sebagai bahan pembanding pengolahan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh cara sederhana yang efektif untuk menyisahkan logam beratterlarut *krom* (Cr) dari limbah cair laboratorium dengan metode adsorbsi dengan karbon aktif dan *zeolit*, mencakup kondisi proses, tingkat penyisihan dan

kualitas hasil olahan yang dapat dicapai. Informasi dari penelitian ini dapat bermanfaat dalam penanganan awal sebelum pengelolaan limbah cair laboratorium lebih lanjut.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif untuk melihat seberapa besar efisiensi penurunan kadar Krom dalam limbah hasil kegiatan analisis COD di laboratorium dengan metode absorpsi dengan skala laboratorium

2.1. Peralatan dan Bahan Penelitian

A. Peralatan Penelitian

1. Gelas piala (beaker glass) 1 L
2. Botol sample
3. Pipet
4. Neraca analitik
5. Pengaduk magnetik
6. Tabung nessler
7. Corong
8. Stopwatch
9. Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) *Shimadzu AA-6300*

B. Bahan Penelitian

1. Limbah hasil analisis COD
2. Karbon aktif
3. Zeolit
4. Kertas saring

2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap antara lain :

A. Preparasi dan perlakuan awal sampel.

Pengambilan sampel limbah analisis COD yang dilakukan secara acak di pagi hari (jam 9), siang (jam 12), dan sore hari (jam 15). Pengambilan sampel di bedakan berdasarkan waktu produksi limbah yang dihasilkan. Dalam satu jam limbah yang di hasilkan rata-rata ± 150 ml, dan itu berlangsung terus menerus di tiap jamnya. Pengambilan di 3 waktu yang berbeda dapat mewakili di tiap 3 jam waktu produksi limbah dalam satu hari jam kerja. Sampel limbah tersebut di kumpulkan di satu wadah piala gelas 1L. Sebelum di olah sampel dilakukan pengukuran kadar Krom dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Limbah sebelum diolah dilakukan penetralan pH hingga pH 7.

B. Pengaruh berat terhadap kapasitas serapan.

a) Serapan Karbon Aktif

Diambil sebanyak 50 ml sampel limbah, kemudian ditambahkan karbon aktif dari berbagai variasi berat penimbangan yaitu dari 1 gram, 3 gram, 7 gram, 10 gram, dan 15 gram. Dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk magnetik dengan waktu pengadukan selama 15 menit. Dilakukan penyaringan dengan kertas saring whatman 42, kemudian hasil saringan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

b) Serapan Zeolit

Diambil sebanyak 50 ml sampel limbah, kemudian ditambahkan zeolit dari berbagai variasi berat penimbangan yaitu dari 1 gram, 3 gram, 7 gram, 10 gram, dan 15 gram. Dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk magnetik dengan waktu pengadukan

selama 15 jam. Dilakukan penyaringan dengan kertas saring whatman 42, kemudian hasil saringan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

C. Pengaruh waktu terhadap kapasitas serapan.

a) Serapan Karbon Aktif

Sebanyak 50 ml sampel limbah ditambahkan karbon aktif sebanyak berat optimum, lakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk magnetik. Pengadukan dilakukan dengan waktu yang berbeda-beda, selama, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman 42. Hasil saringan siap diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

b) Serapan Zeolit

Sebanyak 50 ml sampel limbah ditambahkan zeolit sebanyak berat optimum, lakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk magnetik. Pengadukan dilakukan dengan waktu yang berbeda-beda, selama, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Kemudian lakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman 42. Hasil saringan siap diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini jenis sampel yang digunakan adalah sampel limbah sisa hasil analisis COD di laboratorium yang dihasilkan setiap harinya saat kegiatan laboratorium. Untuk mewakili semua sampel yang dihasilkan sampel limbah diambil pada waktu yang berbeda dalam satu hari yaitu pada pagi hari yaitu pada pukul 09.00 WIB, siang hari pada pukul 12.00 WIB, dan terakhir pada sore hari pada pukul 15.00 WIB. Selanjutnya sampel tersebut dicampur dalam satu wadah dan di homogenkan. Berikut Tabel 1. sampling sampel limbah :

