

PENURUNAN KADAR KROM (VI) DALAM AIR MENGGUNAKAN ZEOLIT ZSM-5 DENGAN VARIASI KONSENTRASI DAN LAMA WAKTU PERENDAMAN

Pika Nurropiah¹, Ana Hidayati Mukaromah^{1,2}, Diah Heti S¹

1. Program Studi DIV Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang
2. Program Studi S3 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Krom merupakan logam berat yang terdapat dalam dua keadaan oksidasi yaitu Cr (III) dan Cr (VI). Krom (VI) beracun, sangat aktif dalam air pada berbagai pH dan bersifat karsinogenik. Krom mempunyai nomer atom (NA) 24 dan berat atom (BA) 51,996. Penelitian bertujuan untuk mengkaji penurunan kadar Cr (VI) menggunakan variasi konsentrasi Zeolit ZSM-5 dan lama waktu perendaman. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Waktu penelitian dilaksanakan pada Bulan Januari – Mei 2015. Sampel penelitian menggunakan larutan baku Cr (VI) dengan konsentrasi 50 ppm kemudian dilakukan perendaman menggunakan Zeolit ZSM-5 dengan variasi konsentrasi (0,25 %b/v, 0,50 %b/v, 0,75 %b/v, 1,00 %b/v) dan waktu perendaman (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit). Hasil penelitian bahwa penetapan kadar Cr (VI) pada panjang gelombang 540 nm dan waktu kestabilan 15 menit, dengan Cr awal 49,36 ppm. Penurunan kadar Cr tertinggi sebesar 64,65% diperoleh dengan penambahan ZSM-5 0,75% b/v dalam waktu perendaman 120 menit. Kapasitas adsorpsi ZSM-5 terhadap kadar Cr (VI) tertinggi 6,06 mg/g dengan konsentrasi Zeolit ZSM-5 0,25 %b/v dan waktu perendaman 90 menit. Terdapat pengaruh variasi konsentrasi dan lama perendaman Zeolit ZSM-5 terhadap penurunan kadar Krom (VI) dalam air.

Kata kunci : Cr (VI), Zeolit ZSM-5, variasi Konsentrasi, variasi waktu perendaman

PENDAHULUAN

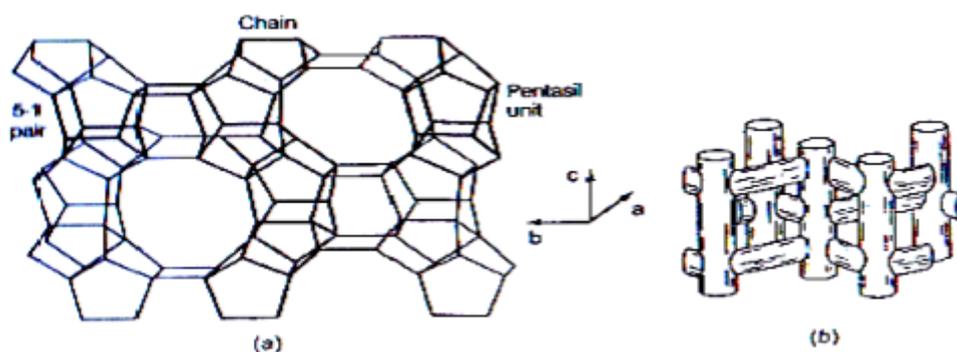
Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lain dan berfungsi bagi kehidupan yang tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Semua kegiatan yang dilakukan oleh manusia menggunakan atau membutuhkan air, mulai dari mandi, mencuci, memasak dan aktivitas-aktivitas lainnya (Achmad, 2004). Krom merupakan salah satu logam berat, biasanya terdapat dalam dua keadaan oksidasi yaitu Cr (III) dan Cr (VI). Dua senyawa tersebut mempunyai perbedaan dalam sifat-sifat kimia, yaitu krom (III) merupakan nutrisi esensial yang sangat penting untuk metabolisme gula dan beberapa reaksi enzim. Krom (VI) sangat beracun, sangat aktif dalam air pada berbagai pH dan bersifat karsinogenik. Krom (VI) dalam bentuk kromat maupun dikromat sangat toksik yaitu dapat menyebabkan kanker kulit dan saluran pernafasan (Sunardi,

2011). Menurut peraturan Menteri Kesehatan RI Permenkes RI/492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kadar krom maksimum yang diperbolehkan bagi kepentingan air minum adalah 0,05 mg/liter (Menkes, 2010).¹

