

<b>Teknologi Pengolahan Kandungan kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi: Review</b>			
Tanggal	Author	Editor	Bukti
05/01/2021	Submission	Received	Lampiran 1
25/01/2021		Review 1	Lampiran 2
19/04/2021		Accepted	Lampiran 3
29/04/2021		Publish	Lampiran 4

## Lampiran 1

The screenshot shows a web browser window displaying the submission summary for article #207. The page is titled "#207 Summary" and includes navigation tabs for "SUMMARY", "REVISE", and "EDITING". The "Submission" section lists the authors as Meryudi Meryudi, Aster Rahayu, Refah Syaaji, and Muhammad Kresna Idami, with a title in Indonesian about chromium content in wastewater. It also provides submission details like the date (January 5, 2021) and the editor (Asaff Mustain). The "Status" section indicates the article was published in Volume 5, No 1 in April 2021. On the right side, there are logos for "OPEN JOURNAL SYSTEMS", "Article Template", "Accredited SINTA 3", "DOAJ", and "MENDELEY". The browser's taskbar at the bottom shows the date as 24/01/2023 and the time as 21:18.

#207 Summary	
<b>Submission</b>	
Authors	Meryudi Meryudi, Aster Rahayu, Refah Syaaji, Muhammad Kresna Idami
Title	Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Perikanan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi: Review
Original file	207-931-1-04.DOCX 2021-01-05
Supp. files	None
Submitter	Aster Rahayu
Date submitted	January 5, 2021 - 10:47 PM
Section	Review
Editor	Asaff Mustain
Abstract Views	1407
<b>Status</b>	
Status	Published Vol 5, No 1 (2021) April 2021
Initiated	2021-04-29
Last modified	2021-08-06

# Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium Dalam Limbah Penyamakan Kulit Dengan Adsorpsi: Review

Maryudi, Aster Rahayu\*, Refah Syauqi, Muhammad Kresna Islami  
Jurusan Teknik Kimia, Univeristas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

\*E-mail: aster.rahayu@che.uad.ac.id

## ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada industri-industri saat ini adalah pengolahan limbah yang tidak sempurna. Contohnya seperti industri penyamakan kulit yang masih menyisihkan logam-logam berbahaya dalam limbahnya seperti logam berat kromium (Cr). Kromium merupakan logam berat yang dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis terhadap lingkungan bahkan juga sangat berbahaya terhadap makhluk hidup. Salah satu penanganannya adalah dengan menggunakan metode adsorpsi yang dimana merupakan salah satu metode alternatif dengan berbagai keuntungan yang ada. Biaya penanganan yang relatif murah, proses yang sederhana, dan kemungkinan dapat didaur ulang merupakan beberapa keuntungan dari proses adsorpsi. Selain itu, proses adsorpsi dapat dimaksimalkan dengan menggunakan adsorben yang memiliki spesifikasi potensi tertentu terhadap penyerapan kromium. Tinjauan ini bertujuan untuk merangkum dan mempelajari tentang berbagai adsorben dalam pengolahan kandungan kromium yang terdapat dalam limbah industri khususnya penyamakan kulit.

**Kata kunci:** air limbah, adsorpsi, Kromium (Cr), adsorben.

## ABSTRACT

Waste management issue is one of the biggest problems in the industries recently. Every industry has a high probability of releasing toxic by product to the environment in the form of waste. One of the examples is in the leather tanning industry, as one of the components contained in the tannery waste is chromium (Cr). Chromium (Cr) is a heavy metal that is very dangerous to the environment and living beings. It is poisonous and can lead to various health problems. Adsorption is one of the highly recommended methods available to overcome this problem. Relatively low handling costs, simple processes, and the possibility to be recycled are some of the advantages of the adsorption process. In addition, the adsorption process can be maximized by using adsorbents that have specific potential specifications for chromium absorption. This review aims to summarize and learn about various adsorbents in the processing of chromium content in industrial waste, especially leather tanning.

**Keywords:** wastewater, adsorption, Chromium (Cr), adsorbent

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, membuat Sumber Daya Manusia (SDM) dan industri – industri pun semakin meningkat. Seperti halnya industri pakaian, makanan, minuman, obat – obatan, tekstil, elektronik, dan sebagainya. Dan salah satu industri yang mendapat banyak sorotan adalah industri penyamakan kulit. Industri ini memiliki peran penting dalam kehidupan manusia karena berbagai barang yang dipakai saat ini rata – rata terbuat dari kulit sebagai contoh dalam produksi persepatuan, produksi dompet, tas, jaket, sarung tangan kulit, dan sebagainya. Tetapi selain memberikan dampak positif, industri penyamakan kulit juga memberikan dampak negatif yang dimana terdapat pada limbah yang dihasilkan. Dan industri kulit juga merupakan salah satu penghasil polutan terbesar di dunia [1, 2].

Dampak dari limbah industri penyamakan kulit yang mengandung bahan – bahan berbahaya dan beracun seperti kromium yang akan berakibat pada lingkungan sekitar dan juga makhluk hidup dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skema jalur masuknya limbah industri pada lingkungan sekitar dan makhluk hidup

Proses pencemarannya pun dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung [3]. Hal ini terjadi disebabkan oleh tidak maksimal proses penyerapan bahan-bahan kimia oleh kulit pada saat proses penyamakan kulit sehingga sisa-sisa dari bahan kimia tersebut akan masuk ke dalam limbah yang dibuang nantinya. Salah satu bahan yang berbahaya dan beracun yang tidak terserap dengan baik adalah kromium (Cr) [4].

Kromium merupakan zat yang sudah sejak lama digunakan dalam industri penyamakan kulit sebagai campuran senyawa tertentu untuk menghaluskan kulit binatang yang disamak [5]. Meskipun bermanfaat akan tetapi masalah yang paling banyak dijumpai dalam industri penyamakan kulit adalah tidak terikatnya semua kromium pada kulit. Karena kulit hanya dapat menyerap 60% -70% kromium dan sisanya sekitar 30% -40% kromium akan terbawa dalam limbah industri penyamakan [1]. Limbah yang terhitung sudah cukup besar dan sudah melebihi dari batas baku mutu lingkungan yang diberikan, oleh karena itu diperlukannya usaha untuk mengatasi limbah kromium dari industri penyamakan tersebut. Dan beberapa cara pun telah dilakukan untuk menangani limbah cair penyamakan kulit. Contohnya

seperti adsorpsi [6, 7, 8], wetland [8], reagen fenton [9], filtrasi, biologi, kimia, fisika, koagulasi [10], reverse osmosis [11], presipitasi [8, 12].

Dari sekian banyaknya metode yang sudah di terapkan, salah satu metode yang paling efisien dan lebih banyak memiliki keuntungan adalah metode adsorpsi. Karena dari segi biaya yang cukup murah, prosesnya yang sederhana, juga sangat efektif untuk menyerap logam. Dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun. [13]. Dan contoh bahan alam atau limbah pertanian yang dapat dijadikan sebagai absorben karena potensinya yang cukup baik jika dilihat dari efektivitas, komposisi kimia, dan struktur komponen yang terkandung didalamnya serta ramah lingkungan adalah kayu bakau (*Rhizophora Mucronata Lamck*) yang dengan mudah bisa di dapat dari limbah mangrove yang sudah ditebang untuk dijadikan areal pemukiman di kota tanjung pinang ibu kota kepulauan riau [14] , ataupun arang aktif tempurung kelapa yang sering digunakan oleh para peneliti [4]. Dan arang kayu itu mengandung karbon sekitar 73 % – 90 % [15].

## 2. KARAKTERISTIK LOGAM KROM DALAM LIMBAH PENYAMAKAN KULIT

Kromium merupakan salah satu unsur logam yang banyak ditemukan di alam dan sering dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Salah satu penggunaannya adalah dalam fotografi atau pun zat warna bahkan berbagai industri pun juga menggunakan kromium dalam proses produksinya. Kromium terletak di golongan VI B pada tabel periodik dan memiliki nomor atom 24 dengan berat atom sebesar 51.996. Kromium paling banyak di temukan sebagai bahan mineral kromium dalam bentuk “*chromite*”. Logam kromium memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+, 6+. Lalu pada Cr<sup>2+</sup> itu akan membentuk senyawa yang sifatnya basa, lalu yang dibentuk oleh Cr<sup>3+</sup> mempunyai sifat yang amporter, dan pada Cr<sup>6+</sup> memiliki sifat asam yang lebih daripada yang lain [16].

Dan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 merupakan bilangan oksidasi yang terpenting. Karena reaksi dan senyawa kromium (Cr) yang paling banyak dan paling sering ditemukan adalah senyawa kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 merupakan suatu bilangan yang dimana ketika terbentuk dari atom – atomnya yang bersifat netral maka bilangan tersebut akan menyatakan sifat muatan spesinya [1]. Tingkatan oksidasi dari kromium ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tingkatan oksidasi dari kromium (Cr).

No.	Bil. Oksidasi	Contoh Senyawa	Keterangan	Ref.
1	-2	Na <sub>2</sub> [Cr(CO) <sub>5</sub> ]	Jarang ditemukan	1
2	-1	Na <sub>2</sub> [Cr <sub>2</sub> (CO) <sub>10</sub> ]	Jarang ditemukan	1
3	0	Cr(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	Paling banyak jenisnya dan sebagian besar merupakan turunan dari heksa karbonil	26
4	+1	K <sub>3</sub> [Cr(CN) <sub>5</sub> NO]	Sebagian besar diperoleh dari	1

			oksidasi kompleks Cr (0)		
5	+2	CrCl <sub>2</sub>	Stabil dalam air	26	Bilangan kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 dengan contoh senyawa CrCl <sub>2</sub> , CrCl <sub>3</sub> dan K <sub>3</sub> CrO <sub>4</sub> secara berurutan merupakan krom yang paling sering ditemukan di dalam limbah [1, 26]. Akan tetapi selain memiliki manfaat yang banyak, kromium juga disebut sebagai polutan umum. Karena kromium banyak ditemukan di berbagai limbah industri contohnya seperti industri elektroplating, industri penyamakan kulit, dan juga industri pembuatan pigmen [17]. Kromium yang dihasilkan dari berbagai macam industri ini adalah krom yang bervalensi 3+ (trivalen) yang dimana krom (III) ini dapat teroksidasi menjadi krom (VI) yang bervalensi 6+ (heksavalen) pada saat kondisi basa [18].
6	+3	CrCl <sub>3</sub>	Bilangan oksidasi krom yang paling stabil	26	
7	+4	K <sub>2</sub> CrF <sub>6</sub>	Rentan terhadap reaksi disproportionasi dan tidak stabil dalam air	1	
8	+5	K <sub>3</sub> CrO <sub>8</sub>	Rentan terhadap reaksi disproportionasi dan tidak stabil dalam air	1	
9	+6	K <sub>3</sub> CrO <sub>4</sub>	Bilangan oksidasi krom terpenting dan yang paling <i>toxic</i>	26	

Krom (VI) dan krom (III) dapat juga dijumpai pada lingkungan sekitar, dan juga dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup contohnya seperti hewan, tanaman, dan bahkan manusia. Yang dimana jika sudah masuk maka akan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penyakit yang parah [19]. Hadirnya kromium trivalen dan heksavalen dalam lingkungan adalah salah satu kasus yang sangat terkenal karena efek racunnya yang sangat berbahaya. Dan sumber utama penyebabnya adalah industri pertambangan, industri penyamakan kulit, industri semen, industri baja, industri cat, dan masih banyak industri lainnya yang menggunakan krom dalam proses produksinya [20]. Karena keberadaan polusi krom (Cr) di lingkungan sangat terkait dengan adanya industri – industri yang ada di sekitar lingkungan tersebut [21]. Krom (III) dan krom (VI) memiliki perbedaan yang terbilang cukup besar dalam sifat kimia nya dan juga aktivitas biokimianya [22].

Pada umumnya krom (III) ditemukan di lingkungan dalam jumlah yang kecil, tetapi jika sudah dalam jumlah yang besar maka akan sangat berbahaya karena bisa teroksidasi menjadi krom (VI). Krom (VI) yang berada di dalam perairan memiliki kelarutan yang terbilang cukup tinggi serta memiliki sifat yang karsinogenik karena dapat menyebabkan kanker paru – paru bila sudah masuk ke dalam tubuh. Oleh karena itu krom yang berada dalam lingkungan perairan dengan konsentrasi tertentu akan menyebabkan masalah bagi lingkungan dan juga bagi makhluk hidup [4]. Meskipun kromium heksavalen (Cr<sup>6+</sup>) terdapat dalam bentuk spesies CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dan CrO<sub>7</sub><sup>2-</sup> dan kromium trivalent (Cr<sup>3+</sup>) terdapat dalam bentuk Cr<sup>3+</sup> dan CrOH<sub>2</sub> tetapi kromium yang lebih berbahaya adalah kromium heksavalen karena bersifat mutagenik dan karsinogenik sehingga kromium trivalen pun lebih aman dibandingkan Cr<sup>6+</sup> [23]. Tetapi meskipun Krom III (Cr<sup>3+</sup>) lebih aman dan dikenal sebagai mikronutrien esensial (Nutrisi Esensial yang mencakup vitamin dan mineral seperti kalium, fosfor, kalsium, magnesium, vitamin A, Vitamin C, Vitamin D) dan juga dikenal dengan krom yang lebih stabil dibanding dengan Krom VI (Cr<sup>6+</sup>), tetapi semua spesies Krom (Cr) dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis bagi manusia jika dalam dosis yang tinggi [24].