Tabel.1. Waktu Sampling Limbah

No	Waktu Sampling	Jumlah Sampel
1	09.00 WIB	1 L
2	12.00 WIB	1 L
3	15.00 WIB	1 L

Sampel limbah COD tersebut dihomogenkan disatu wadah, kemudian limbah tersebut sebelumnya dikondisikan pH netral yaitu pH 7, dari pH awal bersifat sangat asam, karena kondisi asam pada limbah ini berasal dari asam H_2SO_4 yang bersifat mengawetkan senyawa organik bukan sebagai pelarut logam dan juga untuk menghindari terjadinya kerusakan pada alat pengukuran. Limbah setelah dinetralkan terdapat endapan pada limbah setelah penetralan pH. Karena adanya endapan maka selanjutnya dilakukan penyaringan dan hasil saringan digunakan sebagai sampel limbah yang akan diolah lebih lanjut dengan menggunakan zeolit dan karbon aktif.

3.2. Hasil Uji Pengaruh Berat Terhadap Kapasitas Serapan.

A. Karbon Aktif

Adsorpsi karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif komersial yang mudah didapat di toko kimia dan banyak digunakan di laboratorium. Dalam penelitian dilakukan pengadukan campuran sampel dan karbon aktif selama 15 menit yang bertujuan agar terjadi interaksi antara sampel limbah dan karbon aktif dengan baik dan homogen. Setelah dilakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk magnetik

kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman 42. Filtrat hasil saringan diambil dan dilakukan pengukuran Cr dengan menggunakan AAS.

.Pada adsorpsi dengan karbon aktif ini dilakukan dengan variasi berat. Variasi berat karbon aktif ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jumlah penggunaan karbon aktif untuk menurunkan kadar Cr dalam limbah. Sehingga dari variasi ini diharapkan dapat diperoleh bobot optimum penggunaan karbon aktif dalam penyerapan kromium. Hasil pengolahan limbah COD menggunakan karbon aktif dengan variasi berat dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian penyerapan Cr oleh Karbon aktif terhadap perbedaan berat

Ulangan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan (15 menit)				
		b1	b2	b3	b4	b5
1	68,59	19,248	10,833	5,688	5,381	5,377
2		20,546	12,007	5,873	6,087	5,670
3		19,134	10,949	6,309	5,567	5,348
Total	68,59	58,93	33,79	17,87	17,04	16,40
Rata-rata	68,59	19,64	11,26	5,96	5,68	5,47
Persen Removal		71,36	83,58	91,32	91,72	92,03

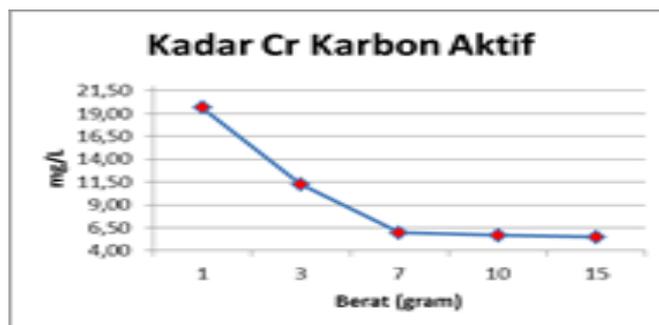
ket : b = berat karbon aktif,

b1 = 1 gram, b2 = 3 gram, b3 = 7 gram, b4 = 10 gram, b5 = 1.

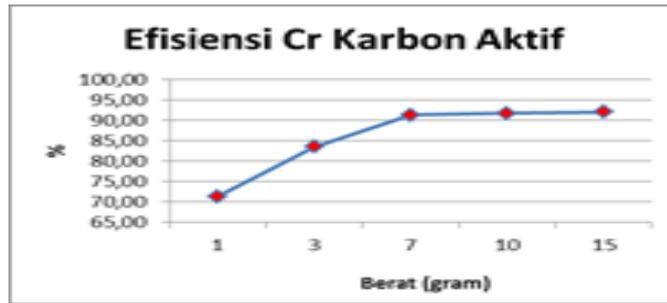
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa terjadi perubahan nilai Cr antara sebelum pengolahan dengan setelah dilakukannya pengolahan. Pada sebelum pengolahan nilai Cr diperoleh sebesar 68,59 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan terjadi penurunan Cr setiap penambahan berat karbon aktif. Nilai efisiensi penyerapan Cr maksimal terjadi pada penambahan berat karbon aktif 7 g yaitu rata-ratanya sebesar 91,32%.