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui penurunan kadar Krom (VI) dalam air menggunakan variasi konsentrasi zeolit ZSM-5 dan variasi lama perendaman dan kapasitas adsorpsi ZSM-5 terhadap penurunan kadar Krom (VI). Metode pengolahan air yang menjadikan air bersih yaitu metode secara fisika, kimia dan biologi. Metode secara fisika dengan memisahkan bahan-bahan tersuspensi berukuran besar, dan mudah mengendap. Proses pengendapan dipengaruhi oleh kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam tempat pengendap. Pengolahan air dengan zeolit merupakan salah satu pengolahan

kimia. Zeolit merupakan jenis mineral yang tersusun dari silika (SiO_4) dan alumina (AlO_4) dengan rongga-rongga di dalamnya yang berisi ion-ion logam, biasanya logam alkali dan alkali tanah dan molekul-molekul air (Byrappa, Yashimura, 2001). Air yang mengandung Fe^{2+} 1 mg/L dialirkan secara kontinyu zeolit alam Ponorogo dihasilkan bahwa kapasitas adsorpsi zeolit alam Ponorogo ukuran 10 mesh $4,75 \pm 1,02$ meq/100gr, 20 mesh $8,92 \pm 1,04$ meq/100gr, 30 mesh $17,54 \pm 1,90$ meq/100gr dan 40 mesh $21,45 \pm 1,55$ meq/100gr. Ukuran diameter zeolit yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe adalah ukuran yang paling kecil yaitu sebesar 40 mesh (Poerwadio dan

Masduqi, 2004). ZSM-5 merupakan zeolit sintesis yang mempunyai pori sedang dengan unit sel orthombik. Selektifitas ZSM-5 sangat penting pada reaksi katalis. Sebagai katalisator, terdiri dari Al yang sedikit yang dimodifikasi dan perbedaan variasi kenaikan aktifitas katalis. Pori ZSM-5 angka atom 5,1 x 5,5 Å dan 5,4 x 5,6 Å, zeolit ZSM-5 ditulis dengan rumus kimia oksida $\text{Na}_n (\text{AlO}_2)_n (\text{SiO}_2)_{96-n-16} \text{HO}$, dengan $n < 27$. ZSM-5 dapat disintesis dari suatu jel cair yang disiapkan dari sodium aluminat, sol silica, NaOH, H_2SO_4 dan tetrapropilammonium bromida (Kasmui, dkk, 2010).



Gambar 1. Susunan tiga dimensi ZSM-5 (a) Susunan yang terbentuk melalui tumpukan dari beberapa lapisan (b) Gambaran skematik dari susunan pori intrakristalin

Zeolit ZSM-5 mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul. Zeolit dapat berfungsi sebagai katalis yang banyak digunakan pada reaksi-reaksi petrokimia. Manfaat zeolit yaitu dapat sebagai penyaring molekul, penukaran ion, penyaring bahan, dan katalisator. Adsorpsi ZSM-5 dapat menyerap logam berat khususnya Cr (VI) pada limbah cair, memiliki sifat selektif yang tinggi. Adsorpsi yang dimiliki Zeolit ZSM-5 memiliki gugus aktif berupa silika alumina ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) dan memiliki luas permukaan tertentu sehingga dapat mengadsorpsi melalui gugus aktif atau luas permukaan yang telah diaktifkan dengan senyawa lain untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya (Mundar, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Sunardi (2011) mengenai penurunan kadar krom (VI) dengan *sargassum sp* pada limbah cair industri batik. Kadar krom (VI) sebelum

dilakukan pengolahan 74,298 ppm, sesudah dilakukan pengolahan dengan *sargassum sp* kadar krom menjadi 23,46 ppm, sehingga efektivitas penurunan kadar krom (VI) dengan *sargassum sp* 68,42% pada pH 2. Penelitian oleh Kristiyani, dkk. (2012) tentang pemanfaatan zeolit abu sekam padi untuk menurunkan kadar ion Pb^{2+} pada air sumur.