Dalam World Health Organization (WHO) standar batas maksimum penggunaan kromium (Cr) dalam minuman adalah sebesar 0,05 mg / L [25].

### 3. METODE ADSORPSI

Pengertian dari adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat – zat oleh permukaan ataupun antarmuka dalam bentuk cair, uap ataupun gas. Lalu faktor yang paling penting dalam prosesnya adalah luas permukaan, macam – macam adsorben, macam – macam adsorbat, konsentrasi untuk masing – masing zat, tekanan, pengadukan, dan daya larut terhadap adsorben. [27, 28]. Dan untuk prinsip nya proses adsorpsi itu sendiri terdiri dari 3 langkah yaitu harus terjadi kontak antara fluida dengan adsorben, fluida yang tidak teradsorpsi harus dipisahkan dari adsorbat – adsorben, dan terakhir adsorben harus dapat diregenerasi (dihasilkan kembali) [29].

Adsorpsi merupakan salah satu teknik yang konvensional akan tetapi cukup efektif dalam melakukan suatu pemisahan, pemurnian maupun penjerapan untuk menjerap logam berat dan bahan – bahan kimia yang berbahaya yang berada pada limbah industri terutama dalam limbah perairan seperti contoh ion logam kromium (Cr). [30-32]. Adsorpsi menjadi salah satu metode alternatif dan juga relevan untuk menjerap bahan – bahan kimia dalam limbah industri karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan proses – proses pengolahan limbah lainnya. Yaitu, memiliki efisiensi yang tinggi, prosesnya sederhana, pada konsentrasi rendah pun masih dapat bekerja, dapat di recycle, biaya yang diperlukan pun murah. [31, 33]. Lalu terdapat juga 2 metode adsorpsi yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Perbedaan yang paling mendasar dari kedua metode tersebut adalah dari sifat – sifat yang menyebabkan ikatan adsorpsi tersebut. Seperti halnya adsorpsi fisika yang memiliki ciri – ciri yaitu terjadi pada suhu yang rendah, lalu jenis interaksinya adalah intermolekuler, entalpinya rendah dan juga merupakan suatu proses bolak – balik (reversible) [34].

Adsorpsi krom (Cr) pada limbah – limbah industri sudah banyak diterapkan dengan menggunakan adsorben seperti resin sintetik, sorben dari bahan – bahan organik (biosorben) dengan menggunakan bahan organik yang mati, lalu ada juga dari bahan anorganik seperti contoh silika, lempung dan zeolit [35].

Pengolahan limbah logam berat juga bisa dilakukan menggunakan arang aktif. Karena semua arang aktif tersebut terlebih dahulu sudah diberi perlakuan khusus sehingga mempunyai luas permukaan pori berkisar Antara 300 – 200 m<sup>2</sup>/g yang terbilang sangat besar [36]. Arang aktif merupakan salah satu cara penanganan limbah yang paling umum untuk digunakan karena beberapa alasan seperti metodenya yang sederhana, biaya yang relative murah, sangat mudah untuk dilakukan, dan juga arang aktif sangat cocok terhadap zat beracun [37]. Dan juga adsorben yang paling berpotensi untuk digunakan adalah yang berasal dari alam yang dimana ramah lingkungan dan juga regenerable [38]. Karena salah satu karakteristik yang dianggap sebagai keunggulan suatu adsorben adalah sifat regenerable nya atau dapat diregenerasi menggunakan agen pendesorpsi [39].

Dan terdapat juga beberapa kondisi yang sangat mempengaruhi besar kecilnya nilai kapasitas dari suatu adsorben dalam proses penyerapan, diantaranya pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan suhu [40]. Larutan pH akan sangat berpengaruh dalam aktivitas gugus fungsi dari adsorben [13]. Selain itu, waktu kontak juga sangat berpengaruh dalam proses serapan logam dengan tujuan agar mencapai keadaan setimbang yang biasanya menghabiskan waktu sekitar beberapa menit ataupun beberapa jam. Sehingga secara umum agar kesetimbangan tercapai lebih cepat maka seringnya menggunakan mekanisme adsorpsi fisika dibandingkan dengan mekanisme adsorpsi kimia [41]. Aktifitas gugus fungsi yang terdapat pada adsorben itu sendiri sangat dipengaruhi oleh berat adsorben yang digunakan, sedangkan suhu akan mempengaruhi daya serap dari adsorben terhadap adsorbat [42]. Beberapa contoh adsorben yang berpotensi adalah sebagai berikut yang sudah di tampilkan pada Tabel 2.

**Table 2.** Perbandingan efisiensi adsorpsi ataupun kapasitas adsorpsi dari berbagai adsorben dalam hal penurunan kandungan krom

<b>Jenis - Jenis Adsorben</b>	<b>Keterangan Hasil (Efisiensi Adsorpsi (%) atau Kapasitas Adsorpsi (mg/g))</b>	<b>Ref.</b>
Gelatin	34,48 % – 35,80 %	[44]
Ferro Sulfat	78,45 %	
Aluminium Sulfat	62,48 %	
Kombinasi	94,75 %	
Gelatin Dan Ferro Sulfat		
Senyawa Alkali	99,28 %	
Ca(OH) <sub>2</sub>	99,28 %	[45]
Senyawa Alkali Naoh	98,50 %	
Senyawa Alkali Nahco <sub>3</sub>		
Kulit Pisang	249,6 mg	[46]
Hidrotalsit	55,57 mg / g	[44]
Daun Teh Hitam	364 mg / g (Cr VI)	
		[45]
Cangkang Telur	160 mg / g (Cr III)	[49]
Husk Of Bengal Gram	99 % (Cr VI)	[50]
Batang Bunga Matahari	85 % (Cr III)	[51]
Kulit Kopi	8,064 mg / g	[52]
Terxanthasi		
Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri (Aleurites Moluccana)	Efisiensi sebesar 25 % dan kapasitas sebesar 3,6 mg/g	[53]
Limbah Lumpur Proses Activated Sludge Industri Karet Remah Tebu	99 %	[54]
	0,28 mg / g	[55]
Kue Minyak	0,63 mg / g	
Tongkol Jagung	0,82 mg / g	
Abu Terbang	Efisiensi sebesar 86,11 % dan kapasitas sebesar 0,138 mg / g	[56]
Lumpur Lapindo	97 %	[57]
Biocharcoal Dari Biji Salak	99,77%	[58]
Kitosan	91,9%	[4]
Serbuk Gergaji	Efisiensi sebesar 65,4% dan kapasitas sebesar 2,50 mg / g	[59]
Arang Aktif Kulit Durian	10,67 mg / g	[60]
Fusarium Dan Apergillus Niger	96,23 % (Cr III) dan 96,3 % (Cr VI)	[19]



Pseudomonas            68,8 % (Cr VI)    [61]  
Aeruginosa

---

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan dari teknologi pengolahan kandungan krom dalam limbah penyamakan kulit dengan adsorpsi memperlihatkan bahwasanya banyak jenis – jenis adsorben yang berpotensi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kandungan kromium (Cr) dalam limbah industri penyamakan kulit. Untuk proses yang terjadi yaitu adsorpsi memiliki beberapa kondisi yang harus dilakukan yaitu harus terjadi kontak antara fluida dengan adsorben, lalu fluida yang tidak teradsorpsi harus dipisahkan dari adsorbat – adsorben, dan terakhir adsorben harus dapat diregenerasi (dihasilkan kembali). Dan untuk adsorben itu sendiri juga terdapat beberapa kondisi yang sangat mempengaruhi akan besarnya kapasitas suatu adsorben dalam menyerap adsorbat yaitu pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan juga suhu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmadi, E. Sutrisno, W. Oktiawan, Pengurangan Chrom (Cr) Dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Naoh Dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus Pt. Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Air Indonesia*, vol. 5, hal. 41 – 54, 2009.
- [2] Wiharti, Riyanto, N. Fitri, Aplikasi Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt), Tembaga (Cu) Dan Karbon (C) Untuk Penurunan Kadar Cr Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta, *Indonesian Journal Of Chemical Research*, vol. 1, no. 1, hal. 59 – 66, 2014.
- [3] D. Rahardjo, A. Prasetyaningsih, Konsentrasi Dan Akumulasi Kromium Dalam Darah Rambut Warga Desa Banyakan, *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, In: Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Medan, 12 October 2018, hal 1 – 14.
- [4] M. Lasindrang, Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Oleh Kitosan Yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknosains*, vol. 3, hal. 132 – 141, 2014.
- [5] N. C. Wahyulis, I. Ulfan, Harmami, Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit, *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, vol. 3, no. 2, hal. 2337 – 3520, 2014.
- [6] R. S. Murti, C. M. H. Purwanti, S. Suyatini, Adsorpsi Amonia Dari Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Abu Terbang Bagas, *Majalah Kulit Karet Dan Plastik*, vol. 29, hal. 85–90, 2013.
- [7] E. Rohaeti, Penjerapan Krom Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Oleh Zeolit Alam, *Jurnal Purifikasi*, vol. 7, hal. 49 – 54, 2006.
- [8] S. Sutyasmi, H. B. Susanto, Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air Dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemar Dengan Sistem Wetland Dan Adsorpsi, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 29, no. 2, hal. 69 – 76, 2013.
- [9] T. E. Agustina, M. Faizal, T. Aprianti, D. Teguh, A. M. Rif'at, I. G. Putra, M. R. Prayesi, U. Fitrializa, Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 13, hal. 60 – 69, 2018.
- [10] M. Moelyadi, Pengkajian Efektivitas Proses Koagulasi Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit – Sukagerang, Garut, *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 3, no. 2, hal. 169 – 182, 2012.

- [11] A. Syahril, *Aplikasi Membran Osmosa Balik Untuk Pengolahan Limbah Cair Logam Toksik*, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 11, no. 3, hal. 164 – 167, 2010.
- [12] I. Avesa, B. Yusuf, Alimuddin, Penurunan Kadar Cr<sup>3+</sup> [Kromium (Iii)] Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Laboratorium Dengan Penggunaan Metode Presipitasi, *Jurnal Kimia Mulawarman*, vol. 14, no. 1, hal. 7 – 12, 2016.
- [13] I. Syauqiah, M. Amalia, H. A. Kartini, Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, vol. 12, hal. 11 – 20, 2011.
- [14] E. Lestari, Y. S. Hadi, G. Pari, *Pemanfaatan Campuran Arang Aktif Kayu Muntingia Calabura L. Dan Bakteri Escherichia Coli Pada Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating*, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 37, no. 2, hal. 105 – 122, 2019.
- [15] J. M. P. Villegas, J. M. Rodriguez, J. F. P. Valle, M. Garcia, *Changes In Commercial Wood Charcoals by Thermal Treatments*, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 80, no. 2, hal. 507–514, 2007.
- [16] A. T. S. D. R. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), *Toxicological Profile for Chromium*, U.S. *Departement of Health and Human Services*, hal 9 – 23, 2012.
- [17] S. Fernandes, S. A. Cavaco, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Removal of Chromium From Electroplating Industry Effluents By Ion Exchange Resins, *Journal of Hazardous Materials*, vol 144, no. 3, hal 634 – 638, 2007.
- [18] S. A. Cavaco, S. Fernandes, C. M. Augusto, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Evaluation Of Chelating Ion Exchange Resins For Separating Cr (III) From Industrial Effluents, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 169, hal. 516-523.
- [19] S. Triatmojo, D. T. H. Sihombing, S. Djojowidagdo, T. R. Wiradarya, Biosorpsi Dan Reduksi Krom Limbah Penyamakan Kulit Dengan Biomassa Fusarium Sp Dan Aspergillus Niger, *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, vol. 8, hal. 70–81, 2001.
- [20] N. F. Fahim, B. N. Barsoum, A. E. Eid, M. S. Khalil, Removal Of Chromium ( III ) From Tannery Wastewater Using Activated Carbon From Sugar Industrial Waste, *Journal of Hazardous Materials*, vol 136, hal 303 – 309, 2006.
- [21] F. J. Rodrigues, S. Gutierrez, J. G. Ibanez, J. L. Bravo, N. Batina, Efficiency of Toxic Chromate Reduction by a Conducting Polymer (Polypyrrole): Influence of Electropolymerization Conditions, *Environmental Science & Technology (Environ. Sci. Technol.)*, vol 34 , hal 2018 – 2023, 2000.
- [22] S. Saputro, Improved Solidphase Spectrophotometry for the Microdetermination of Chromium(VI) in Natural Water, *Analytical Sciences*, vol. 25, hal. 1445 – 1450, 2009.
- [23] M. Mawardi, E. Munaf, S. Kosela, W. Wibowo, Pemisahan Ion Krom (III) Dan Krom (VI) dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau Spirogyra Subsalsa sebagai Biosorben, *Reaktor*, vol. 15, no. 1, hal. 27 – 36, 2014.
- [24] S. J. Santosa, D. Siswanta, S. Sudiono, R. Utarianingrum, Chitin – Humic Acid Hybrid as Adsorbent for Cr ( III ) In Effluent Of Tannery Wastewater Treatment, *Applied Surface Science*, vol. 254, hal. 7846 – 7850, 2008.
- [25] Heydari, Adsorption of Chromium Ions from Aqueous Solution by Carbon Adsorbent, *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering*, vol. 7, no. 12, hal. 632 – 635, 2013.
- [26] N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry Of The Elements*, (Buku Edisi Ke – 2<sup>nd</sup>), *Oxford : Butterworth – Heinemann*, Chapter 2, 1997.
- [27] A. F. Ramdja, M. Halim, J. Handi., Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Kelapa (Cocos nucifera), *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 15, no. 2, hal. 1-8, 2008.
- [28] E. Wardhani, M. Dirgawati, I. F. Alvina, Kombinasi Proses Presipitasi Dan Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit, *Lingkungan Tropis*, vol. 7, no. 1, hal. 39 – 52, 2013.