Sementara itu penambahan lebih dari 7 g penyerapan Cr mulai stabil dan tidak mengalami perubahan yang sangat signifikan terdapat pada Gambar 1. Berdasarkan tabel 2 nilai F hitung 430,48 lebih besar dari nilai F tabel yang nilainya 3,48, maka dapat disimpulkan kita menolak H_0 bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap berat karbon aktif yang digunakan. Interaksi antara Cr dengan karbon aktif melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat (Cr) mendekat ke permukaan adsorben (karbon aktif) melalui gaya *van der Waals* atau melalui ikatan hidrogen. Kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisika. Dalam adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat.

Berikut adalah grafik hubungan variasi berat karbon aktif terhadap konsentrasi Cr dan grafik persen penyerapan Cr dengan karbon aktif Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik hubungan Kadar Cr terhadap karbon aktif dengan perbedaan berat



Gambar. 2. Grafik efisiensi Cr terhadap karbon aktif dengan perbedaan berat

Pada Gambar 1 terlihat jelas bahwa pada berat karbon aktif sebanyak 7 g nilai serapan Cr mencapai batas maksimal, sementara lebih dari 7 g nilai serapan tidak mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena pada berat 7 g karbon aktif mencapai batas kemampuan dalam menyerap Cr. Karbon aktif mengalami sifat jenuh pada batas 7 g dan pada 10 g dan 15 g nilai efisiensi Cr terlihat stabil. Berikut hasil perhitungan RAL

Tabel 3. Penyelesaian RAL Karbon aktif terhadap berat

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	448,12	112,03	430,48	3,48	5,99
Galat	10	2,6024	0,26			
Total	14	450,72				

B. Zeolit

Percobaan selanjutnya adalah adsorpsi dengan menggunakan zeolit yang dicampurkan dengan sampel limbah COD kemudian dilakukan pengadukan magnetik selama 15 menit seperti yang dilakukan pada adsorpsi karbon aktif agar interaksi zeolit dengan sampel limbah berjalan dengan baik dan merata. Filtrat hasil adsorpsi zeolit kemudian di saring dengan Whatman 42, kemudian diambil untuk dilakukan pengukuran Cr lebih lanjut dengan menggunakan AAS.

Hasil saringan setelah pengolahan dengan zeolit sedikit lebih keruh dibandingkan dengan hasil saringan dengan menggunakan karbon aktif. Hal ini disebabkan karena ruang-ruang dari alumina-silikat zeolit tidak banyak menyerap gas seperti pada karbon aktif. Zeolit mampu menyerap kation yang memiliki muatan positif karena adanya muatan negatif pada rongga zeolit.

Perbedaan berat zeolit ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jumlah penggunaan zeolit untuk menurunkan kadar Cr dalam limbah. Sehingga dapat diketahui seberapa besar berat optimum penggunaan zeolit dalam penyerapan kromium. Hasil pengolahan limbah COD menggunakan zeolit dengan variasi berat dapat dilihat pada Tabel 4..

Tabel 4. Hasil pengujian penyerapan Cr oleh Zeolit terhadap perbedaan berat

Ulangan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan (15 menit)					Total
		b1	b2	b3	b4	b5	
1	68,59	18,94	15,25	13,85	8,36	8,36	64,76
2		18,77	16,54	13,98	8,44	8,43	66,16
3		19,68	15,99	12,38	7,96	7,89	63,90
Total	68,59	57,39	47,78	40,21	24,76	24,68	194,82
Rata-rata	68,59	19,13	15,93	13,40	8,25	8,23	
Persen Removal		72,11	76,78	80,46	87,97	88,01	

