

Penyisihan Kandungan Kromium Hexavalen (Cr^{6+}) pada Limbah Hasil Analisis COD dengan Metoda Presipitasi oleh NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Fadli Mulyadi, Yulianti Pratama, Lina Apriyanti

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS, Bandung
Email: fadmulyadi@gmail.com

Received 23 Maret 2020 | Revised 29 Mei 2020 | Accepted 30 Mei 2020

ABSTRAK

Limbah cair laboratorium pegujian kualitas air merupakan buangan limbah yang berasal dari kegiatan pengujian kualitas air di laboratorium. Salah satu limbah cair laboratorium yang mengandung Cr^{6+} adalah limbah cair dari hasil pengujian COD (Chemical Oxygen Demand) yang berpotensi mencemari lingkungan karena bersifat karsinogenik. Sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui efisiensi penyisihan Cr^{6+} pada limbah cair melalui proses presipitasi dengan penggunaan bahan yang minimum dan ekonomis serta efisien. Variasi terhadap jenis dan konsentrasi presipitan yang digunakan pada penelitian ini adalah NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan nilai konsentrasi 50% serta variasi pH yaitu 8; 9; 10; 11. Hasil penelitian diperoleh efisiensi penyisihan Cr^{6+} pada proses presipitasi sebesar 44,93% pada variasi jenis presipitan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan konsentrasi 50% serta pada kondisi pH 8,23.

Kata kunci: Limbah COD, Kromium Heksavalen, Presipitasi, Adsorpsi, Efisiensi Penyisihan, Karbon Aktif Granular

ABSTRACT

Liquid laboratory waste generated from water quality examination activities especially from the COD (Chemical Oxygen Demand) analysis contains Cr^{6+} which potentially pollute the environment due to its carcinogenic effect. The research aimed to determine the removal efficiency of Cr^{6+} treated by precipitation with a minimum amount of precipitate and high efficiency. In this research, variations of pH were made at constant NaOH and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ concentrations of 50% while pH levels were adjusted to be 8; 9; 10; 11, respectively. Results showed that the highest Cr^{6+} removal of 44,93% was obtained by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 50% with the pH adjusted at 8,23.

Keywords: COD contained wastewater, Hexavalent Chromium, Precipitation, Adsorption, Granular Activated Carbon.

1. PENDAHULUAN

Kota Bandung sebagai kota keempat terbesar di Indonesia, berdasarkan hasil pemantauan, sebagian besar sungainya menunjukkan kandungan logam Pb (timbal), Merkuri (Hg), dan Kromium (Cr) berada di atas baku mutu, dimana limbah cair laboratorium termasuk ke dalam 30% komposisi sumber pencemar dari sektor non-domestik [1]. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014, logam kromium termasuk ke dalam jenis logam berat B3 yang sifatnya karsinogenik dan beracun pada konsentrasi kecil, sehingga limbah yang mengandung kromium heksavalen membutuhkan penanganan secara khusus [2].

Praktik pembuangan limbah cair laboratorium secara langsung ke badan air penerima disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain tidak tersedianya unit pengolahan yang memadai serta belum adanya teknik pengolahan yang efektif dengan biaya terjangkau [3].

Penyisihan terhadap kromium dapat dilakukan dengan reduksi, presipitasi, atau dengan pertukaran ion menggunakan resin [4]. Proses pengikatan dengan presipitasi juga dinilai mampu menyisihkan kandungan logam berat terlarut dari suatu air buangan [5]. Penelitian sebelumnya terhadap penyisihan logam kromium heksavalen telah dilakukan dengan mereduksinya menjadi bentuk trivalen [6], dengan bantuan proses adsorpsi satu tahap [7], serta mengendapkannya dengan larutan basa [8]. Namun, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa satu proses pengolahan saja tidak mampu menyisihkan kandungan kromium heksavalen (Cr^{6+}) yang tinggi, sehingga diperlukan kombinasi proses. Kombinasi antara presipitasi dan adsorpsi dianggap mampu menyisihkan kandungan logam kromium secara signifikan [6]. Sehingga penelitian ini merupakan *preliminary study* untuk mendapatkan penyisihan yang paling optimal dengan kombinasi variasi presipitasi terhadap jenis dan konsentrasi presipitan yang digunakan pada penelitian ini adalah NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan nilai konsentrasi 50% serta variasi pH yaitu 8; 9; 10; 11.