- [29] M. Billah, Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam Cr<sup>2+</sup> dan Fe<sup>2+</sup> dalam Limbah Industri Baja, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 10, no. 1, hal. 48 – 56, 2010.
- [30] S. R. Singh, A. P. Singh, Treatment of Water Containing Chromium (VI) Using Rice Husk Carbon As a New Low Cost Adsorbent, *International Journal of Environmental Research*, vol 6, no. 4, hal 917-924, 2012.
- [31] A. D. Martino, M. Iorio, R. Capasso, Chemosphere Sustainable Sorption Strategies For Removing Cr<sup>3+</sup> From Tannery Process Wastewater, vol. 92, hal. 1436 – 1441, 2013.
- [32] S. H. Dewi, Ridwan, Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetik untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 13, no. 2, hal. 136-140, 2012.
- [33] N. K. Suminten, I. W. Sudiarta, I. N. Simpen, Adsorpsi Ion Logam Cr(III) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (SiDPZon), *Jurnal Kimia*, vol. 8, no. 2, hal. 231-236, 2014.
- [34] K. Beroeh, Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> dari Serbuk Gergaji Kayu Jati, *Jurnal Teknik Kimia : UMJ (Universitas Muhammadiyah Jakarta)*, 2004.
- [35] H. P. D. Giri, I. W. Sudiarta, I.A.R.A. Asih, Optimasi Adsorpsi Cr(VI) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Difenilkarbazida (Si-DPZida), *Jurnal Kimia*, vol. 8, no. 2, hal. 198-204, 2014.
- [36] Y. C. Danarto, T. Samun, Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI), *Jurnal Ekuilibrium*, vol. 7, no. 1, hal. 13–16, 2008.
- [37] O. Hamdaoui, C. Mahdi, Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran, *Acta Chim*, vol. 54, no. 1, hal. 407- 418, 2006.
- [38] Kusmiyati, P. A. Lystanto, K. Pratiwi, Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (Kaab) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu<sup>2+</sup> dan Ag<sup>+</sup> pada Limbah Cair Industri, *Reaktor*, vol. 14, no. 1, hal. 51-60, 2012.
- [39] M. Munawar, Kesetimbangan Sorpsi Ion Seng (II) pada Partikel Gambut, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 9, no. 3, hal. 91-98, 2010.
- [40] R. A. Sari, M. L. Firdaus, R. Elvia, Penentuan Kesetimbangan, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna Reactive Red dan Direct Blue, *Alotrop*, vol. 1, no. 1, hal. 10-14, 2017.
- [41] I. Syaunqiah, A. Mayang, A. H. Kartini, Analisis Variasi Waktu Kontak dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, vol. 12 no. 1, hal. 11 – 20, 2011.
- [42] N. E. Khasanah, Adsorpsi logam berat, *Jurnal Oseana*, vol. 34, no. 4, hal. 1 – 7, 2009.
- [43] F. E. Madina, R. Elvira, I. N. Chandra, Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B, *Alotrop*, vol. 1, no. 2, hal. 98 – 101, 2017.
- [44] Sugihartono, S. Sutyaismi, D. Rahmawati, Suyatini, Pemisahan Krom Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Gelatin Dan Flokulan Anorganik, *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik Ke - 5*, In: Yogyakarta, vol. 32, no. 1, 26 October 2016, hal. 21-30.
- [45] J. Tri, Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)<sub>2</sub>, NaOH, dan NaHCO<sub>3</sub> (Studi Kasus di Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 2, no. 2, hal. 39 – 45 , 2003.
- [46] N. Das, P. Karthika, R. Vimala, V. Vinodhini, Use of Natural Products as Biosorbent of Heavy Metals: An overview, *Natural Product Radiance*, vol. 7, no. 2, hal. 133 – 138, 2008.
- [47] P. Kurniawati, B. Wiyantoko, T. E. Purbaningtiast, Adsorption Isotherm of Cr (VI) Using Mg / Al Hydrotalcite with Molar Ratio 2:1, *EKSAKTA: Jurnal Ilmu dan Analisis Data*, vol. 14, no. 1, hal. 20 – 26, 2014.
- [48] M. A. Hossain, M. Kumita, Y. Michigami, S. Mori, Optimization Of Parameters For Cr (VI) Adsorption In Used Black Tea Leaves, *Adsorption*, vol. 11, hal. 561 – 568, 2005.
- [49] K. Chojnacka, Biosorption Of Cr (III) Ions By Egg Shells, *Jurnal Hazard Mater*, vol. 121, no. 1-3, hal. 167 – 173, 2005.

- [50] N. Ahalya, R. D. Kanamadi, T. V. Ramachandra, Biosorption Of Chromium (VI) From Aqueous Solutions By The Husk Of Bengal Gram (*Cicer Arientinum*), *Electron Jurnal Biotechnol*, vol. 8, no. 3, hal. 258 – 264, 2005.
- [51] U. R. Malik, S. M. Hasany, M. S. Sabhani, Sorptive Potential Of Sunflower Stem For Cr (III) Ions From Aqueous Solutions And Its Kinetic And Thermodynamic Profile, *Journal Talanta*, vol. 66, hal. 166 – 173, 2005.
- [52] R. Ardiansyah, E. N. Restiasih, N. Meileza, Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(Ii) Dan Cr(Vi) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi *Terxanthasi*, *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 2, hal. 114 – 121, 2018.
- [53] M. Nasruddin, C. M. Rosnelly, F. Mulana, Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) Dengan Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri (*Aleurites Moluccana*), *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*, vol. 4, no. 4, hal. 117 – 125, 2017.
- [54] S. Salmariza, Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses Activated Sludge Industri Karet Remah Sebagai Adsorben, *Jurnal Riset Industri*, vol. 6, no. 2, hal. 175 – 182, 2012.
- [55] U. K. Garg, M. P. Kaur, V. K. Garg, D. Sud, Removal of Hexavalent Chromium Fromaqueous Solution By Agricultural Waste Biomass, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 140, hal. 60 – 68, 2007.
- [56] R. Afrianita, Y. Dewilda, Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri, *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND (Universitas Andalas)*, vol. 11, no. 1, hal. 67 – 73, 2014.
- [57] N. Prahesta, S. Hadianoro, Analisis Daya Serap Lumpur Lapindo Terhadap Logam Krom Dengan Menggunakan Aas, *Distilat (Jurnal Teknologi Separasi)*, vol. 5, no. 2, hal. 228 – 232, 2019.
- [58] R. C. Pongenda, M. Napitupulu, D. K. Walanda, Biocharcoal Dari Biji Salak (*Salacca Edulis*) Sebagai Adsorben Terhadap Kromium *Jurnal Akademika Kimia*, vol. 4, no. 2, hal. 84-90, 2015
- [59] V. Vinodhini, N. Das, Packed Bed Column Studies On Cr (VI) Removal From Tannery Wastewater By Neem Sawdust, *Desalination*, vol. 264, hal. 9 – 14, 2010.
- [60] K. Zarkasi, A. D. Moelyaningrum, P. T. Ningrum, Penggunaan Arang Aktif Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Tingkat Adsorpsi Kromium (Cr 6+) Pada Limbah Batik, *Efektor*, vol. 5, no. 2, hal. 67 – 73, 2018.
- [61] S. Chatterjee, I. Ghosh, K. K. Mukherjea, Uptake And Removal Of Toxic Cr ( VI ) By *Pseudomonas Aeruginosa*: Physicochemical And Biological Evaluation, *Current Science*, vol. 101, no. 5, hal. 645 – 652, 2011.

## Lampiran 2

Corresponding Author - Google | 207 Review

Not secure | jkt.polinema.ac.id/index.php/jkt/author/submission/Review/207

### Peer Review

#### Round 1

Review Version	207-955-1-R1.DOCX	2021-01-05
Initiated		2021-01-15
Last modified		2021-02-09
Uploaded file	Reviewer A 207-955-1-R1.DOCX	2021-01-25
Editor Version	None	
Author Version	207-955-1-R1.DOCX	2021-02-24

---

#### Round 2

Review Version	207-955-2-R1.DOCX	2021-03-12
Initiated		2021-03-12
Last modified		2021-03-20
Uploaded file	None	

---

#### Editor Decision

Decision	Accept Submission	2021-04-19
Notify Editor	Editor/Author Email Record	2021-04-19
Editor Version	None	
Author Version	207-955-2-R1.DOCX	2021-04-04 DELETE
Upload Author Version	<input type="button" value="Choose File"/> No file chosen	<input type="button" value="Upload"/>

Accredited SINTA 3 DOAJ

Download JTKL Citation Style in Mendeley (Click on the LOGO), Please Use Mendeley Version 1.38.4 (click here)

MENDELEY

How to Install JTKL Citation Style in Mendeley Click Here

USER

You are logged in as...  
asterrahaya  
=> My Profile  
=> Sign Out

NOTIFICATIONS

> View (13 new)  
=> Manage

Show all

1222-Article Text...docx

Type here to search

22:58 24/01/2023

# Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium Dalam Limbah Penyamakan Kulit Dengan Adsorpsi: Review

Maryudi, Aster Rahayu\*, Refah Syauqi, Muhammad Kresna Islami  
Jurusan Teknik Kimia, Univeristas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

\*E-mail: aster.rahayu@che.uad.ac.id

## ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada industri-industri saat ini adalah pengolahan limbah yang tidak sempurna. Contohnya seperti industri penyamakan kulit yang masih menyisihkan logam-logam berbahaya dalam limbahnya seperti logam berat kromium (Cr). Kromium merupakan logam berat yang dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis terhadap lingkungan bahkan juga sangat berbahaya terhadap makhluk hidup. Salah satu penanganannya adalah dengan menggunakan metode adsorpsi yang dimana merupakan salah satu metode alternatif dengan berbagai keuntungan yang ada. Biaya penanganan yang relatif murah, proses yang sederhana, dan kemungkinan dapat didaur ulang merupakan beberapa keuntungan dari proses adsorpsi. Selain itu, proses adsorpsi dapat dimaksimalkan dengan menggunakan adsorben yang memiliki spesifikasi potensi tertentu terhadap penyerapan kromium. Tinjauan ini bertujuan untuk merangkum dan mempelajari tentang berbagai adsorben dalam pengolahan kandungan kromium yang terdapat dalam limbah industri khususnya penyamakan kulit.

**Kata kunci:** air limbah, adsorpsi, Kromium (Cr), adsorben.

## ABSTRACT

Waste management issue is one of the biggest problems in the industries recently. Every industry has a high probability of releasing toxic by product to the environment in the form of waste. One of the examples is in the leather tanning industry, as one of the components contained in the tannery waste is chromium (Cr). Chromium (Cr) is a heavy metal that is very dangerous to the environment and living beings. It is poisonous and can lead to various health problems. Adsorption is one of the highly recommended methods available to overcome this problem. Relatively low handling costs, simple processes, and the possibility to be recycled are some of the advantages of the adsorption process. In addition, the adsorption process can be maximized by using adsorbents that have specific potential specifications for chromium absorption. This review aims to summarize and learn about various adsorbents in the processing of chromium content in industrial waste, especially leather tanning.

**Keywords:** wastewater, adsorption, Chromium (Cr), adsorbent

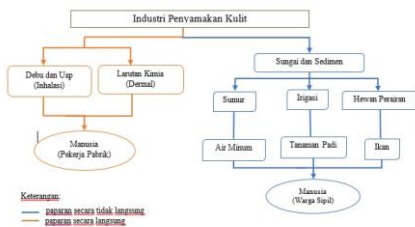
**Commented [P1]:** Review: Pengolahan air limbah industri penyamakan kulit menggunakan proses adsorpsi

**Commented [P2]:** Abstrak harus berisikan ttg: Latar belakang...mengapa sdr melakukan review untk judul ini atau alasan apa? Tujuan review apa? ..bukan hanya merangkum dan mempelajari tetapi juga menemukan jenis/berat adsorben .... Hasil review yang diharapkan apa?

