

Penyisihan Krom Total (Cr-T) Menggunakan Bentonit Kalsium Aktivasi Kimia Pada Limbah Cair Industri Tekstil

MUHAMMAD RAYHAN ALIF¹, ETIH HARTATI², DYAH MARGANINGRUM³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Bandung
³Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: rayhan0809@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan industri dapat menjadi salah satu penyebab adanya pencemaran lingkungan, salah satunya industri tekstil. Limbah yang dihasilkan dari industri tekstil berasal dari proses produksinya, salah satunya berupa limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan bersifat toksik bagi manusia dan hewan dikarenakan pada limbah tersebut mengandung berbagai logam berat dan senyawa organik yang bersifat beracun dan karsinogenik serta sulit untuk diolah, salah satu logam beratnya yaitu krom total, sehingga perlu dilakukannya pengolahan. Salah satu pengolahan untuk menyisihkan logam krom total pada air limbah industri tekstil yaitu dengan cara adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi penyisihan logam krom total pada air limbah industri dengan menggunakan kalsium bentonit yang teraktivasi kimia sebagai adsorben. Metode yang digunakan adalah metode standar adisi yang kemudian diukur menggunakan alat Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Dalam penelitian ini memiliki beberapa variabel penelitian antara lain yaitu pengaruh pH, pengaruh ukuran bentonit, dan pengaruh volume air limbah. Hasil dari penelitian ini menghasilkan efisiensi penyisihan terbesar yaitu sebesar 87,37% pada pH 6 menggunakan bentonit 40 mesh aktivasi kimia dengan volume air limbah 25%.

Kata kunci: Adsorpsi, Atomic Absorption Spechtrphotometer (AAS), Calcium Bentonit, Total Chrome (Cr-T)

1. PENDAHULUAN

Limbah cair yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran air apabila tidak dikelola dengan baik (Korlu, 2019). Limbah cair mengandung berbagai logam berat dan senyawa organik yang bersifat beracun dan karsinogenik, serta sulit untuk diolah (Ji dkk., 2020). Logam berat yang dihasilkan oleh limbah industri tekstil salah satunya logam krom (Cr-T) yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan (Nachtmann dan Kalpakjian, 1985). Sehingga sebelum dibuang ke badan air perlu melewati proses pengolahan terlebih dahulu agar tidak menyebabkan pencemaran, salah satunya yaitu dengan metode adsorpsi. Adsorben yang digunakan yaitu bentonit dengan jenis kalsium. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai pH *point zero of change* dari bentonit kalsium, pengaruh variasi pH, ukuran butiran bentonit, dan variasi volume terhadap efisiensi penyisihan logam krom total dan efisiensi penyerapan logam Cr-T terbesar menggunakan media bentonit kalsium yang teraktivasi kimia dengan metode adsorpsi.

2. METODOLOGI

Langkah-langkah penelitian ini terdiri atas penyiapan sampel air limbah dengan variasi pH, konsentrasi volume air limbah, diikuti dengan penyerapan kromium total (Cr-T) menggunakan kalsium bentonit yang teraktivasi kimia dengan menggunakan berbagai ukuran bentonit.

Tabel 1. Metode Pengukuran

No	Parameter Uji	Satuan	Metode yang digunakan	Sumber
1	pH	-	Potensiometri	SNI 6989: 2019 Cara Uji Derajat Keasaman (pH) menggunakan pH meter
2	Krom Total	mg/L	Spektrofotometri	APHA. 2017. <i>Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23th Edition</i> . America Public Health Association Section

2.1 Pemisahan Ukuran Bentonit

Pemisahan bentonit dilakukan menggunakan metode *sieve analysis* (ayakan) yang berdasar pada ASTM C132 tentang *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates* dimana bentonit yang telah dilakukan pencacahan kemudian diayak. Ukuran bentonit yang digunakan adalah 40, 60, 80, dan 100 dalam satuan mesh yang berdasar pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Handayani (2013).

2.2 Penentuan pH *Point of Zero Charge* Ca-Bentonit pada Air Limbah

Prinsipnya, menggambarkan kondisi permukaan adsorben ketika densitas muatan sama dengan nol, sehingga penentuan ini bertujuan untuk menentukan muatan permukaan adsorben secara lebih jelas. Nilai pH_{pzc} merupakan titik potong antara kurva pH awal dengan kurva pH akhir. Apabila nilai pH di atas nilai pH_{pzc}, maka permukaan adsorben memiliki muatan negatif, sedangkan nilai pH di bawah nilai pH_{pzc}, maka permukaan adsorben memiliki muatan positif (Zein dkk., 2020). Pada penelitian ini dilakukan pengaturan nilai pH pada air limbah dengan pH 2, 4, 6, 8, 10 dan 12. Setelah itu ditambahkan 0,15 gram bentonit. Pengaturan nilai pH menggunakan larutan H₂SO₄ 1M dan NaCl 1M sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Fadilla, 2021).