Waktu kontak yang dilakukan 20, 30, 40 dan 50 menit, dengan awal zeolit abu sekam 100 mesh dan banyaknya zeolit yang digunakan 0,05 ; 0,10 ; 0,125 ; 0,25 ; 0,50 dan 0,75 gram, variasi pH 5, 6, 7, 8, dan 9, untuk menurunkan kadar ion Pb^{2+} sebanyak 50 mL. Efektivitas adsorpsi ion logam timbal oleh zeolit abu sekam padi terjadi pada pH 6, massa abu sekam 0,125 gram dan waktu kontak 40 menit, dapat menurunkan konsentrasi logam Pb pada air sumur sebesar 72,78%.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Mei 2015. Sampel penelitian menggunakan larutan baku Cr (VI) dengan konsentrasi 50 ppm kemudian dilakukan perendaman menggunakan Zeolit ZSM-5 dengan variasi konsentrasi (0,25% b/v; 0,50% b/v; 0,75% b/v; 1,00% b/v) dan waktu perendaman (30 menit, 60 menit, 90 menit 120 menit). Penetapan kadar Cr (VI) dibaca menggunakan spektrofotometer kemudian hasil analisa diuji menggunakan uji Two Way Anova dan semua data yang terkumpul disusun dalam bentuk tabel serta diuraikan secara deskriptif.

1. Penetapan Kadar Cr Awal

Dipipet 5,0 mL sampel Cr 50 ppm, dimasukkan dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai tanda batas, dihomogenkan. Dipipet 5,0 mL sampel Cr 10 ppm, dimasukkan dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan ± 35 mL aquades, ditambahkan 2,5 mL larutan diphenilkarbazida, ditambahkan aquades sampai tanda batas labu ukur, kemudian dihomogenkan, dibaca absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm dan waktu kestabilan 10 menit. Dilakukan pengulangan 4 kali.

2. Perendaman Sampel dengan Zeolit ZSM-5 pada Konsentrasi 0,25% selama 30 menit

Dipipet 50,0 mL sampel Cr (VI) 50 ppm dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL ditambahkan serbuk zeolit ZSM-5 dengan konsentrasi 0,25 % (0,125 gram) kemudian diaduk selama 5 menit dan didiamkan selama 30 menit, Dipisahkan larutan dengan zeolit ZSM-5 menggunakan kertas saring whatman 42, dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Dilakukan pengulangan prosedur tersebut untuk konsentrasi 0,50; 0,75 dan 1,00 %b/v, dan lama perendaman 60, 90 dan 120 menit.

3. Penetapan Kadar Krom (Cr) dengan Variasi Konsentrasi Zeolit ZSM-5 0,25 %b/v

Dipipet 5,0 mL sampel Cr (VI) 50 ppm yang sudah penyaringan menggunakan zeolit ZSM-5 konsentrasi 0,25 %b/v selama 30 menit, dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 mL, ditambahkan aquades sampai tanda batas. Dipipet 5,0 mL sampel Cr (VI) 10 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades ±35 mL dan 2,5 mL diphenilkarbazida, ditepatkan dengan aquades sampai tanda batas, dan didiamkan ±5 menit. Dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Dilakukan pengulangan prosedur tersebut pada sampel yang sudah dilakukan variasi perendaman 60, 90 dan 120 menit serta dilakukan variasi konsentrasi zeolit ZSM-5 0,50 ; 0,75 dan 1,00 %b/v.

Rumus Perhitungan

Kadar krom (Cr) dapat dilihat dengan menggunakan persamaan kurva kalibrasi :
Persamaan garis $y = ax + b$

$$x = \frac{y-b}{a}$$

$$x = \frac{y-b}{a} \times fp$$

y = absorbansi krom, x = konsentrasi krom (VI), a = konstanta, b = koefisien dan fp = faktor pengenceran

Prosentase (%) penurunan kadar krom (VI):

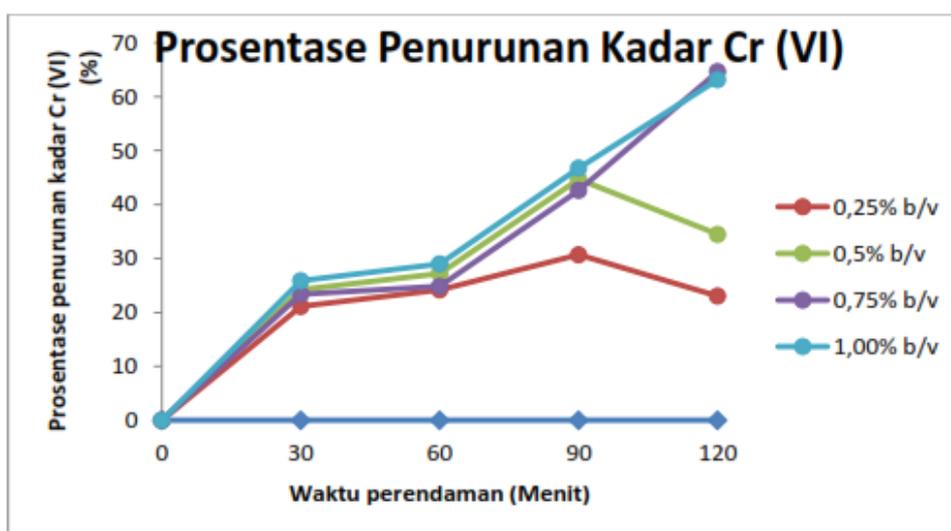
$$\frac{(\text{konsentrasi Cr awal} - \text{konsentrasi Cr akhir}) \times 100\%}{\text{Konsentrasi Cr awal}} = \dots \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil prosentase penurunan kadar Cr (VI) menggunakan larutan baku Cr (VI) 50 ppm dengan variasi konsentrasi zeolit ZSM-5 (0,25% b/v; 0,50% b/v; 0,75% b/v; 1,00% b/v) dan variasi lama waktu perendamannya (30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit) tertera pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Prosentase penurunan kadar Cr (VI) dalam air dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman Zeolit ZSM-5.