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, membuat Sumber Daya Manusia (SDM) dan industri – industri pun semakin meningkat. Seperti halnya industri pakaian, makanan, minuman, obat – obatan, tekstil, elektronik, dan sebagainya. Dan salah satu industri yang mendapat banyak sorotan adalah industri penyamakan kulit. Industri ini memiliki peran penting dalam kehidupan manusia karena berbagai barang yang dipakai saat ini rata – rata terbuat dari kulit sebagai contoh dalam produksi persepatuan, produksi dompet, tas, jaket, sarung tangan kulit, dan sebagainya. Tetapi selain memberikan dampak positif, industri penyamakan kulit juga memberikan dampak negatif yang dimana terdapat pada limbah yang dihasilkan. Dan industri kulit juga merupakan salah satu penghasil polutan terbesar di dunia [1, 2].

Dampak dari limbah industri penyamakan kulit yang mengandung bahan – bahan berbahaya dan beracun seperti kromium yang akan berakibat pada lingkungan sekitar dan juga makhluk hidup dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema jalur masuknya limbah industri pada lingkungan sekitar dan makhluk hidup

Proses pencemarannya pun dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung [3]. Hal ini terjadi disebabkan oleh tidak maksimal proses penyerapan bahan-bahan kimia oleh kulit pada saat proses penyamakan kulit sehingga sisa-sisa dari bahan kimia tersebut akan masuk ke dalam limbah yang dibuang nantinya. Salah satu bahan yang berbahaya dan beracun yang tidak terserap dengan baik adalah kromium (Cr) [4].

Kromium merupakan zat yang sudah sejak lama digunakan dalam industri penyamakan kulit sebagai campuran senyawa tertentu untuk menghaluskan kulit binatang yang disamak [5]. Meskipun bermanfaat akan tetapi masalah yang paling banyak dijumpai dalam industri penyamakan kulit adalah tidak terikatnya semua kromium pada kulit. Karena kulit hanya dapat menyerap 60%-70% kromium dan sisanya sekitar 30%-40% kromium akan terbawa dalam limbah industri penyamakan [1]. Limbah yang terhitung sudah cukup besar dan sudah melebihi dari batas baku mutu lingkungan yang diberikan, oleh karena itu diperlukannya usaha untuk mengatasi limbah kromium dari industri penyamakan tersebut. Dan beberapa cara pun telah dilakukan untuk menangani limbah cair penyamakan kulit. Contohnya seperti adsorpsi [6, 7, 8], wetland [8], reagen fenton [9], filtrasi, biologi, kimia, fisika, koagulasi [10], reverse osmosis [11], presipitasi [8, 12].

Dari sekian banyaknya metode yang sudah di terapkan, salah satu metode yang paling efisien dan lebih banyak memiliki keuntungan adalah metode adsorpsi. Karena dari segi biaya yang cukup murah, prosesnya yang sederhana, juga sangat efektif untuk menyerap logam. Dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun. [13]. Dan contoh bahan alam atau limbah pertanian yang dapat dijadikan sebagai absorben karena potensinya yang cukup baik jika dilihat dari efektivitas, komposisi kimia, dan struktur komponen yang terkandung didalamnya serta ramah lingkungan adalah kayu bakau (*Rhizophora Mucronata Lamck*) yang dengan mudah bisa di dapat dari limbah mangrove yang sudah

**Commented [P3]:** Jelaskan alasan apa sdr melakukan review untuk pengolahan air limbah pelapisan logam penyamaan kulit dg metode adsorpsi  
Alasan review HARUS dibedakan dengan alasan melakukan penelitian

ditebang untuk dijadikan areal pemukiman di kota tanjung pinang ibu kota kepulauan riau [14] , ataupun arang aktif tempurung kelapa yang sering digunakan oleh para peneliti [4]. Dan arang kayu itu mengandung karbon sekitar 73 % – 90 % [15].

## 2. KARAKTERISTIK LOGAM KROM DALAM LIMBAH PENYAMAKAN KULIT

Kromium merupakan salah satu unsur logam yang banyak ditemukan di alam dan sering dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Salah satu penggunaannya adalah dalam fotografi atau pun zat warna bahkan berbagai industri pun juga menggunakan kromium dalam proses produksinya. Kromium terletak di golongan VI B pada tabel periodik dan memiliki nomor atom 24 dengan berat atom sebesar 51.1996. Kromium paling banyak di temukan sebagai bahan mineral kromium dalam bentuk “*chromite*”. Logam kromium memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+, 6+. Lalu pada Cr<sup>2+</sup> itu akan membentuk senyawa yang sifatnya basa, lalu yang dibentuk oleh Cr<sup>3+</sup> mempunyai sifat yang amporter, dan pada Cr<sup>6+</sup> memiliki sifat asam yang lebih daripada yang lain [16].

Dan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 merupakan bilangan oksidasi yang terpenting. Karena reaksi dan senyawa kromium (Cr) yang paling banyak dan paling sering ditemukan adalah senyawa kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 merupakan suatu bilangan yang dimana ketika terbentuk dari atom – atomnya yang bersifat netral maka bilangan tersebut akan menyatakan sifat muatan spesinya [1]. Tingkatan oksidasi dari kromium ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tingkatan oksidasi dari kromium (Cr).

No.	Bil. Oksidasi	Contoh Senyawa	Keterangan	Ref.
1	-2	Na <sub>2</sub> [Cr(CO) <sub>5</sub> ]	Jarang ditemukan	1
2	-1	Na <sub>2</sub> [Cr <sub>2</sub> (CO) <sub>10</sub> ]	Jarang ditemukan	1
3	0	Cr(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	Paling banyak jenisnya dan sebagian besar merupakan turunan dari heksa karbonil	26
4	+1	K <sub>3</sub> [Cr(CN) <sub>5</sub> NO]	Sebagian besar diperoleh dari oksidasi kompleks Cr (0)	1
5	+2	CrCl <sub>2</sub>	Stabil dalam air	26
6	+3	CrCl <sub>3</sub>	Bilangan oksidasi krom yang paling stabil	26
7	+4	K <sub>2</sub> CrF <sub>6</sub>	Rentan terhadap reaksi disproportionasi dan tidak stabil dalam air	1
8	+5	K <sub>3</sub> CrO <sub>8</sub>	Rentan terhadap reaksi disproportionasi	1



9	+6	$K_2CrO_4$	dan tidak stabil dalam air Bilangan oksidasi krom terpenting dan yang paling <i>toxic</i>	26	Bilangan kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 dengan contoh senyawa $CrCl_2$ , $CrCl_3$ dan $K_2CrO_4$ secara berurutan merupakan krom yang paling sering ditemukan di dalam
---	----	------------	--	----	--

limbah [1, 26]. Akan tetapi selain memiliki manfaat yang banyak, kromium juga disebut sebagai polutan umum. Karena kromium banyak ditemukan di berbagai limbah industri contohnya seperti industri elektroplating, industri penyamakan kulit, dan juga industri pembuatan pigmen [17]. Kromium yang dihasilkan dari berbagai macam industri ini adalah krom yang bervalensi 3+ (trivalen) yang dimana krom (III) ini dapat teroksidasi menjadi krom (VI) yang bervalensi 6+ (heksavalen) pada saat kondisi basa [18].

Krom (VI) dan krom (III) dapat juga dijumpai pada lingkungan sekitar, dan juga dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup contohnya seperti hewan, tanaman, dan bahkan manusia. Yang dimana jika sudah masuk maka akan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penyakit yang parah [19]. Hadirnya kromium trivalen dan heksavalen dalam lingkungan adalah salah satu kasus yang sangat terkenal karena efek racunnya yang sangat berbahaya. Dan sumber utama penyebabnya adalah industri pertambangan, industri penyamakan kulit, industri semen, industri baja, industri cat, dan masih banyak industri lainnya yang menggunakan krom dalam proses produksinya [20]. Karena keberadaan polusi krom (Cr) di lingkungan sangat terkait dengan adanya industri – industri yang ada di sekitar lingkungan tersebut [21]. Krom (III) dan krom (VI) memiliki perbedaan yang terbilang cukup besar dalam sifat kimia nya dan juga aktivitas biokimianya [22].

Pada umumnya krom (III) ditemukan di lingkungan dalam jumlah yang kecil, tetapi jika sudah dalam jumlah yang besar maka akan sangat berbahaya karena bisa teroksidasi menjadi krom (VI). Krom (VI) yang berada di dalam perairan memiliki kelarutan yang terbilang cukup tinggi serta memiliki sifat yang karsinogenik karena dapat menyebabkan kanker paru – paru bila sudah masuk ke dalam tubuh. Oleh karena itu krom yang berada dalam lingkungan perairan dengan konsentrasi tertentu akan menyebabkan masalah bagi lingkungan dan juga bagi makhluk hidup [4]. Meskipun kromium heksavalen ( $Cr^{6+}$ ) terdapat dalam bentuk spesies  $CrO_4^{2-}$  dan  $CrO_7^{2-}$  dan kromium trivalent ( $Cr^{3+}$ ) terdapat dalam bentuk  $Cr^{3+}$  dan  $CrOH_2$  tetapi kromium yang lebih berbahaya adalah kromium heksavalen karena bersifat mutagenik dan karsinogenik sehingga kromium trivalen pun lebih aman dibandingkan  $Cr^{6+}$  [23]. Tetapi meskipun Krom III ( $Cr^{3+}$ ) lebih aman dan dikenal sebagai mikronutrien esensial (Nutrisi Esensial yang mencakup vitamin dan mineral seperti kalium, fosfor, kalsium, magnesium, vitamin A, Vitamin C, Vitamin D) dan juga dikenal dengan krom yang lebih stabil dibanding dengan Krom VI ( $Cr^{6+}$ ), tetapi semua spesies Krom (Cr) dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis bagi manusia jika dalam dosis yang tinggi [24].

Dalam World Health Organization (WHO) standar batas maksimum penggunaan kromium (Cr) dalam minuman adalah sebesar 0,05 mg / L [25].

### 3. METODE ADSORPSI

Pengertian dari adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat – zat oleh permukaan ataupun antarmuka dalam bentuk cair, uap ataupun gas. Lalu faktor yang paling penting dalam prosesnya adalah luas permukaan, macam – macam adsorben, macam – macam adsorbat, konsentrasi untuk masing – masing zat, tekanan, pengadukan, dan daya larut terhadap adsorben. [27, 28]. Dan untuk prinsip nya proses adsorpsi itu sendiri terdiri dari 3 langkah yaitu harus terjadi kontak antara fluida dengan adsorben, fluida yang tidak teradsorpsi harus dipisahkan dari adsorbat – adsorben, dan terakhir adsorben harus dapat diregenerasi (dihasilkan kembali) [29].

**Commented [P4]:** Dalam review sdr SEHARUSNYA MENGENAL ttg

3. metode adsorpsi secara batch ----penggunaan adsorben dalam bentuk powder
4. Metode adsorpsi secara kontinyu...penggunaan adsorben dalam bentuk granular/butiran

Kajian bisa dilakukan dengan membandingkannya dari hasil studi (artikel) penelitian terkait dlm bentuk tabel, kemudian ditemukan jenis adsorben dan kadar atau rasio adsorben mana yg paling efektif, baik untuk proses batch maupun kontinyu.

Adsorpsi merupakan salah satu teknik yang konvensional akan tetapi cukup efektif dalam melakukan suatu pemisahan, pemurnian maupun penjerapan untuk menjerap logam berat dan bahan – bahan kimia yang berbahaya yang berada pada limbah industri terutama dalam limbah perairan seperti contoh ion logam kromium (Cr). [30-32]. Adsorpsi menjadi salah satu metode alternatif dan juga relevan untuk menjerap bahan – bahan kimia dalam limbah industri karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan proses – proses pengolahan limbah lainnya. Yaitu, memiliki efisiensi yang tinggi, prosesnya sederhana, pada konsentrasi rendah pun masih dapat bekerja, dapat di recycle, biaya yang diperlukan pun murah. [31, 33]. Lalu terdapat juga 2 metode adsorpsi yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Perbedaan yang paling mendasar dari kedua metode tersebut adalah dari sifat – sifat yang menyebabkan ikatan adsorpsi tersebut. Seperti halnya adsorpsi fisika yang memiliki ciri – ciri yaitu terjadi pada suhu yang rendah, lalu jenis interaksinya adalah intermolekuler, entalpinya rendah dan juga merupakan suatu proses bolak – balik (reversible) [34].

Adsorpsi krom (Cr) pada limbah – limbah industri sudah banyak diterapkan dengan menggunakan adsorben seperti resin sintetik, sorben dari bahan – bahan organik (biosorben) dengan menggunakan bahan organik yang mati, lalu ada juga dari bahan anorganik seperti contoh silika, lempung dan zeolit [35].

Pengolahan limbah logam berat juga bisa dilakukan menggunakan arang aktif. Karena semua arang aktif tersebut terlebih dahulu sudah diberi perlakuan khusus sehingga mempunyai luas permukaan pori berkisar Antara 300 – 200 m<sup>2</sup>/g yang terbilang sangat besar [36]. Arang aktif merupakan salah satu cara penanganan limbah yang paling umum untuk digunakan karena beberapa alasan seperti metodenya yang sederhana, biaya yang relative murah, sangat mudah untuk dilakukan, dan juga arang aktif sangat cocok terhadap zat beracun [37]. Dan juga adsorben yang paling berpotensi untuk digunakan adalah yang berasal dari alam yang dimana ramah lingkungan dan juga regenerable [38]. Karena salah satu karakteristik yang dianggap sebagai keunggulan suatu adsorben adalah sifat regenerable nya atau dapat diregenerasi menggunakan agen pendesorpsi [39].