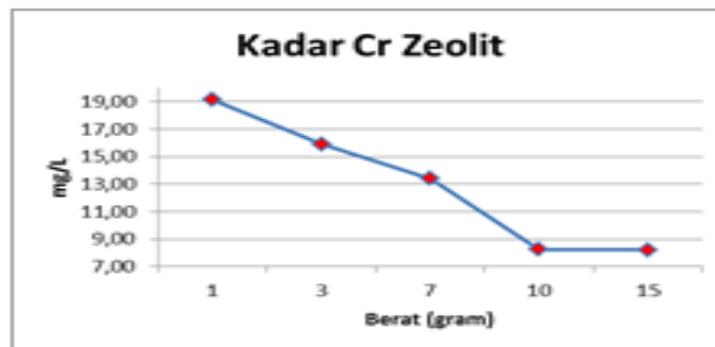
ket : b= berat zeolit,

b1 = 1 gram, b2 = 3 gram, b3 = 7 gram, b4 = 10 gram, b5 = 15 gram

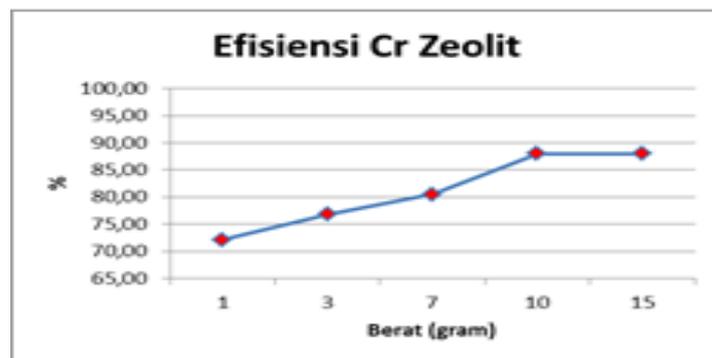
Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa terjadi perubahan nilai Cr antara sebelum pengolahan dengan setelah dilakukannya pengolahan. Pada sebelum pengolahan nilai Cr diperoleh sebesar 68,59 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan terjadi penurunan Cr setiap penambahan berat zeolit. Nilai efisiensi penyerapan Cr maksimal terjadi pada penambahan berat zeolit 10 g yaitu rata-ratanya sebesar 87,97 %. Sementara itu penambahan lebih dari 10 g penyerapan Cr mulai stabil dan tidak mengalami perubahan yang sangat signifikan. Berdasarkan tabel 4 nilai F hitung diperoleh 215,73 lebih besar dari nilai F tabel yang nilainya 3,48, maka dapat disimpulkan kita menolak H_0 bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap berat zeolit yang digunakan

Mekanisme pertukaran kation pada larutan dimana kation (Cr) dari larutan menembus lapisan air dari butiran zeolit lalu masuk ke dalam saluran zeolit melalui difusi molekular. Kemudian terjadi pertukaran, selanjutnya kation zeolit dibebaskan ke dalam larutan. Proses pertukaran akan berakhir saat mencapai kesetimbangan, yaitu keadaan dengan perbandingan konsentrasi kation yang terserap pada zeolit terhadap kation dalam larutan mencapai maksimum. Dalam keadaan setimbang, laju penyerapan adsorbat (Cr) oleh adsorben (zeolit) sama dengan laju desorpsi (pelepasan adsorbat yang telah terikat kembali ke dalam larutan)

Berikut adalah grafik hubungan variasi berat karbon aktif terhadap konsentrasi Cr dan grafik persen penyerapan Cr dengan karbon aktif Gambar 3 dan 4



Gambar 3. Grafik hubungan Kadar Cr terhadap Zeolit dengan perbedaan berat.



Gambar 4. Grafik efisiensi Cr terhadap zeolit dengan perbedaan berat

Berdasarkan Gambar 4. terlihat jelas bahwa pada berat karbon aktif sebanyak 10 g nilai serapan Cr mencapai batas maksimal, sementara lebih dari 10 g nilai serapan tidak mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena pada berat 10 g zeolit mencapai batas kemampuan dalam menyerap Cr. Zeolit mengalami sifat jenuh pada batas 7 g dan pada 10 g dan 15 g nilai efisiensi Cr terlihat stabil. Berikut hasil perhitungan RAL pada Tabel 5.