Konsentrasi Zeoli ZSM-5 (%b/v)	Konsentrasi Cr (VI) (%) berdasarkan Lama Perendaman				
	0 menit	30 menit	60 menit	90 menit	120 menit
0	-	-	-	-	-
0,25	-	21,10	24,18	30,68	23,04
0,50	-	24,23	27,21	44,69	34,46
0,75	-	23,39	24,83	42,65	64,65
1,00	-	25,87	29,00	46,76	63,16



Gambar 2. Grafik prosentase penurunan kadar Cr (VI) dalam air dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman Zeolit ZSM-5

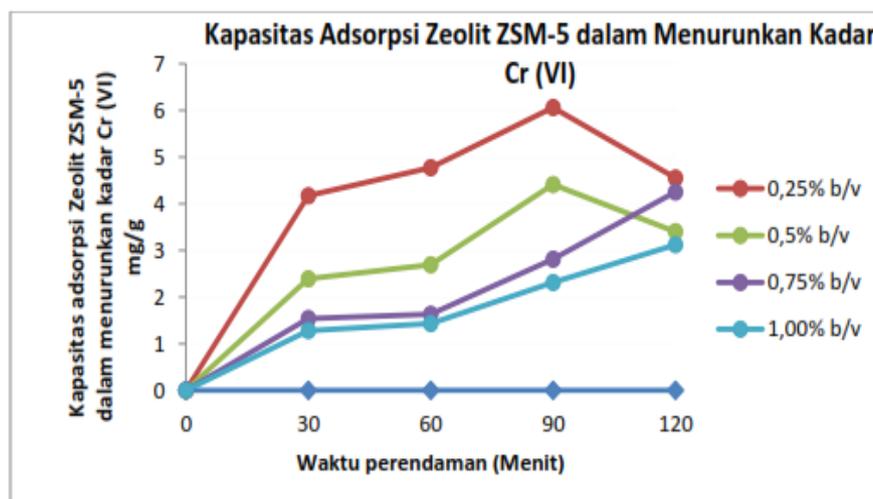
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2, diperoleh prosentase penurunan kadar krom (VI) yang telah ditambahkan zeolit ZSM-5 0,25 %b/v; 0,50 %b/v; 0,75 %b/v dan 1,00 %b/v mengalami kenaikan secara kontinyu dengan waktu perendaman yang sama. Waktu perendaman kadar krom (VI) 0 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit dengan penambahan zeolit ZSM-5 0,25 %b/v; 0,50 %b/v; 0,75 %b/v dan 1,00 %b/v mengalami kenaikan secara kontinyu. Waktu 120 menit dengan konsentrasi zeolit ZSM-5 0,75 %b/v dan 1,00 %b/v mengalami kenaikan sedangkan konsentrasi zeolit ZSM-5 0,25 %b/v dan 0,50 %b/v mengalami penurunan. Berdasarkan Gambar 1, prosentase penurunan kadar krom (VI) dengan lama waktu perendaman 120 menit pada

penambahan zeolit ZSM-5 0,75 %b/v dan 1,00 %b/v dapat menaikkan prosentase kadar krom (VI) dalam air yang tertinggi, namun yang efektif adalah zeolit ZSM-5 0,75 %b/v. Prosentase penurunan kadar krom (VI) dalam air disebabkan Zeolit ZSM-5 merupakan berpori yang mempunyai sifat pertukaran ion yang baik sehingga dapat menurunkan kadar logam berat khususnya logam krom (VI) (Permana, 2009).