Dan terdapat juga beberapa kondisi yang sangat mempengaruhi besar kecilnya nilai kapasitas dari suatu adsorben dalam proses penyerapan, diantaranya pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan suhu [40]. Larutan pH akan sangat berpengaruh dalam aktivitas gugus fungsi dari adsorben [13]. Selain itu, waktu kontak juga sangat berpengaruh dalam proses serapan logam dengan tujuan agar mencapai keadaan setimbang yang biasanya menghabiskan waktu sekitar beberapa menit ataupun beberapa jam. Sehingga secara umum agar kesetimbangan tercapai lebih cepat maka seringkali menggunakan mekanisme adsorpsi fisika dibandingkan dengan mekanisme adsorpsi kimia [41]. Aktifitas gugus fungsi yang terdapat pada adsorben itu sendiri sangat dipengaruhi oleh berat adsorben yang digunakan, sedangkan suhu akan mempengaruhi daya serap dari adsorben terhadap adsorbat [42]. Beberapa contoh adsorben yang berpotensi adalah sebagai berikut yang sudah di tampilkan pada Tabel 2.

**Table 2.** Perbandingan efisiensi adsorpsi ataupun kapasitas adsorpsi dari berbagai adsorben dalam hal penurunan kandungan krom

Jenis - Jenis Adsorben	Keterangan Hasil		Ref.
	(Efisiensi Adsorpsi (%))	atau Kapasitas Adsorpsi (mg/g))	
Gelatin	34,48 % – 35,80 %		[44]
Ferro Sulfat	78,45 %		
Aluminium Sulfat	62,48 %		

Kombinasi Gelatin Dan Ferro Sulfat	94,75 %	
Senyawa Alkali Ca(OH) <sub>2</sub>	99,28 %	[45]
Senyawa Alkali Naoh	98,50 %	
Senyawa Alkali Nahco <sub>3</sub>		
Kulit Pisang	249,6 mg	[46]
Hidrotalsit	55,57 mg / g	[44]
Daun Teh Hitam	364 mg / g (Cr VI)	[45]
Cangkang Telur	160 mg / g (Cr III)	[49]
Husk Of Bengal Gram	99 % (Cr VI)	[50]
Batang Bunga Matahari	85 % (Cr III)	[51]
Kulit Kopi	8,064 mg / g	[52]
Terxanthasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri (Aleurites Moluccana)	Efisiensi sebesar 25 % dan kapasitas sebesar 3,6 mg/g	[53]
Limbah Lumpur Proses Activated Sludge Industri Karet Remah Tebu	99 %	[54]
Kue Minyak	0,28 mg / g	[55]
Tongkol Jagung	0,63 mg / g	
Abu Terbang	0,82 mg / g	
Lumpur Lapindo	Efisiensi sebesar 86,11 % dan kapasitas sebesar 0,138 mg / g	[56]
Biocharcoal Dari Biji Salak	97 %	[57]
Kitosan	99,77%	[58]
Serbuk Gergaji	91,9%	[4]
Arang Aktif Kulit Durian	Efisiensi sebesar 65,4% dan kapasitas sebesar 2,50 mg / g	[59]
Fusarium Dan Apergillus Niger	10,67 mg / g	[60]
	96,23 % (Cr III) dan 96,3 % (Cr VI)	[19]
Pseudomonas Aeruginosa	68,8 % (Cr VI)	[61]

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan dari teknologi pengolahan kandungan krom dalam limbah penyamakan kulit dengan adsorpsi memperlihatkan bahwasanya banyak jenis – jenis adsorben yang berpotensi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kandungan kromium (Cr) dalam limbah industri penyamakan kulit. Untuk proses yang terjadi yaitu adsorpsi memiliki beberapa kondisi yang harus dilakukan yaitu harus terjadi kontak antara fluida dengan adsorben, lalu fluida yang tidak teradsorpsi harus dipisahkan dari adsorbat – adsorben, dan terakhir adsorben harus dapat diregenerasi (dihasilkan kembali). Dan

**Commented [P5]:** Dalam review HARUS menemukan metode adsorpsi yg bagaimana yg efektif, dan jenis adsorben apa yg efektifitasnya paling tinggi dalam proses pengolahan air limbah pelapisan logam

untuk adsorben itu sendiri juga terdapat beberapa kondisi yang sangat mempengaruhi akan besarnya kapasitas suatu adsorben dalam menyerap adsorbat yaitu pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan juga suhu.

## DAFTAR PUSTAKA

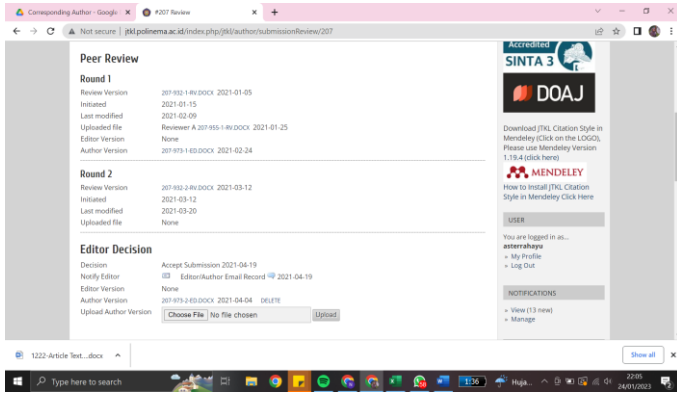
- [62] Asmadi, E. Sutrisno, W. Oktiawan, Pengurangan Chrom (Cr) Dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca(OH)}_2$ , Naoh Dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus Pt. Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Air Indonesia*, vol. 5, hal. 41 – 54, 2009.
- [63] Wiharti, Riyanto, N. Fitri, Aplikasi Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt), Tembaga (Cu) Dan Karbon (C) Untuk Penurunan Kadar Cr Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta, *Indonesian Journal Of Chemical Research*, vol. 1, no. 1, hal. 59 – 66, 2014.
- [64] D. Rahardjo, A. Prasetyaningsih, Konsentrasi Dan Akumulasi Kromium Dalam Darah Rambut Warga Desa Banyak, *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, In: Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Medan, 12 October 2018, hal 1 – 14.
- [65] M. Lasindrang, Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Oleh Kitosan Yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknosains*, vol. 3, hal. 132 – 141, 2014.
- [66] N. C. Wahyulis, I. Ulfan, Harmami, Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit, *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, vol. 3, no. 2, hal. 2337 – 3520, 2014.
- [67] R. S. Murti, C. M. H. Purwanti, S. Suyatini, Adsorpsi Amonia Dari Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Abu Terbang Bagas, *Majalah Kulit Karet Dan Plastik*, vol. 29, hal. 85–90, 2013.
- [68] E. Rohaeti, Penjerapan Krom Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Oleh Zeolit Alam, *Jurnal Purifikasi*, vol. 7, hal. 49 – 54, 2006.
- [69] S. Sutyasmi, H. B. Susanto, Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air Dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemar Dengan Sistem Wetland Dan Adsorpsi, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 29, no. 2, hal. 69 – 76, 2013.
- [70] T. E. Agustina, M. Faizal, T. Aprianti, D. Teguh, A. M. Rif'at, I. G. Putra, M. R. Prayesi, U. Fitriana, Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 13, hal. 60 – 69, 2018.
- [71] M. Moelyadi, Pengkajian Efektivitas Proses Koagulasi Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit – Sukagerang, Garut, *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 3, no. 2, hal. 169 – 182, 2012.
- [72] A. Syahril, Aplikasi Membran Osmosa Balik Untuk Pengolahan Limbah Cair Logam Toksik, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 11, no. 3, hal. 164 – 167, 2010.
- [73] I. Avesa, B. Yusuf, Alimuddin, Penurunan Kadar  $\text{Cr}^{3+}$  [Kromium (Iii)] Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Laboratorium Dengan Penggunaan Metode Presipitasi, *Jurnal Kimia Mulawarman*, vol. 14, no. 1, hal. 7 – 12, 2016.
- [74] I. Syaunqiah, M. Amalia, H. A. Kartini, Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, vol. 12, hal. 11 – 20, 2011.
- [75] E. Lestari, Y. S. Hadi, G. Pari, Pemanfaatan Campuran Arang Aktif Kayu *Muntingia Calabura L.* Dan Bakteri *Escherichia Coli* Pada Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 37, no. 2, hal. 105 – 122, 2019.
- [76] J. M. P. Villegas, J. M. Rodriguez, J. F. P. Valle, M. Garcia, Changes In Commercial Wood Charcoals by Thermal Treatments, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 80, no. 2, hal. 507–514, 2007.

- [77] A. T. S. D. R. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), Toxicological Profile for Chromium, U.S. Department of Health and Human Services, hal 9 – 23, 2012.
- [78] S. Fernandes, S. A. Cavaco, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Removal of Chromium From Electroplating Industry Effluents By Ion Exchange Resins, *Journal of Hazardous Materials*, vol 144, no. 3, hal 634 – 638, 2007.
- [79] S. A. Cavaco, S. Fernandes, C. M. Augusto, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Evaluation Of Chelating Ion Exchange Resins For Separating Cr (III) From Industrial Effluents, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 169, hal. 516-523.
- [80] S. Triatmojo, D. T. H. Sihombing, S. Djojowidagdo, T. R. Wiradarya, Biosorpsi Dan Reduksi Krom Limbah Penyamakan Kulit Dengan Biomassa *Fusarium Sp* Dan *Aspergillus Niger*, *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, vol. 8, hal. 70–81, 2001.
- [81] N. F. Fahim, B. N. Barsoum, A. E. Eid, M. S. Khalil, Removal Of Chromium ( III ) From Tannery Wastewater Using Activated Carbon From Sugar Industrial Waste, *Journal of Hazardous Materials*, vol 136, hal 303 – 309, 2006.
- [82] F. J. Rodrigues, S. Gutierrez, J. G. Ibanez, J. L. Bravo, N. Batina, Efficiency of Toxic Chromate Reduction by a Conducting Polymer (Polypyrrole): Influence of Electropolymerization Conditions, *Environmental Science & Technology (Environ. Sci. Technol.)*, vol 34 , hal 2018 – 2023, 2000.
- [83] S. Saputro, Improved Solidphase Spectrophotometry for the Microdetermination of Chromium(VI) in Natural Water, *Analytical Sciences*, vol. 25, hal. 1445 – 1450, 2009.
- [84] M. Mawardi, E. Munaf, S. Kosela, W. Wibowo, Pemisahan Ion Krom (III) Dan Krom (VI) dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Spirogyra Subsalsala* sebagai Biosorben, *Reaktor*, vol. 15, no. 1, hal. 27 – 36, 2014.
- [85] S. J. Santosa, D. Siswanta, S. Sudiono, R. Utarianingrum, Chitin – Humic Acid Hybrid as Adsorbent for Cr ( III ) In Effluent Of Tannery Wastewater Treatment, *Applied Surface Science*, vol. 254, hal. 7846 – 7850, 2008.
- [86] Heydari, Adsorption of Chromium Ions from Aqueous Solution by Carbon Adsorbent, *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering*, vol. 7, no. 12, hal. 632 – 635, 2013.
- [87] N. N. Greenwood, A. Earnshaw, Chemistry Of The Elements, (Buku Edisi Ke – 2<sup>nd</sup>), *Oxford : Butterworth – Heinemann*, Chapter 2, 1997.
- [88] A. F. Ramdja, M. Halim, J. Handi., Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Kelapa (*Cocus nucifera*), *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 15, no. 2, hal. 1-8, 2008.
- [89] E. Wardhani, M. Dirgawati, I. F. Alvina, Kombinasi Proses Presipitasi Dan Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit, *Lingkungan Tropis*, vol. 7, no. 1, hal. 39 – 52, 2013.
- [90] M. Billah, Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam Cr<sup>2+</sup> dan Fe<sup>2+</sup> dalam Limbah Industri Baja, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 10, no. 1, hal. 48 – 56, 2010.
- [91] S. R. Singh, A. P. Singh, Treatment of Water Containing Chromium (VI) Using Rice Husk Carbon As a New Low Cost Adsorbent, *International Journal of Environmental Research*, vol 6, no. 4, hal 917-924, 2012.
- [92] A. D. Martino, M. Iorio, R. Capasso, Chemosphere Sustainable Sorption Strategies For Removing Cr<sup>3+</sup> + From Tannery Process Wastewater, vol. 92, hal. 1436 – 1441, 2013.
- [93] S. H. Dewi, Ridwan, Sintetis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetik untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 13, no. 2, hal. 136-140, 2012.
- [94] N. K. Suminten, I. W. Sudiarta, I. N. Simpen, Adsorpsi Ion Logam Cr(III) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (SiDPZon), *Jurnal Kimia*, vol. 8, no. 2, hal. 231-236, 2014.
- [95] K. Beroeh, Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> dari Serbuk Gergaji Kayu Jati, *Jurnal Teknik Kimia : UMJ (Universitas Muhammadiyah Jakarta)*, 2004.
- [96] H. P. D. Giri, I. W. Sudiarta, I.A.R.A. Asih, Optimasi Adsorpsi Cr(VI) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Difenilkarbazida (Si-DPZida), *Jurnal Kimia*, vol. 8, no. 2, hal. 198-204, 2014.