2.3 Aktivasi Bentonit

Pada pembuatan adsorben perlu adanya preparasi terlebih dahulu. Preparasi tersebut menggunakan bentonit dengan aktivasi kimia menggunakan asam (H₂SO₄) (Lestari, 2015).

Setelah dilakukan preparasi bentonit, dilakukan proses adsorpsi Krom Total. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah air limbah harus disaring terlebih dahulu. Penyaringan air limbah menggunakan kertas saring kasar dengan pori 20 – 25 µm. Variasi volume air limbah yang digunakan yaitu 25%, 50%, 75% dan 100% dengan total volume campuran adalah 200ml menggunakan reaktor labu erlenmeyer 250ml (Turnip, 2019). Masing-masing variasi volume air limbah diatur hingga memiliki nilai pH 6, 8 dan 10. Nilai pH ditentukan berdasarkan hasil uji karakteristik pH_{pzc} yang telah dilakukan. Hasil yang diperoleh dari hasil uji karakteristik pH_{pzc} Ca-bentonit yaitu sebesar 8, nilai pH 6 mewakili pH di bawah nilai pH_{pzc}, sedangkan nilai pH 10 mewakili pH di atas nilai pH_{pzc}. Masing-masing variasi ditambahkan 1 gram bentonit, kemudian dilanjutkan dengan proses pengadukan menggunakan *magnet stirrer* dengan kecepatan pengadukan 30 rpm selama 30 menit Fadilla (2021).

Kemudian sampel diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan metode kalibrasi dimana sampel air limbah ditambahkan ke dalam larutan standar yang konsentrasinya diketahui dapat menyamakan matriks antara sampel dan standar. Metode kalibrasi merupakan metode yang sering digunakan dalam penentuan konsentrasi logam berat (Setiawan, 2020).

Tabel 2. Deret Standar untuk Pengukuran Logam Berat

No	Parameter Uji	Optimum Konsentrasi (mg/L) ¹	Larutan standar yang digunakan (mg/L)
1	Krom Total (Cr-T)	0.2 – 10	0.2; 0.5; 1; 5; 10

(Sumber: *Astm E 663-86, 1991 tentang Standard Practice for Flame Atomic Absorption Analysis*)

Perhitungan efisiensi penyisihan logam berat berdasarkan penurunan kadar kromium pada sampel air limbah, yang dihitung dengan membandingkan konsentrasi Krom Total setelah dan sebelum dilakukan adsorpsi dengan Ca-Bentonit yang teraktivasi kimia.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Industri Tekstil

Berdasarkan **Tabel 3**, parameter krom total (Cr-T) melebihi baku mutu, sehingga perlu adanya pengolahan agar dapat diperoleh limbah cair yang dihasilkan oleh PT. X Dapat memenuhi standar kualitas.