Tabel 5. Penyelesaian RAL Zeolit terhadap berat

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	274,8822	68,7206	215,73	3,48	5,99
Galat	10	3,1855	0,3185			
Total	14	278,0677				
Faktor Koreksi	2530,361					

3.3. Pengaruh waktu terhadap kapasitas serapan.

Proses adsorpsi untuk menentukan waktu serapan menggunakan proses pengadukan. Lama pengadukan dapat mempengaruhi proses adsorpsi karena dapat menyebabkan naiknya kecepatan reaksi dengan menurunnya ketebalan lapisan pelarut yang mengelilingi adsorben. Variasi lama pengadukan yang dilakukan terhadap larutan kromium diperlukan untuk menentukan waktu kontak yang tepat agar penempelan molekul adsorbat dapat berlangsung optimum. Waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan karbon aktif dan zeolit untuk menyerap kromium.

Waktu serapan yang cukup diperlukan karbon aktif dan zeolit agar dapat mengadsorpsi logam secara optimal. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel bahan adsorb untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat di dalam pori-pori arang aktif. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu kontak tidak lagi berpengaruh.

A. Karbon aktif

Hasil analisis pengolahan limbah COD oleh karbon aktif terhadap waktu serapan yang berbeda-beda dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini,

Tabel 6. Hasil pengujian penyerapan Cr oleh Karbon aktif terhadap perbedaan waktu serapan

Ulangan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan (Bobot 7 gram)					Total
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	68,59	5,38	3,24	1,72	0,35	0,35	11,05
2		5,47	3,31	1,75	0,46	0,46	11,45
3		5,83	3,89	1,77	0,49	0,49	12,46
Total	68,59	16,68	10,44	5,24	1,30	1,30	34,96
Rata-rata	68,59	5,56	3,48	1,75	0,43	0,43	
Persen Removal		91,90	94,93	97,45	99,37	99,37	
F Hitung	377,08						
F Tabel	5%	3,48					

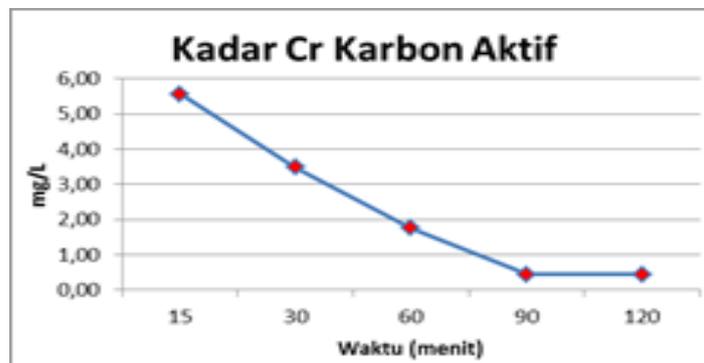
Ket : T1 = 15 Menit, T2 = 30 Menit, B3 = 60 Menit, B4 = 90 Menit, B5 = 120 Menit.

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa waktu maksimum penyerapan Cr oleh karbon aktif terjadi pada waktu pengadukan selama 90 menit, terjadi penurunan Cr yang signifikan dari nilai Cr awal sebesar 68,59 mg/l menjadi sebesar 0,43 mg/l dengan besar serapan 99,37 %. Sedangkan pada menit 15 dan 20 belum berubah drastis hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Cr sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif.