- [97] Y. C. Danarto, T. Samun, Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI), *Jurnal Ekuilibrium*, vol. 7, no. 1, hal. 13–16, 2008.
- [98] O. Hamdaoui, C. Mahdi, Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran, *Acta Chim*, vol. 54, no. 1, hal. 407- 418, 2006.
- [99] Kusmiyati, P. A. Lystanto, K. Pratiwi, Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (Kaab) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu<sup>2+</sup> dan Ag<sup>+</sup> pada Limbah Cair Industri, *Reaktor*, vol. 14, no. 1, hal. 51-60, 2012.
- [100] M. Munawar, Kesetimbangan Sorpsi Ion Seng (II) pada Partikel Gambut, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 9, no. 3, hal. 91-98, 2010.
- [101] R. A. Sari, M. L. Firdaus, R. Elvia, Penentuan Kesetimbangan, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna Reactive Red dan Direct Blue, *Alotrop*, vol. 1, no. 1, hal. 10-14, 2017.
- [102] I.Syauqiah, A. Mayang, A. H. Kartini, Analisis Variasi Waktu Kontak dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, vol. 12 no. 1, hal. 11 – 20, 2011.
- [103] N. E. Khasanah, Adsorpsi logam berat, *Jurnal Oseana*, vol. 34, no. 4, hal. 1 – 7, 2009.
- [104] F. E. Madina, R. Elvira, I. N. Chandra, Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B, *Alotrop*, vol. 1, no. 2, hal. 98 – 101, 2017.
- [105] Sugihartono, S. Sutiasmi, D. Rahmawati, Suyatini, Pemisahan Krom Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Gelatin Dan Flokulan Anorganik, *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik Ke - 5*, In: Yogyakarta, vol. 32, no. 1, 26 October 2016, hal. 21-30.
- [106] J. Tri, Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)<sub>2</sub>, NaOH, dan NaHCO<sub>3</sub> (Studi Kasus di Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 2, no. 2, hal. 39 – 45 , 2003.
- [107] N. Das, P. Karthika, R. Vimala, V. Vinodhini, Use of Natural Products as Biosorbent of Heavy Metals: An overview, *Natural Product Radianc*, vol. 7, no. 2, hal. 133 – 138, 2008.
- [108] P. Kurniawati, B. Wiyantoko, T. E. Purbaningias, Adsorption Isotherm of Cr (VI) Using Mg / Al Hydrotalcite with Molar Ratio 2:1, *EKSAKTA: Jurnal Ilmu dan Analisis Data*, vol. 14, no. 1, hal. 20 – 26, 2014.
- [109] M. A. Hossain, M. Kumita, Y. Michigami, S. Mori, Optimization Of Parameters For Cr (VI) Adsorption In Used Black Tea Leaves, *Adsorption*, vol. 11, hal. 561 – 568, 2005.
- [110] K. Chojnacka, Biosorption Of Cr (III) Ions By Egg Shells, *Jurnal Hazard Mater*, vol. 121, no. 1-3, hal. 167 – 173, 2005.
- [111] N. Ahalya, R. D. Kanamadi, T. V. Ramachandra, Biosorption Of Chromium (VI) From Aqueous Solutions By The Husk Of Bengal Gram (Cicer Arientinum), *Electron Jurnal Biotechnol*, vol. 8, no. 3, hal. 258 – 264, 2005.
- [112] U. R. Malik, S. M. Hasany, M. S. Sabhani, Sorptive Potential Of Sunflower Stem For Cr (III) Ions From Aqueous Solutions And Its Kinetic And Thermodynamic Profile, *Journal Talanta*, vol. 66, hal. 166 – 173, 2005.
- [113] R. Ardiansyah, E. N. Restiasih, N. Meileza, Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(Ii) Dan Cr(Vi) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxanthasi, *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 2, hal. 114 – 121, 2018.
- [114] M. Nasruddin, C. M. Rosnelly, F. Mulana, Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) Dengan Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri (Aleurites Moluccana), *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*, vol. 4, no. 4, hal. 117 – 125, 2017.
- [115] S. Salmariza, Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses Activated Sludge Industri Karet Remah Sebagai Adsorben, *Jurnal Riset Industri*, vol. 6, no. 2, hal. 175 – 182, 2012.
- [116] U. K. Garg, M. P. Kaur, V. K. Garg, D. Sud, Removal of Hexavalent Chromium Fromaqueous Solution By Agricultural Waste Biomass, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 140, hal. 60 – 68, 2007.

- [117] R. Afrianita, Y. Dewilda, Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri, *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND (Universitas Andalas)*, vol. 11, no. 1, hal. 67 – 73, 2014.
- [118] N. Prahesta, S. Hadianoro, Analisis Daya Serap Lumpur Lapindo Terhadap Logam Krom Dengan Menggunakan Aas, *Distilat (Jurnal Teknologi Separasi)*, vol. 5, no. 2, hal. 228 – 232, 2019.
- [119] R. C. Pongenda, M. Napitupulu, D. K. Walanda, Biocharcoal Dari Biji Salak (*Salacca Edulis*) Sebagai Adsorben Terhadap Kromium *Jurnal Akademika Kimia*, vol. 4, no. 2, hal. 84-90, 2015
- [120] V. Vinodhini, N. Das, Packed Bed Column Studies On Cr (VI) Removal From Tannery Wastewater By Neem Sawdust, *Desalination*, vol. 264, hal. 9 – 14, 2010.
- [121] K. Zarkasi, A. D. Moelyaningrum, P. T. Ningrum, Penggunaan Arang Aktif Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Tingkat Adsorpsi Kromium (Cr 6+) Pada Limbah Batik, *Efektor*, vol. 5, no. 2, hal. 67 – 73, 2018.
- [122] S. Chatterjee, I. Ghosh, K. K. Mukherjea, Uptake And Removal Of Toxic Cr ( VI ) By *Pseudomonas Aeruginosa*: Physicochemical And Biological Evaluation, *Current Science*, vol. 101, no. 5, hal. 645 – 652, 2011.

### Lampiran 3





## Lampiran 4

The screenshot shows a web browser window displaying a peer review submission page. The page is titled "Peer Review" and is divided into three main sections: "Round 1", "Round 2", and "Editor Decision".

**Round 1**

Review Version	207-932-1-RV.DOCX	2021-01-05
Initiated		2021-01-15
Last modified		2021-02-09
Uploaded file	Reviewer A 207-932-1-RV.DOCX	2021-01-25
Editor Version	None	
Author Version	207-932-1-03.DOCX	2021-02-24

**Round 2**

Review Version	207-932-2-RV.DOCX	2021-03-12
Initiated		2021-03-12
Last modified		2021-03-20
Uploaded file	None	

**Editor Decision**

Decision	Accept Submission	2021-04-19
Notify Editor	<input checked="" type="checkbox"/> Editor/Author Email Record	2021-04-19
Editor Version	None	
Author Version	207-932-2-03.DOCX	2021-04-04 DELETE
Upload Author Version	<input type="button" value="Choose File"/> No file chosen <input type="button" value="Upload"/>	

On the right side of the page, there are several utility links and a user profile section. The "Accredited" section shows "SINTA 3" and "DOAJ". Below that, there are links for "Download JTKL Citation Style in Mendeley" and "How to Install JTKL Citation Style in Mendeley". The "USER" section indicates the user is logged in as "astara@phary" and provides options for "My profile" and "Log Out". The "NOTIFICATIONS" section shows "View 13 new" and "Manage".

The browser's address bar shows the URL: <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jkl/author/submissionReview/207>. The Windows taskbar at the bottom shows the time as 22:05 on 24/01/2022.

# Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi: *Review*

Maryudi, Aster Rahayu\*, Refah Syauqi, Muhammad Kresna Islami

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Kampus 4, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Yogyakarta 55191, Indonesia

\*E-mail: [aster.rahayu@che.uad.ac.id](mailto:aster.rahayu@che.uad.ac.id)

## ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada industri-industri saat ini adalah pengolahan limbah yang tidak sempurna. Salah satu jenis industri yang memerlukan perhatian serta pengolahannya adalah limbah yang mengandung kromium seperti pada industri penyamakan kulit. Limbah penyamakan kulit masih menyisihkan logam-logam berbahaya dalam limbahnya seperti logam berat kromium (Cr). Kromium yang digunakan untuk menghasilkan olahan kulit yang lebih halus. Sekitar 30-40% kromium akan terbawa dalam limbah cair penyamakan. Tingginya kadar kromium yang tersisa dan terbawa dalam limbah dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis terhadap lingkungan bahkan juga sangat berbahaya terhadap makhluk hidup. Salah satu penanganannya adalah dengan menggunakan metode adsorpsi yang dimana merupakan salah satu metode alternatif dengan berbagai keuntungan yang ada. Biaya penanganan yang relatif murah, proses yang sederhana, dan kemungkinan dapat didaur ulang merupakan beberapa keuntungan dari proses adsorpsi. Selain itu, proses adsorpsi dapat dimaksimalkan dengan menggunakan adsorben yang memiliki spesifikasi potensi tertentu terhadap penyerapan kromium. Artikel ini me-review perbandingan metode adsorpsi *batch* dan kontinyu pada proses pengolahan kandungan kromium dalam limbah penyamakan kulit.

**Kata kunci:** air limbah, adsorpsi *batch*, adsorpsi kontinyu, kromium (Cr), adsorben.

## ABSTRACT

The waste management issue is one of the biggest problems in the industries recently. Every industry has a high probability of releasing toxic by-product to the environment in the form of waste. One example is in the leather tanning industry. Leather tanning waste still removes harmful metals in its waste, such as heavy metal chromium (Cr). Chromium is used to produce finer skin products. About 30-40% chromium will be carried in the tanning liquid waste. The high chromium levels remaining and carried away in the waste can cause acute and chronic toxicity to the environment and even very harmful to living things. Adsorption is one of the highly recommended methods available to overcome this problem. Relatively low handling costs, simple processes, and the possibility of being recycled are some of the adsorption process's advantages. In addition, the adsorption process can be maximized by using adsorbents that have specific potential specifications for chromium absorption. This article reviews batch and continuous adsorption methods in the processing of chromium content in tannery waste.

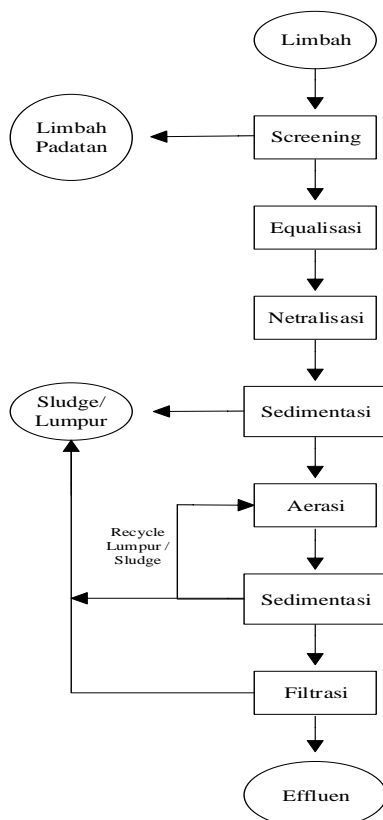
**Keywords:** wastewater, batch adsorption, continuous adsorption, chromium (Cr), adsorbent.

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, membuat Sumber Daya Manusia (SDM) dan industri-industri pun semakin meningkat. Seperti halnya industri pakaian, makanan, minuman, obat-obatan, tekstil, elektronik, dan sebagainya. Salah satu industri yang

banyak menjadi sorotan adalah industri penyamakan kulit. Industri ini memiliki peran penting dalam kehidupan manusia karena sebagian besar barang yang digunakan pada kehidupan sehari-hari merupakan produk olahan dari kulit seperti

produksi sepatu, dompet, tas, jaket, sarung tangan kulit, dan sebagainya. Selain memberikan dampak positif, industri penyamakan kulit juga memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitar akibat limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut karena industri kulit juga merupakan salah satu penghasil polutan terbesar di dunia [1,2]. Berbagai upaya telah dilakukan dalam pengolahan air limbah industri yang mengandung kromium tersebut. Skema proses pengolahan limbah kromium dalam limbah industri penyamakan kulit ditunjukkan pada Gambar 1 [3].



**Gambar 1.** Skema teknologi pengolahan air limbah industri yang mengandung kromium [3].

Proses pencemarannya pun dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung [4]. Hal ini terjadi disebabkan oleh tidak maksimalnya proses penyerapan bahan-bahan kimia oleh kulit pada saat proses penyamakan kulit sehingga sisa-sisa dari bahan kimia tersebut akan masuk ke dalam

limbah yang dibuang nantinya. Salah satu bahan yang berbahaya dan beracun yang tidak terserap dengan baik adalah kromium (Cr) [5].