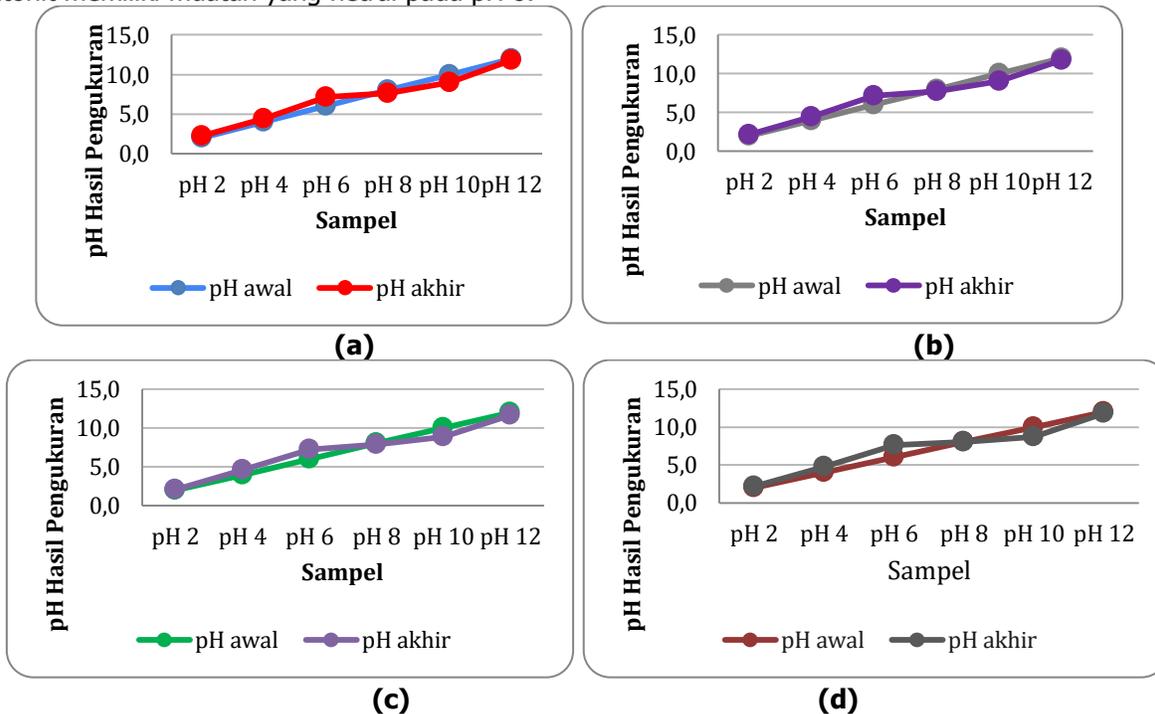
Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair Industri Tekstil PT. X

Parameter Uji	Baku Mutu ¹	Hasil Uji
Krom Total (Cr-T) (mg/L)	1	2,82

(Sumber: ¹Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2019, Lampiran II)

3.2 pH Point Zero of Charge

pH_{pzc} merupakan titik potong antara kurva pH awal dan akhir (Dewi dan Ridwan, 2018). Pada kondisi ini, pH suspensi adsorben tidak memberikan kontribusi terhadap keberadaan gugus fungsi asam dan basa (Fadilla, 2021). Berdasarkan **Gambar 1** tersebut diperoleh titik perpotongan antara kurva pH awal dan kurva pH akhir adalah pada pH 7,85, sehingga dapat disimpulkan bahwa permukaan dari adsorben Ca-Bentonit memiliki muatan yang netral pada pH 8.

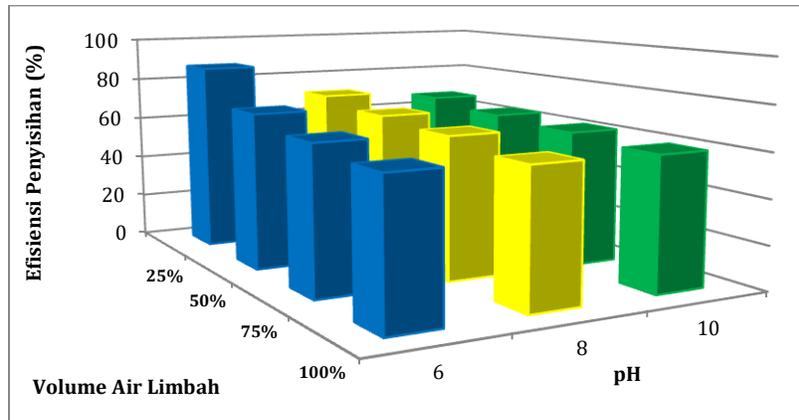


Gambar 1. Hasil pH_{pzc} pada Ukuran Butiran; (a) Mesh 40; (b) Mesh 60; (c) Mesh 80; (d) Mesh 100

3.3 Pengaruh pH terhadap Efisiensi Penyisihan Cr-T

Berdasarkan penelitian, nilai efisiensi penyisihan rata-rata optimum berada pada kondisi pH asam, namun nilai efisiensi penyisihan rata-rata optimum berada di bawah nilai pH_{pzc}. Apabila nilai pH di atas nilai pH_{pzc},