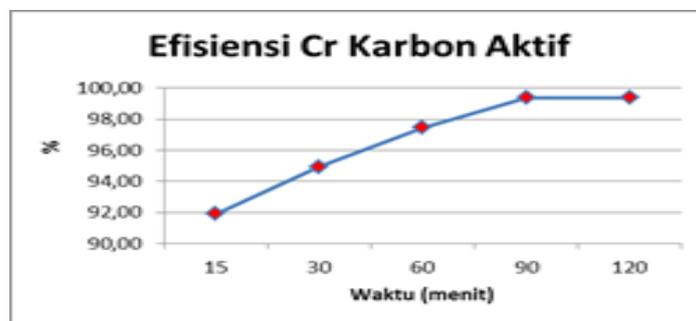
Berdasarkan Tabel 6 nilai F hitung diperoleh 377,08 lebih besar dari nilai F tabel yang nilainya 3,48, maka dapat disimpulkan kita menolak H_0 bahwa terdapat perbedaan nyata

terhadap lama waktu serapan karbon aktif yang digunakan. Semakin lama waktu pengadukan, kemampuan arang aktif untuk mengikat Cr akan semakin besar. Hal ini karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel karbon aktif dengan logam Cr.

Sementara waktu pengadukan lebih dari 90 menit nilai serapan tidak berbeda jauh dari pengadukan 90 menit. Kapasitas adsorpsi permukaan karbon aktif telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi Cr dalam adsorben dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada waktu kontak diatas 90 menit menjadi konstan atau hamper sama, jika permukaan tertutup oleh lapisan molekuler, maka kapasitas adsorpsi menjadi konstan. Diperoleh pada nilai waktu maksimum pengadukan karbon aktif terhadap limbah COD yaitu pada 90 menit pertama. Berikut grafik hubungan kandungan Cr terhadap perbedaan waktu pengadukan pada pada Gambar 4.9 dan grafik hubungan efisiensi penyerapan Cr oleh karbon aktif terhadap perbedaan waktu pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik hubungan Kadar Cr terhadap Karbon aktif dengan perbedaan waktu.



Gambar 6. Grafik efisiensi Cr terhadap Karbon aktif dengan perbedaan waktu.

Tabel 7. Penyelesaian RAL Karbon Aktif terhadap waktu serapan

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	57,8333	14,4583	377,08	3,48	5,99
Galat	10	0,3834	0,0383			
Total	14	58,2168				
Faktor Koreksi	81,4671					

B. Zeolit

Hasil analisis pengolahan limbah COD oleh karbon aktif terhadap waktu serapan yang berbeda-beda dapat dilihat pada Tabel 8. berikut ini,

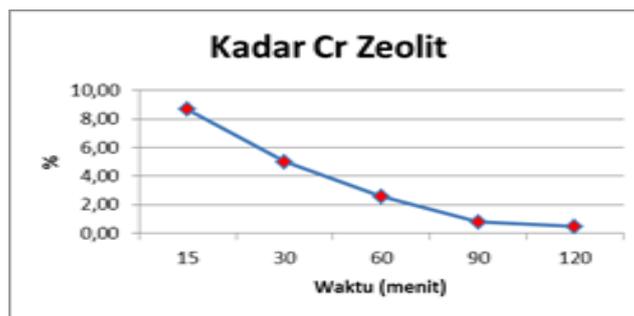
Tabel 8. Hasil pengujian penyerapan Cr oleh Zeolit terhadap perbedaan waktu serapan.

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	57,8333	14,4583	377,08	3,48	5,99
Galat	10	0,3834	0,0383			
Total	14	58,2168				
Faktor Koreksi	81,4671					

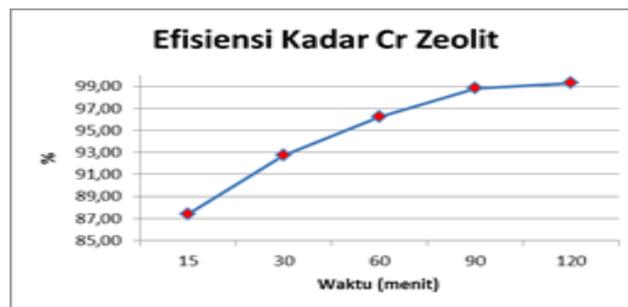
Berdasarkan Tabel 8. dapat dilihat bahwa waktu maksimum penyerapan Cr oleh zeolit terjadi pada waktu pengadukan selama 120 menit, terjadi penurunan Cr yang signifikan dari nilai Cr awal sebesar 68,59 mg/l menjadi sebesar 0,47 mg/l dengan besar serapan 99,32 %. Sedangkan pada menit 15, 30 dan 60 belum berubah drastis hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Cr sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif.