Kromium merupakan zat yang sudah sejak lama digunakan dalam industri penyamakan kulit sebagai campuran senyawa tertentu untuk menghaluskan kulit binatang yang disamak [6]. Meskipun bermanfaat akan tetapi masalah yang paling banyak dijumpai dalam industri penyamakan kulit adalah tidak terikatnya semua kromium pada kulit.

Pada proses penyamakan kulit, kromium hanya dapat terserap sekitar 60-70% dan sisanya sekitar 30-40% merupakan kromium yang akan terbawa dalam limbah industri penyamakan [1]. Limbah yang terhitung sudah cukup besar dan sudah melebihi dari batas baku mutu lingkungan yang diberikan, oleh karena itu diperlukannya usaha untuk mengatasi limbah kromium dari industri penyamakan tersebut. Selama ini, beberapa cara telah dilakukan untuk menangani limbah cair penyamakan kulit diantaranya adalah adsorpsi [7-9], wetland [9], reagen fenton [10], filtrasi, biologi, kimia, fisika, koagulasi [11], reverse osmosis [12] dan presipitasi [9,13]. Dari sekian banyak metode yang sudah diterapkan, salah satu metode yang paling efisien dan lebih banyak memiliki keuntungan adalah metode adsorpsi. Jika ditinjau dari segi biaya, adsorpsi merupakan metode yang cukup murah, prosesnya yang sederhana, juga sangat efektif untuk menyerap logam serta tidak menimbulkan efek samping yang beracun [14]. Berbagai bahan alam atau limbah pertanian dapat dijadikan sebagai adsorben karena potensinya yang cukup baik jika dilihat dari segi efektivitas, komposisi kimia dan struktur komponen yang terkandung didalamnya serta ramah lingkungan diantaranya adalah kayu bakau (*Rhizophora Mucronata Lamck*) yang dengan mudah bisa di dapat dari limbah mangrove yang sudah ditebang untuk dijadikan area pemukiman di kota tanjung pinang ibu kota kepulauan riau [15], ataupun arang aktif tempurung kelapa yang memiliki

kandungan karbon sekitar 73-90% [5,16]. Metode adsorpsi pada pengolahan kandungan kromium dalam limbah penyamakan kulit menjadi suatu solusi dalam permasalahan tersebut. Perbandingan antara metode adsorpsi secara *batch* dan kontinyu dapat digunakan untuk mengetahui tingkat efektifitas adsorpsi logam kromium pada limbah penyamakan kulit.

## 2. KARAKTERISTIK LOGAM KROMIUM DALAM LIMBAH PENYAMAKAN KULIT

Kromium merupakan salah satu unsur logam yang banyak ditemukan di alam dan sering dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Salah satu penggunaannya adalah dalam fotografi atau pun zat warna bahkan berbagai industri juga menggunakan kromium dalam proses produksinya. Kromium terletak di golongan VI B pada tabel periodik dan memiliki nomor atom 24 dengan berat atom sebesar 51,996.

Kromium paling banyak ditemukan sebagai bahan mineral kromium dalam bentuk "*chromite*". Logam kromium memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+ dan 6+. Kemudian pada  $\text{Cr}^{2+}$  itu akan membentuk senyawa yang sifatnya basa, lalu yang dibentuk oleh  $\text{Cr}^{3+}$  mempunyai sifat yang amporter, dan pada  $\text{Cr}^{6+}$  memiliki sifat asam yang lebih daripada yang lain [17].

Dan bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 merupakan bilangan oksidasi yang terpenting. Karena reaksi dan senyawa kromium (Cr) yang paling banyak dan paling sering ditemukan adalah senyawa kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3 dan +6. Bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 merupakan suatu bilangan yang dimana ketika terbentuk dari atom-atomnya yang bersifat netral maka bilangan tersebut akan menyatakan sifat muatan spesinya [1]. Tingkatan oksidasi dari kromium ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tingkatan oksidasi dari kromium (Cr).

No.	Bil. Oksidasi	Contoh Senyawa	Keterangan	Ref.
1	-2	$\text{Na}_2[\text{Cr}(\text{CO})_5]$	Jarang ditemukan	[1]
2	-1	$\text{Na}_2[\text{Cr}_2(\text{CO})_{10}]$	Jarang ditemukan	[1]
3	0	$\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$	Paling banyak jenisnya dan sebagian besar merupakan turunan dari heksa karbonil	[18]
4	+1	$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_5\text{NO}]$	Sebagian besar diperoleh dari oksidasi kompleks $\text{Cr}(0)$	[1]
5	+2	$\text{CrCl}_2$	Stabil dalam air	[18]
6	+3	$\text{CrCl}_3$	Bilangan oksidasi kromium yang paling stabil	[18]
7	+4	$\text{K}_2\text{CrF}_6$	Rentan terhadap reaksi disproporsionasi dan tidak stabil dalam air	[1]
8	+5	$\text{K}_3\text{CrO}_8$	Rentan terhadap reaksi disproporsionasi dan tidak stabil dalam air	[1]
9	+6	$\text{K}_3\text{CrO}_4$	Bilangan oksidasi kromium terpenting dan yang paling beracun	[18]

Bilangan kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 dengan contoh senyawa  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{CrCl}_3$  dan  $\text{K}_3\text{CrO}_4$  secara berurutan merupakan kromium yang paling sering

ditemukan di dalam limbah [1,17]. Akan tetapi, selain memiliki manfaat yang banyak, kromium juga disebut sebagai polutan umum karena kromium banyak ditemukan

di berbagai limbah industri contohnya seperti industri electroplating, industri penyamakan kulit dan industri pembuatan pigmen [19]. Kromium yang dihasilkan dari berbagai macam industri ini adalah kromium yang bervalensi 3+ (trivalen) yang dimana kromium (III) ini dapat teroksidasi menjadi kromium (VI) yang bervalensi 6+ (heksavalen) pada saat kondisi basa [20].

Kromium (VI) dan kromium (III) dapat juga dijumpai pada lingkungan sekitar dan juga dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup contohnya seperti hewan, tanaman dan bahkan manusia. Yang dimana jika sudah masuk maka akan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penyakit yang parah [21]. Hadirnya kromium trivalen dan heksavalen dalam lingkungan adalah salah satu kasus yang sangat terkenal karena efek racunnya yang sangat berbahaya. Dan sumber utama penyebabnya adalah industri pertambangan, industri penyamakan kulit, industri semen, industri baja, industri cat, dan masih banyak industri lainnya yang menggunakan kromium dalam proses produksinya [22]. Karena keberadaan polusi kromium (Cr) di lingkungan sangat terkait dengan adanya industri-industri yang ada di sekitar lingkungan tersebut [23]. Kromium (III) dan kromium (VI) memiliki perbedaan yang terbilang cukup besar dalam sifat kimianya dan juga aktivitas biokimianya [24].

Pada umumnya kromium (III) ditemukan di lingkungan dalam jumlah yang kecil, tetapi jika sudah dalam jumlah yang besar maka akan sangat berbahaya karena bisa teroksidasi menjadi kromium (VI). Kromium (VI) yang berada di dalam perairan memiliki kelarutan yang terbilang cukup tinggi serta memiliki sifat yang karsinogenik karena dapat menyebabkan kanker paru-paru bila sudah masuk ke dalam tubuh. Oleh karena itu, kromium yang berada dalam lingkungan perairan dengan konsentrasi tertentu akan menyebabkan masalah bagi lingkungan dan juga bagi makhluk hidup [5]. Meskipun kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) terdapat dalam bentuk

spesies  $\text{CrO}_4^{2-}$  dan  $\text{CrO}_7^{2-}$  dan kromium trivalen ( $\text{Cr}^{3+}$ ) terdapat dalam bentuk  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{CrOH}_2$  tetapi kromium yang lebih berbahaya adalah kromium heksavalen karena bersifat mutagenik dan karsinogenik sehingga kromium trivalen pun lebih aman dibandingkan  $\text{Cr}^{6+}$  [25]. Tetapi, meskipun Kromium III ( $\text{Cr}^{3+}$ ) lebih aman dan dikenal sebagai nutrisi esensial (Nutrisi Esensial yang mencakup vitamin dan mineral seperti kalium, fosfor, kalsium, magnesium, vitamin A, Vitamin C dan Vitamin D). Selain itu juga dikenal sebagai kromium yang lebih stabil dibanding dengan Kromium VI ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Akan tetapi, semua spesies kromium (Cr) dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronis bagi manusia jika dalam dosis yang tinggi [26]. Dalam *World Health Organization* (WHO), standar batas maksimum penggunaan kromium (Cr) dalam minuman adalah sebesar 0,05 mg/L [18].

### 3. METODE ADSORPSI SECARA BATCH

Adsorpsi secara *batch* yaitu memasukkan larutan dengan komponen yang diinginkan ke dalam wadah yang berisi adsorben lalu diaduk dan juga mengamati perubahan kualitasnya dalam waktu tertentu [27]. Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan metode adsorpsi secara *batch* untuk menghilangkan kandungan logam kromium dalam limbah industri penyamakan kulit yang tertera pada Tabel 2.

Pada umumnya metode adsorpsi secara *batch* menggunakan adsorben dalam bentuk *powder* atau serbuk yang telah diayak terlebih dahulu. Dalam proses penyerapan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penyerapan kromium secara *batch* diantaranya adalah ukuran adsorben [28], waktu kontak [29] dan konsentrasi [29]. Adsorben dengan ukuran partikel berkisar antara 60-200 mesh memiliki efisiensi yang cukup tinggi dalam penyerapan logam kromium dimana 200 mesh merupakan ukuran partikel optimum dari adsorben yang digunakan [30]. Penyerapan pada kisaran

waktu kontak 1-4 jam dapat mempengaruhi nilai efisiensi penyerapan kromium [30-32], dimana kondisi optimum penyerapan kromium terjadi pada waktu kontak berkisar antara 1 jam [30,32,33]. Massa adsorben yang digunakan pada proses penyerapan berkisar antara 20-80 mg, dimana kondisi optimum penyerapan kromium yaitu

adsorben dengan massa 80 mg [30]. Pada proses penyerapan, konsentrasi awal logam akan mempengaruhi kemampuan penyerapan dari adsorben itu sendiri. Jika konsentrasi awal logam berat meningkat, maka efisiensi penyerapan akan menurun dan begitu juga sebaliknya [29].

**Tabel 2.** Perbandingan efisiensi penyerapan dari berbagai adsorben dengan menggunakan metode adsorpsi secara *batch*

Jenis Adsorben	Keterangan Hasil (Efisiensi Adsorpsi %)	Ref.
Teh hitam bekas ( <i>used black tea leaves</i> )	50-70%	[33]
Hidrotalsit	61,94%	[34]
Arang aktif kulit durian	35-72%	[35]
Gelatin	34,48-35,80%	[36]
Ferro sulfat	78,45%	[36]
Aluminium sulfat	62,48%	[36]
Kombinasi gelatin dan aluminium sulfat	94,75%	[36]
Sekam kacang arab ( <i>Cicer arietinum</i> )	99%	[37]
Kulit kopi terxhantasi	60%	[38]
Karbon aktif dari tempurung kemiri	25%	[39]
Limbah lumpur proses <i>activated sludge</i> industri karet remah	99%	[31]
Tebu	92%	[40]
Kue minyak	97%	[40]
Tongkol jagung	62%	[40]
Lumpur lapindo	97%	[32]
<i>Biocharcoal</i> dari biji salak	99,77%	[30]

Tabel 2 menunjukkan bahwa penggunaan *biocharcoal* dari biji salak pada metode adsorpsi secara *batch* adalah adsorben yang memiliki efisiensi adsorpsi paling besar dimana memiliki efisiensi penyerapan lebih tinggi 0,77% dari limbah lumpur proses *activated sludge* industri karet remah dan sekam kacang arab (*Cicer arietinum*). Faktor yang mempengaruhi antara ketiganya adalah waktu kontak. Adsorben *biocharcoal* dari biji salak menggunakan 5 waktu kontak yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit dengan perbedaan waktu 30 menit dan menghasilkan efisiensi sebesar 99,77%. Sementara limbah lumpur proses *activated sludge* industri hanya menggunakan 2 waktu kontak yaitu 15 dan 30 menit dan menghasilkan efisiensi adsorpsi sebesar 99%. Sekam kacang arab (*Cicer arietinum*) menggunakan 7 waktu kontak yaitu 15, 30,

60, 90, 120, 180, 240 dan 300 menit yang menghasilkan efisiensi adsorpsi sama yaitu sebesar 99%. Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa adsorben dari karbon aktif tempurung kemiri memiliki efisiensi adsorpsi terkecil yaitu 25%. Hal ini diakibatkan karena terjadinya penyerapan monolayer atau lapisan tunggal pada permukaan adsorben dimana peningkatan adsorpsi terjadi dengan cepat pada waktu awal dan kemudian menurun secara bertahap dan menjadi hampir konstan sebelum mencapai kesetimbangan. Selain itu, faktor pH juga mempengaruhi karena adsorpsi mengalami penurunan saat pH dinaikkan. Pengolahan dengan lumpur aktif, sekam kacang arab dan *biocharcoal* dari biji salak menunjukkan efisiensi yang tinggi sebesar  $\geq 99\%$ , dan bisa menjadi pilihan terbaik untuk metode adsorpsi sistem *batch*.