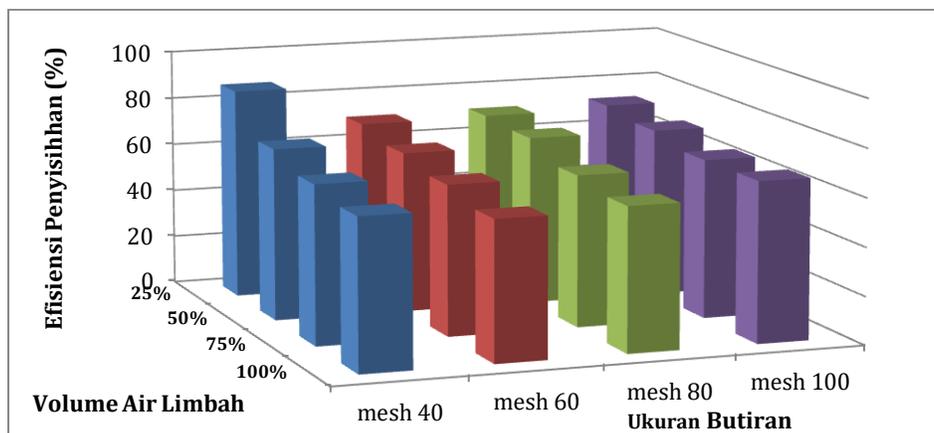
maka permukaan adsorben memiliki muatan negatif, sedangkan nilai pH di bawah nilai pH_{pzc} , maka permukaan adsorben memiliki muatan positif (Zein dkk., 2020). Pada kondisi basa nilai efisiensi, ion Cr dalam limbah cenderung membentuk kompleks hidrosida ($Cr(OH)_2$) sehingga akan menyulitkan proses adsorpsi. Hal ini terjadi karena proses adsorpsi sangat efektif pada pH rendah (asam), karena pada pH asam terjadi peningkatan ion hidrogen dalam larutan yang akan membantu mengaktifkan situs-situs dan menetralkan muatan negatif pada adsorben sehingga akan meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adapun data efisiensi penyisihan krom total pada Ca-Bentonit dengan ukuran 40 mesh aktivasi fisika dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pengaruh pH terhadap Efisiensi Penyisihan pada Ca-Bentonit dengan Ukuran 40 Mesh

3.4 Pengaruh Ukuran Butiran terhadap Efisiensi Penyisihan Cr-T

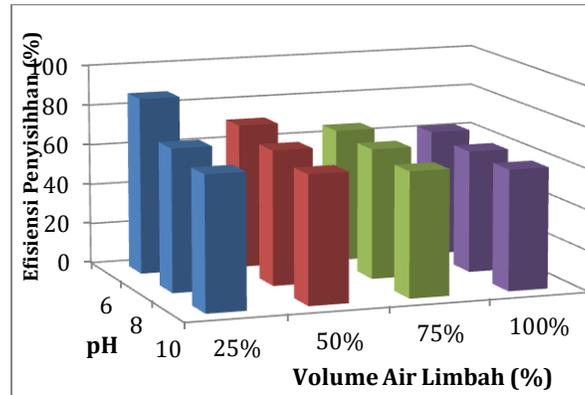
Berdasarkan penelitian, nilai efisiensi penyisihan rata-rata optimum berada pada butiran 100 mesh. Menurut (Wijayanti dkk., 2019) efisiensi penyisihan menggunakan adsorben akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel adsorben tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel adsorben maka luas permukaan akan semakin meningkat, sehingga ion-ion akan lebih banyak terserap oleh permukaan adsorben tersebut. Akan tetapi pada beberapa kondisi sesuai dengan **Gambar 3**, efisiensi penyisihan tidak meningkat seiring dengan besarnya ukuran bentonit. Hal ini diakibatkan karena terdapat proses pelarutan pengotor yang ada pada permukaan bentonit sehingga menjadi pengganggu dan melekat pada permukaan bentonit. sehingga menyebabkan adanya penurunan efisiensi penyisihan disaat ukuran butiran bentonit semakin kecil pada bentonit yang diaktivasi secara kimia (Lestari, 2015).



Gambar 3. Hubungan Ukuran Ca-Bentonit terhadap Efisiensi Penyisihan Cr-T pada pH 6

3.5 Pengaruh Volume Air Limbah terhadap Efisiensi Penyisihan Cr-T

Berdasarkan penelitian, nilai efisiensi penyisihan rata-rata optimum berada pada volume air limbah 25%. Berdasarkan teori menurut Charazinska dkk (2021), semakin tinggi nilai konsentrasi dari adsorbat maka akan semakin kecil nilai efisiensi dari penyerapannya. Berdasarkan penelitian, nilai efisiensi penyisihan rata-rata optimum berada pada konsentrasi larutan rendah, hal ini terjadi karena pada konsentrasi yang rendah memiliki kecenderungan tarik menarik antara ion logam dan permukaan adsorben akan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi yang tinggi (Madalena, 2019).