Kapasitas adsorpsi zeolit ZSM-5 dalam menurunkan kadar krom (VI) dengan penambahan variasi konsentrasi zeolit ZSM-5 (0,25% b/v; 0,50% b/v; 0,75% b/v; 1,00% b/v) dan variasi lama waktu perendamannya (30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit) tertera pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Kapasitas adsorpsi ZSM-5 Terhadap Penurunan Kadar Cr (VI)

Konsentrasi Zeolit ZSM-5 (%b/v)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)				
	0	30	60	90	120
0	0	-	-	-	-
0,25	0	4,17	4,77	6,06	4,55
0,50	0	2,39	2,69	4,41	3,40
0,75	0	1,54	1,63	2,81	4,25
1,00	0	1,28	1,43	2,31	3,12



Gambar 3. Grafik kapasita adsorpsi ZSM-5 terhadap penurunan kadar Cr (VI)

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3, kapasitas adsorpsi zeolit ZSM-5 yang dapat menurunkan kadar krom (VI) tertinggi adalah 0,25 %b/v dengan lama perendaman 90 menit. Daya adsorpsi yang dimiliki zeolit ZSM-5 disebabkan zeolit memiliki gugus aktif berupa silika alumina ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) dan memiliki luas permukaan $5,1 \times 5,5^{0\text{A}}$ dan $5,4 \times 5,6^{0\text{A}}$ sehingga dapat mengadsorpsi logam berat terutama logam krom (VI) yang telah diaktifkan dan dimodifikasi dengan senyawa lain untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya (Mundar, A., 2014).

KESIMPULAN

Penetapan kadar Cr (VI) baik baku Cr (VI) atau sampel diukur pada panjang gelombang optimum 540 nm dan waktu kestabilan optimum 15 menit. Konsentrasi Cr (VI) awal adalah 49,36 ppm. Penurunan kadar Cr (VI) tertinggi sebesar 64,65% diperoleh dengan penambahan zeolit ZSM-5 0,75 %b/v dalam waktu perendaman 120 menit. Kapasitas adsorpsi zeolit ZSM-5 terhadap kadar Cr (VI) tertinggi 6,06 mg/g dengan konsentrasi Zeolit ZSM-5 0,25 %b/v dan waktu perendaman 90

menit. Terdapat pengaruh konsentrasi dan lama perendaman zeolit ZSM-5 dalam menurunkan kadar Cr (VI) dalam sampel air.

SARAN

Diharapkan penelitian lebih lanjut untuk menguji efektifitas zeolit ZSM-5 dengan variasi konsentrasi 0,75 % b/v dengan lama perendaman 120 menit dalam menurunkan kadar Cr (VI) dengan variasi pH. Hasil penelitian ini bisa diaplikasikan oleh masyarakat sebagai menurunkan krom yang ada pada air limbah 1 liter air yang mengandung Cr (VI) dengan penambahan zeolit ZSM-5 2 sendok teh serta lama perendaman 120 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rakaesih. 2004. Kimia Lingkungan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta
- Byrappa K., dan Yashimura M. 2001. Handbook Of Hydrothermal Technology. Noyes Publication/William Andrew Publishing LLC. USA.

- Kasmui, Sugiyanti, Nanik dan HS, Subiyanto,. 2008. Perubahan ukuran Rongga Pada Modifikasi Molekul ZSM-5 Dengan Variasi Rasio Si/Al dan Variasi Kation Menggunakan Metode Mekanika Molekular, Semarang Universitas Negeri Semarang
- Kristyani Dyah, Eko Budi Susatyo, Agung Tri P. 2012. Pemanfaatan zeolit abu sekam padi untuk menurunkan kadar ion Pb pada air sumur. *Indo J. Chem. Sci.* 1 (1).
- Menkes R.I, 2010, Peraturan Menteri Kesehatan RI PERMENKES R.I/No. 492/MENKES/PER/IV/2010.
- Mundar, Andika. 2014. Adsorpsi Logam Pb dan Fe dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat. Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Permana, Fariz A. 2009. Analisis Pengaruh Ukuran Butiran Zeolit terhadap Penurunan Warna dan Krom (Cr) pada Air Buangan Industri Tekstil. Fakultas Teknik. Universitas Hasanudin Makasar.
- Poerwadio, A. Dj. dan Ali Masduqi,. 2004. Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo secara Kontinyu, *Jurnal Purifikasi*, Vol.5, No.4, Oktober, 2004, p. 169-174
- Sunardi, 2011. Penurunan Kadar Krom (VI) dengan *Sargassum Sp Saccharomyces Cerevisiae* dan Kombinasinya pada Limbah Cair Industri Pabrik. Karya Tulis Ilmiah Teknik Kimia, Universitas Setia Budi Surakarta.