Berdasarkan Tabel 8 nilai F hitung diperoleh 411,69 lebih besar dari nilai F tabel yang nilainya 3,48, maka dapat disimpulkan kita menolak H_0 bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap lama waktu serapan zeolit yang digunakan. Semakin lama waktu pengadukan, kemampuan zeolit untuk mengikat Cr akan semakin besar. Hal ini karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat sehingga pertukaran muatan positif dari Krom dengan gugus-gugus partikel zeolit masih berlangsung dan memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel zeolit dengan logam Cr.

Berbeda dengan karbon aktif yang di menit 90 sudah mengalami penurunan drastis dan tidak berubah hingga menit-menit berikutnya. Sementara pada zeolit hingga waktu pengadukan lebih dari 120 menit nilai serapan masih terus berlanjut. Kapasitas adsorbs permukaan karbon aktif telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi Cr dalam adsorben dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada waktu kontak jenuh di menit 90. Berikut grafik hubungan kandungan Cr terhadap perbedaan waktu pengadukan pada pada Gambar 7 dan grafik hubungan efisiensi penyerapan Cr oleh karbon aktif terhadap perbedaan waktu pada Gambar 8.



Gambar 7.. Grafik hubungan Kadar Cr terhadap zeolit dengan perbedaan waktu



Gambar 8. Grafik efisiensi Cr terhadap zeolit dengan perbedaan waktu

Berdasarkan Gambar 8, nilai efisiensi Cr terhadap perbedaan waktu serapan dapat dilihat bahwa serapan maksimum terdapat pada waktu penyerapan oleh zeolit terus berlanjut lebih dari 120 menit. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan penukaran ion Na dan K dalam zeolit dengan Cr masih terus berlangsung dan terbentuk ikatan antara partikel zeolit dengan logam Cr dan masih mampu melakukan penukaran tersebut hingga lebih dari 120 menit waktu kontak. Peneliti tidak melanjutkan percobaan ini di karenakan melebihi waktu efisien dalam pengolahan limbah COD dibandingkan dengan karbon aktif. Berikut hasil perhitungan RAL terdapat pada Tabel 9

Tabel 9. Penyelesaian RAL Zeolite Terhadap Waktu Serapan

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	138,0832	34,5208	411,69	3,48	5,99
Galat	10	0,8385	0,0839			
Total	14	138,9217				
Faktor Koreksi	183,1254					

Berdasarkan percobaan diatas dapat dilihat bahwa penggunaan karbon aktif memiliki kemampuan menyerap Cr lebih cepat dan dengan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan zeolit. Namun karbon aktif memiliki waktu jenuh yang lebih cepat dibandingkan waktu jenuh zeolit dalam menyerap Cr. Pada penggunaan zeolit dibutuhkan jumlah yang lebih banyak daripada karbon aktif untuk mencapai berat maksimum, namun zeolit memiliki waktu yang lebih lama dalam menyerap Cr untuk mencapai batas jenuh melebihi batas jenuh karbon aktif. Tabel 10. menjelaskan sifat dan spesifikasi jenis bahan pengadsorb yang digunakan.

Tabel 10. Spesifikasi bahan adsorpsi

Karbon Aktif	Zeolit
Semakin banyak karbon semakin besar serapan	Semakin banyak zeolit semakin besar serapan
Waktu penyerapan lebih cepat	Waktu penyerapan terus berlanjut
Ampas saringan karbon aktif banyak	Ampas saringan zeolit sedikit
Efisiensi waktu lebih besar	Efisiensi waktu stabil dan terus berlanjut

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Pengolahan limbah hasil analisis COD menggunakan karbon aktif dan zeolit telah mengalami penurunan kandungan kromium. Metode adsorpsi dapat digunakan sebagai salah satu cara pengolahan limbah analisis penurunan kadar krom.
- 2) Berdasarkan percobaan peneliti diperoleh berat dan waktu maksimum pada karbon aktif yang efisien dalam penurunan kadar Cr yaitu sebanyak 7 g dalam 50 ml limbah dengan waktu pengadukan selama 90 menit dengan nilai serapan sebesar 99,37 %.
- 3) Berdasarkan percobaan peneliti diperoleh berat dan waktu maksimum pada zeolit dalam penurunan kadar Cr yaitu sebanyak 10 g dalam 50 ml limbah namun dengan waktu yang lebih dari 120 menit.