2. METODOLOGI

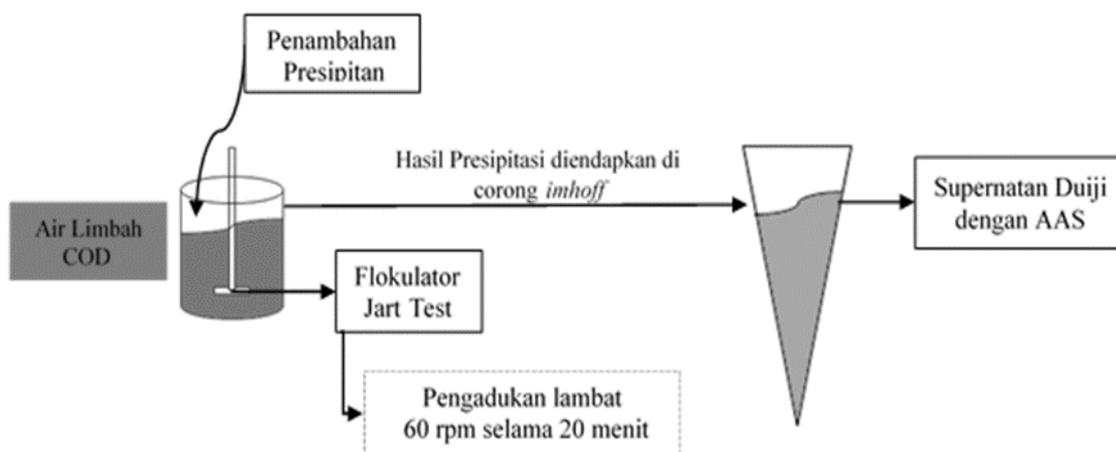
2.1. Penelitian Pendahuluan

Pengujian karakteristik awal dari sampel air limbah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kondisi pH awal, temperatur, dan konsentrasi awal logam Cr^{6+} . Penentuan pH dan temperatur awal dilakukan dengan pH meter dan termometer, sedangkan untuk pengukuran konsentrasi awal dan akhir dari logam Cr^{6+} pada limbah yang dianalisis dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Tabel 1. Metode analisis sampel

No	Parameter	Nomor Seri	Alat
1.	Pengukuran Krom total (Cr)	APHA 22 th ed. 3500-Cr B, 2012	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
2.	pH	APHA 22 th ed. 4500 ⁺ H, 2012	pH meter
3.	Pengawetan Sampel	SNI 6989.59:2008	Wadah Plastik (PE)
4.	Koagulasi dan Flokulasi dengan <i>Jar Test</i>	SNI 19.6449:2000	<i>Stirrer</i> , Gelas Kimia, dan Kerucut <i>Imhoff</i>

2.2. Tahap I – Presipitasi dengan Senyawa Alkali



Gambar 1. Skema proses presipitasi dengan larutan alkali

Tahapan yang dilakukan para proses presipitasi ditunjukkan pada Gambar 1. Proses pengendapan suatu logam terlarut dapat berlangsung pada pH 7-10 [9], sedangkan logam kromium secara optimal dapat diendapkan pada pH 7-11 [10]. Pemilihan rentang pH untuk presipitasi dilakukan pada 4 variasi yaitu pH 8 s.d pH 11 dengan tujuan untuk mengetahui pH optimum yang mampu menyisihkan logam Cr^{6+} dengan efektif sesuai dengan metoda pada penelitian sebelumnya [3]. Campuran larutan akan diaduk untuk mempercepat terbentuknya endapan kromium. Campuran larutan tersebut selanjutnya akan didiamkan selama 24 jam (1 malam) di dalam kerucut *imhoff* untuk memisahkan antara supernatan dengan endapan yang terbentuk selama proses presipitasi [6]. Penyisihan dengan metoda presipitasi ini dilakukan secara duplo dengan perlakuan serupa untuk mendapat hasil analisis yang akurat. Selanjutnya supernatan akan dipisahkan dan diukur dengan menggunakan AAS (APHA - 3500-Cr B) untuk mengetahui konsentrasi yang tersisihkan melalui proses presipitasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Limbah Cair Hasil Analisis COD

Hasil pengukuran terhadap karakteristik awal limbah ditunjukkan pada Tabel 2. Karakteristik awal dari kedua limbah COD yang digunakan cenderung bersifat asam yang ditunjukkan dengan nilai pH 1,78 dan pH 1,80 serta warna awal ialah jingga kekuningan, adapun kadar rata-rata kromium heksavalen awal yang terkandung di dalam sampel tersebut yaitu 17,21 mg/L.

Tabel 2. Karakteristik sampel air limbah COD

Sampel	Volume (mL)	Suhu (°C)	pH	Warna Larutan	Kadar Kromium Heksavalen Awal (mg/L)
1	500	25,6	1,78	Jingga Kekuningan	17,30
2	500	25,7	1,88	Jingga Kekuningan	17,11
Kadar Kromium Heksavalen Rata-rata (mg/L)					17,21