Gambar 4. Pengaruh Volume Air Limbah terhadap Efisiensi Penyisihan Cr-T pada Ca-Bentonit dengan Ukuran Butiran 40 mesh

3.6 Efisiensi Penyisihan Terbesar

Berdasarkan hasil dari penelitian, diperoleh nilai efisiensi penyisihan Cr-T terbesar pada masing-masing variasi penelitian yaitu 87,316% yang terdapat pada kondisi pH 6 menggunakan ukuran bentonit 40 mesh dengan aktivasi kimia pada volume air 25%, sehingga pada kondisi tersebut yang paling optimum dalam menyisihkan Cr-T. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Efisiensi Penyisihan Cr-T Terbesar

Efisiensi Penyisihan (%)	Keterangan
87,316	pH 6
	25% Volume Air Limbah
	Ukuran Bentonit 40 mesh

4. KESIMPULAN

1. Hasil analisis nilai pH *point of zero charge* (pH_{pzc}) untuk bentonit kalsium ukuran 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh 100 mesh adalah pada pH 7,85.
2. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh variasi pH pada semua aktivasi bentonit terhadap nilai efisiensi penyisihan Cr-T yaitu semakin kecil nilai pH maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan Cr-T.
3. Berdasarkan penelitian, pengaruh pada variasi ukuran bentonit pada semua aktivasi bentonit terhadap nilai efisiensi penyisihan Cr-T yaitu semakin besar ukuran bentonitnya semakin besar nilai efisiensi penyisihan Cr-T.
4. Berdasarkan penelitian, pengaruh pada variasi volume air limbah pada semua aktivasi bentonit terhadap nilai efisiensi penyisihan Cr-T yaitu semakin kecil volume air limbah yang digunakan maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan Cr-T.

5. Nilai efisiensi penyisihan Cr-T terbesar yaitu sebesar 87,316%, terdapat pada pH 6 menggunakan bentonit 40 mesh dengan volume air limbah 25%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Institut Teknologi Nasional Bandung yang telah membimbing penulis dalam penelitian ini, kepada seluruh staf yang telah membantu dalam proses penelitian di laboratorium, dan kepada dosen yang telah meluangkan waktunya, disediakan arahan, bimbingan, ilmu pengetahuan, dan beberapa nasihat bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Charazińska, S., Lochyński, P., dan Burszta-Adamiak, E, "Removal of heavy metal ions from acidic electrolyte for stainless steel electropolishing cxxxvii via adsorption using Polish peats," *Journal of Water Process Engineering*, 2021.
- DaCosta, M. A. D. A. L. E. N. A, "Studi penurunan kadar logam kromium (Cr) dalam limbah buatan elektroplating menggunakan metode presipitasi dan adsorpsi," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
- Dewi, S. H., dan Ridwan, R, "Sintesis dan karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ Magnetik Untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen," *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 2018.
- Fadilla, P. J, "Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Adsorben Zat Warna dan COD Limbah Industri Tekstil (Studi Kasus PT TCI Kabupaten Bandung)," Institut Teknologi Nasional Bandung, 2021.
- Handayani, "Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Terhadap Adsorpsi terhadap Daya Jerap bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO," 2013.
- Ji, J., Kulshreshtha, S., Kakade. A., Majeed, S., Li, X., dan Liu, P, "Bioaugmentation of membrane bioreactor with *Acromonas hydrophila* L7-MG14 for enhanced malachite green and hexavalent chromium removal in textile wastewater. *International Biodeterioration & Biodegradation*," 2020.
- Korlu, A, "Textile industry and environment (A. Korlu Ed): BOD-Books on Demand," 2019.
- Lestari, I. P, "Efektivitas Bentonit Teraktivasi sebagai Penurun Kadar Ion Fosfat dalam Perairan," Semarang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, 2015.
- Nachtman, E.S. and Kalpakjian S, "Lubricants and Lubrication in Metal Working Operation," Marcel Dekker, Inc : New Jersey, 1985
- Ramadhani, P., Chaidir, Z., Zilfa, Z., Tomi, Z. B., Rahmiarti, D., dan Zein, R, "Shrimp shell (*Metapenaeus monoceros*) waste as a low-cost adsorbent for metanil yellow dye removal in aqueous solution," 2020.
- Setiawan, P. E. P, "Analisis Pengaruh Perubahan Harga Komoditas Kopi Dan Perubahan Valuta Asing Terhadap Return Saham Perusahaan Kopi Yang Go Public Pada Tahun 2014-2019," Unika Soegijapranata Semarang, 2020.