- 4) Berdasarkan percobaan tersebut disimpulkan bahwa karbon aktif memiliki penyerapan Cr yang lebih efisien di dibandingkan dengan zeolit sebagai pengabsorbnya. Efisien dalam jumlah yang digunakan dan efisien dalam waktu pengolahan limbah.
- 5) Berdasarkan percobaan efisiensi zeolit diperoleh dari segi biaya yang dikeluarkan lebih sedikit dan ampas yang dihasilkan tidak sebanyak ampas hasil pengolahan dengan menggunakan karbon aktif.

5. Daftar Pustaka

- Anonim, 2006, *Kumpulan Standar Nasional Indonesia (SNI) Bidang Lingkungan Kualitas Air dan Air Limbah Bagian I, Panitia Teknis 13-03 Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan*, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisika jilid II*. Kartohadiprojjo II, penerjemah; Rohhadyan T, editor. Oxford: Oxford University Press. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Bell, R. G., 2001, What are zeolites? URL: <http://www.bza.org/zeolites.html>.
- Bird T. 1993. *Kimia Fisik untuk Universitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Djarmiko B, Ketaren S, Setyahartini S. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Bogor: Agro Industri Pr
- Effendi, Hefni. 2003. *TELAAH KUALITAS AIR*. Yogyakarta. Kanisius
- Erdawati. 2008. “Kapasitas Adsorpsi Kitosan dan Nanomagnetik Kitosan terhadap Ion Ni(II)”. Prosiding. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Lampung.
- Esmaili A, Meshdaghi NA, Vajrinejad R. 2005. *Chromium(III) removal and recovery from tannery leather wastewater by precipitation process*. *Am J Appl Sci* 2:1471-1473.
http://www.Hariankomentar.com/arsip/arsip_2006/nov_22/index.html. [23 Mar2008].
- KepMenLH. Undang Undang No. 32 Tahun 2009
- Palar, Heryando. 2004. *PENCEMARA DAN TOKSIKOLOGI LOGAM BERAT*. Jakarta. asdi Mahasatya.
- Patnaik P. 2003. *Handbook of Inorganic Chemistry*. New York: McGraw-Hill.
- Poedji Loekitowati Hariani, Nurlisa Hidayati, dan Melly Oktaria. 2009. *Penurunan Konsentrasi Cr(VI) Dalam Air Dengan Koagulan FeSO4*. Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia
- Retnowati. 2005. *Efektifitas Ampas Teh sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil*. Institut Pertanian Bogor
- Rita Febrianti. 2008. *Pengaruh Ion Na+, K+, Mg²⁺ dan Ca²⁺ pada Penyerapan Kromium Trivalen Oleh Zeolit Lampung*. Institut Pertanian Bogor.
- Saputra, Rodhie. *Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri*.
- Sembiring MT, Sinaga TS. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Sumatera Utara: Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Setiadi, Sugiarto E. 1999. *Pengaruh impregnan NaOH terhadap luasan permukaan karbon aktif dan kemampuan adsorpsi terhadap CO2*. Di dalam: *Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia. Prosiding seminar Nasional*; Surabaya 24-25 Nov 1994. Depok: Universitas Indonesia A17: 1-7.
- Suwardi. 2002. *Prospek pemanfaatan mineral zeolit di bidang pertanian*. *J Zeolit Indones* hlm: 5-12.

Volesky, B. 2000. “*Biosorption of Heavy Metals*”, CRC Press, Boston.

Wardhana, 2000. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi. Yogyakarta.

Warlina, Lina (2004), *Pencemaran air: sumber, dampak dan penanggulangannya*, Makalah pribadi pengantar ke falsafah sains, Sekolah pasca sarjana S3,IPB. Bogor.

Widowati,W.2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran*,Andi Yokyakarta.