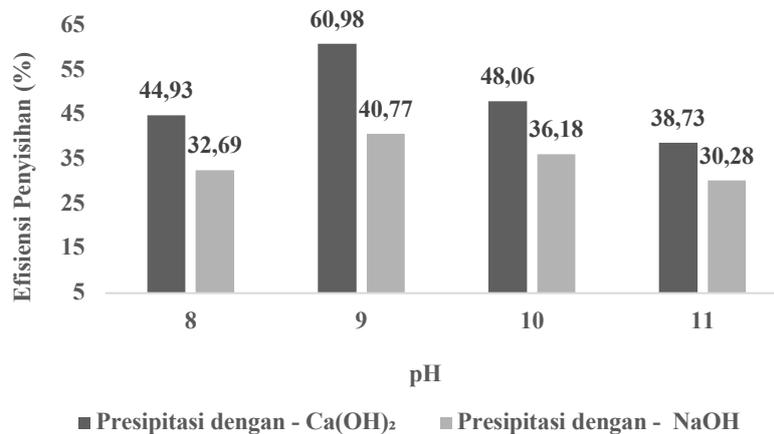
3.2. Penyisihan Kromium Heksavalen dengan Presipitasi

Hasil analisis efluen dari proses presipitasi menunjukkan kandungan kromium heksavalen yang tersisihkan paling optimal terdapat pada pH 9 pada masing-masing jenis presipitan yang digunakan, akan tetapi berdasarkan penggunaan bahan pada pH 8 sudah dapat mencapai penyisihan yang signifikan. Penggunaan presipitan $NaOH$ mampu menyisihkan kromium heksavalen sebanyak 32,69%

dari kandungan konsentrasi awal, sedangkan presipitan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mampu menyisihkan kandungan kromium heksavalen 44,93% dari konsentrasi awal, dimana perbandingan dari keduanya ditunjukkan pada Gambar 2.

Proses penyisihan dari kromium terlarut dalam limbah hasil analisis COD ditunjukkan dengan terbentuknya endapan, proses pengendapan merupakan reaksi antara ion OH^- dan kation (Na^+ atau Ca^{2+}) dari basa yang ditambahkan terhadap kromium dalam bentuk kation atau anionnya yang terdapat pada sampel limbah cair [10]. Berdasarkan pengamatan, endapan kromium tidak langsung terbentuk setelah air limbah dibubuhi larutan presipitan, sesuai dengan metoda yang dilakukan Audilia, dimana peran pengadukan dengan flokulator yang dilakukan membantu proses pembentukan endapan menjadi lebih cepat [6].

Mengacu pada Jacques, G. dkk., pada kondisi larutan dengan rentang pH 8-9, logam kromium dianggap sudah berikatan dengan ion hidroksil (OH^-) secara maksimal [10]. Namun, mengacu pada sifat amfoter dari ion hidroksil (OH^-), pada kondisi pH 10-11 ion hidroksil (OH^-) di dalam sampel dianggap lebih banyak dibandingkan adsorbat, sehingga endapan kromium yang terbentuk akan kembali berikatan dengan ion hidroksil (OH^-) dan terlarut [4]. Berdasarkan acuan tersebut, pada pH 10-11 efisiensi kromium heksavalen cenderung menurun dikarenakan adanya pelarutan kembali dari endapan kromium yang terbentuk menjadi bentuk terlarut.



Gambar 2. Grafik perbandingan efisiensi penyisihan antara presipitasi NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Berdasarkan Petrucci, kemampuan mengikat kromium dalam bentuk negatifnya tersebut dapat dilihat dari nilai elektronegatifitas, dimana nilai elektronegatifitas dari Ca^{2+} lebih besar dibandingkan dengan nilai elektronegatifitas dari Na^+ . Sehingga, larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dianggap mampu memiliki tingkat pengikatan presipitat yang lebih optimal dari NaOH . Berdasarkan bahan yang digunakan, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan larutan NaOH dengan perbandingan harga per gram dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap NaOH adalah 1:10 [11].

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 50% pada pH 8 sebagai presipitan memiliki tingkat penyisihan yang lebih optimal dibandingkan NaOH 50%. Penggunaan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam jumlah yang minimal mampu menyisihkan 44,93% kandungan kromium heksavalen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bappeda Provinsi Jawa Barat., (2014). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kota Bandung Tahun 2014-2019
- [2] Republik Indonesia., (2014). Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun
- [3] Suprihatin, dan Indrasti, S. N., (2010). Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi.
- [4] Tchobanoglous, G., (2014). *Integrated Solid Waste Management*: New York: McGraw-Hill.
- [5] Reynolds., (1995). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering (2nd ed.)*. USA: PWS Publishing Company.
- [6] Audilia, O., (2017). Penyisihan Logam Kromium Heksavalen (Cr⁶⁺) dalam Limbah Cair Laboratorium Hasil Pengujian Kualitas Air dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi.
- [7] Alvina, dkk., (2013). Kombinasi Proses Presipitasi dan Adsorpsi Karbon Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.
- [8] SNI. (2009). Air dan air limbah–Bagian 17: Cara Uji Krom Total secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)
- [9] Lanouette, K., (1990). *Heavy Metal Removal Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- [10] Jacques, dkk., (2005). *Chromium (VI) Handbook*. USA: CRC Press.
- [11] Petrucci, H.R., (2011). *General chemistry principles and modern applications*. 10. Pearson Prentice Hall. Toronto: Canada.