#### 4. METODE ADSORPSI SECARA KONTINYU

Apabila pada metode adsorpsi sistem *batch* yang diaduk dengan variasi waktu tertentu, maka kontinyu diaduk dengan variasi laju tertentu. Metode adsorpsi secara kontinyu juga dilakukan secara kolom dan adsorben yang digunakan biasanya dalam bentuk granular atau butiran [41,42]. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi secara kontinyu yaitu variasi laju, waktu kontak dan daya larut adsorbat [42]. Variasi laju yang optimum berkisar 100-120 L/menit dan

kondisi optimum dengan efisiensi adsorpsi terbesar itu terjadi pada variasi laju 120 L/menit [43]. Pada waktu kontak yang optimum yaitu berkisar 2-4 jam [42,43]. Faktor daya adsorbat juga memberikan pengaruh pada proses penyerapan yaitu senyawa yang sedikit larut dalam air akan semakin mudah untuk diserap [42]. Beberapa penelitian tentang penghilangan kandungan logam kromium dalam limbah penyamakan kulit dengan metode adsorpsi kontinyu ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan efisiensi adsorpsi dari berbagai adsorben dengan menggunakan metode adsorpsi secara kontinyu.

Jenis Adsorben	Keterangan Hasil (Efisiensi Adsorpsi %)	Ref.
Tempurung kelapa	39,35%	[43]
<i>Fly ash</i>	86,11%	[44]
Arang aktif kulit pisang	58%	[45]
Zeolit aktivasi dan karbon aktif	99,18%	[46]
Gelatin dengan NaOH	67,42%	[47]
Gelatin dengan KOH	79,26%	[47]
Senyawa alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$	99,28%	[48]
Senyawa alkali NaOH	99,28%	[48]
Senyawa alkali $\text{NaHCO}_3$	98,50%	[48]

Berdasarkan Tabel 3, adsorben yang memiliki efisiensi adsorpsi terbesar adalah senyawa alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan senyawa alkali NaOH yang memiliki efisiensi adsorpsi yang sama yaitu sebesar 99,28% karena perlakuan yang diberikan sama yaitu dengan penambahan konsentrasi sedikit demi sedikit sebanyak 10% sampai dicapai pH yang diinginkan. Sementara itu, senyawa alkali  $\text{NaHCO}_3$  hanya menghasilkan 98,50% [48]. Hal ini disebabkan karena dosis larutan  $\text{NaHCO}_3$  yang diberikan terlalu tinggi/banyak dibandingkan dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan NaOH. Kemudian tempurung kelapa merupakan adsorben yang memiliki efisiensi adsorpsi yang paling kecil yang hanya memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 39,35%. Hal ini dikarenakan pada saat proses kontinyu terdapatnya ikatan van der Waals yang mana ikatan tersebut bersifat

lemah sehingga mudah untuk terjadi desorpsi (lepas kembali). Namun dilihat dari ketersediaan dan biaya pengolahan, pengolahan limbah penyamakan kulit dengan kandungan kromium menggunakan zeolit dan arang aktif lebih bisa diterima [46].

#### 5. KESIMPULAN

Metode adsorpsi secara *batch* maupun secara kontinyu merupakan metode adsorpsi yang dapat diterapkan dengan baik pada proses penyerapan limbah kromium dimana masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan. Metode adsorpsi secara *batch* merupakan metode yang lebih efektif dalam penyerapan limbah kromium dibandingkan metode kontinyu. Metode adsorpsi secara *batch* dengan menggunakan *biocharcoal*

dari biji salak sebagai adsorben dengan ukuran partikel adsorben 200 mesh, waktu kontak berkisar antara 1 jam dengan massa adsorben 80 mg serta perbandingan rasio adsorben dan adsorbat sebesar 1:3 merupakan kondisi optimum penyerapan dengan metode *batch* yang menghasilkan efisiensi penyerapan paling tinggi yaitu 99,77%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada anggota Grup Pengolahan Limbah, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia yang telah membantu dalam pengumpulan literatur.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmadi, E. Sutrisno, W. Oktiawan, Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses *Tannery* Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Naoh dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Air Indonesia*, vol. 5, hal. 41–54, 2009.
- [2] Wiharti, Riyanto, N. Fitri, Aplikasi Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt), Tembaga (Cu) dan Karbon (C) untuk Penurunan Kadar Cr dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta, *Indonesian Journal of Chemical Research*, vol. 1, no. 1, hal. 59–66, 2014.
- [3] A. R. Desyana, Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2017.
- [4] D. Rahardio. A. Prasetvaningsih. Konsentrasi dan Akumulasi Kromium dalam Darah dan Rambut Warga Desa Banvakan. Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya. Universitas Negeri Medan, Indonesia, 12 Oktober 2018, hal 1–14.
- [5] M. Lasindrang, Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit oleh Kitosan yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknosains*, vol. 3, hal. 132–141, 2014.
- [6] N. C. Wahyulis, I. Ulfin, Harmami, Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, vol. 3, no. 2, hal. 2337–3520, 2014.
- [7] R. S. Murti, C. M. H. Purwanti, S. Suyatini, Adsorpsi Amonia dari Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Abu Terbang Bagas, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 29, hal. 85–90, 2013.
- [8] E. Rohaeti, M. S. Saeni, B. W. Lav, A. Sastiono, Penyerapan Krom Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit oleh Zeolit Alam, *Jurnal Purifikasi*, vol. 7, hal. 49–54, 2006.
- [9] S. Sutyasmi, H. B. Susanto, Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air dan Melati Air) pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit untuk Menurunkan Beban Pencemar dengan Sistem Wetland dan Adsorpsi, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 29, no. 2, hal. 69–76, 2013.
- [10] T. E. Agustina, M. Faizal, T. Aprianti, D. Teguh, A. M. Rif'at, I. G. Putra, M. R. Pravesi, U. Fitrializa, Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 13, hal. 60–69, 2018.
- [11] M. Moelyadi, Pengkajian Efektivitas Proses Koagulasi dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit – Sukagerang, Garut, *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 3, no. 2, hal. 169–182, 2012.
- [12] A. Svahril. Aplikasi Membran Osmosa Balik untuk Pengolahan Limbah Cair Logam Toksik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 11, no. 3, hal. 164–167, 2010.



- [13] I. Avesa, B. Yusuf, Alimuddin, Penurunan Kadar  $\text{Cr}^{3+}$  [Kromium (III)] dan TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Laboratorium Dengan Penggunaan Metode Presipitasi, *Jurnal Kimia Mulawarman*, vol. 14, no. 1, hal. 7–12, 2016.
- [14] I. Syaunqiah, M. Amalia, H. A. Kartini, Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, vol. 12, no. 1, hal. 11–20, 2011.
- [15] E. Lestari, Y. S. Hadi, G. Pari, Pemanfaatan Campuran Arang Aktif Kayu Muntingia Calabura L. dan Bakteri *Escherichia Coli* pada Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 37, no. 2, hal. 105–122, 2019.
- [16] J. M. P. Villegas, J. M. Rodriguez, J. F. P. Valle, M. Garcia, Changes in Commercial Wood Charcoals by Thermal Treatments, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 80, no. 2, hal. 507–514, 2007.
- [17] S. Wilbur, H. Abadin, M. Fay, D. Yu, B. Tencza, L. Ingerman, J. Klotzbach, S. James, Toxicological Profile for Chromium, U.S. Department of Health and Human Services, hal 9–23, 2012.
- [18] Heydari, Adsorption of Chromium Ions from Aqueous Solution by Carbon Adsorbent, *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering*, vol. 7, no. 12, hal. 632–635, 2013.
- [19] S. Fernandes, S. A. Cavaco, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Removal of Chromium from Electroplating Industry Effluents by Ion Exchange Resins, *Journal of Hazardous Materials*, vol 144, no. 3, hal 634–638, 2007.
- [20] S. A. Cavaco, S. Fernandes, C. M. Augusto, M. M. Quina, L. M. Ferreira, Evaluation of Chelating Ion-Exchange Resins for Separating Cr(III) from Industrial Effluents, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 169, hal. 516–523, 2009.
- [21] S. Triatmojo, D. T. H. Sihombing, S. Djojowidagdo, T. R. Wiradarya, Biosorpsi dan Reduksi Krom Limbah Penyamakan Kulit dengan Biomassa *Fusarium Sp* dan *Aspergillus Niger*, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 8, hal. 70–81, 2001.
- [22] N. F. Fahim, B. N. Barsoum, A. E. Eid, M. S. Khalil, Removal of Chromium(III) from Tannery Wastewater using Activated Carbon from Sugar Industrial Waste, *Journal of Hazardous Materials*, vol 136, hal 303–309, 2006.
- [23] F. J. Rodrigues, S. Gutierrez, J. G. Ibanez, J. L. Bravo, N. Batina, The Efficiency of Toxic Chromate Reduction by a Conducting Polymer (Polypyrrole): Influence of Electropolymerization Conditions, *Environmental Science & Technology*, vol 34, no. 10, hal 2018–2023, 2000.
- [24] S. Saputro, K. Yoshimura, S. Matsuoka, K. Takehara, Narsito Improved Solid-Phase Spectrophotometry for the Microdetermination of Chromium(VI) in Natural Water, *Analytical Sciences*, vol. 25, hal. 1445–1450, 2009.
- [25] M. Mawardi, E. Munaf, S. Kosela, W. Wibowo, Pemisahan Ion Krom(III) dan Krom(VI) dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Spirogyra Subsalsa* sebagai Biosorben, *Reaktor*, vol. 15, no. 1, hal. 27–36, 2014.
- [26] S. J. Santosa, D. Siswanta, S. Sudiono, R. Utarianingrum, Chitin–Humic Acid Hybrid as Adsorbent for Cr(III) in Effluent of Tannery Wastewater Treatment, *Applied Surface Science*, vol. 254, hal. 7846–7850, 2008.
- [27] D. M. Ruthven, Principle of Adsorption and Adsorption Processes, New Jersey: John Wiley & Sons, 1984.
- [28] N. D. Ratnasari, A. D. Moelyaningrum, Ellyke, Penurunan Kadar Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating Menggunakan Cangkang Telur Ayam Potong Teraktivasi Termal, *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, hal. 56–62, 2017.

- [29] S. N. M. Yusoff, A. Kamari, W. P. Putra, C. F. Ishak, A. Mohamed, N. Hashim, I. M. Isa, Removal of Cu(II), Pb(II) and Zn(II) Ions from Aqueous Solutions Using Selected Agricultural Wastes: Adsorption and Characterisation Studies, *Journal of Environmental Protection*, vol. 5, no. 4, hal. 289–300, 2014.
- [30] R. C. Pongenda, M. Napitupulu, D. K. Walanda, Biocharcoal dari Biji Salak (*Salacca Edulis*) Sebagai Adsorben Terhadap Kromium, *Jurnal Akademika Kimia*, vol. 4, no. 2, hal. 84–90, 2015.
- [31] S. Salmariza, Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses *Activated Sludge* Industri Karet Remah Sebagai Adsorben, *Jurnal Riset Industri*, vol. 6, no. 2, hal. 59–66, 2012.
- [32] N. Prahesta, S. Hadianoro, Analisis Daya Serap Lumpur Lapindo Terhadap Logam Krom dengan Menggunakan AAS, *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 5, no. 2, hal. 228–232, 2019.
- [33] M. A. Hossain, M. Kumita, Y. Michigami, S. Mori, Optimization of Parameters for Cr(VI) Adsorption on Used Black Tea Leaves, *Adsorption*, vol. 11, hal. 561–568, 2005.
- [34] B. Wiyantoko, P. Kurniawati, T. E. Purbaningtyas, Adsorption Isotherm of Cr(VI) Using Mg/Al Hydrotalcite with Molar Ratio 2:1, *EKSAKTA*, vol. 14, no. 1, hal. 20–26, 2014.
- [35] K. Zarkasi, A. D. Moelyaningrum, P. T. Ningrum, Penggunaan Arang Aktif Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Tingkat Adsorpsi Kromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ) Pada Limbah Batik, *Efektor*, vol. 5, no. 2, hal. 67–73, 2018.
- [36] Sugihartono, Pemisahan Krom pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Gelatin dan Flokulan Anorganik, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 32, no. 1, hal. 21–30, 2016.
- [37] N. Ahalya, R. D. Kanamadi, T. V. Ramachandra, Biosorption of Chromium (VI) from Aqueous Solutions by the Husk of Bengal Gram (*Cicer arietinum*), *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 8, no. 3, hal. 258–264, 2005.
- [38] R. Ardiansyah, E. N. Restiasih, N. Meileza, Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(II) dan Cr(VI) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxanthasi, *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 2, hal. 114–121, 2018.
- [39] M. Nasruddin, C. M. Rosnelly, F. Mulana, Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*), *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*, vol. 4, no. 4, hal. 117–125, 2017.
- [40] U. K. Garg, M. P. Kaur, V. K. Garg, D. Sud, Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Solution by Agricultural Waste Biomass, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 140, hal. 60–68, 2007.
- [41] A. Apriliani, Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah, Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia, 2010.
- [42] W. Somerville, Immigration Under New Labor, *Journal of Ethnic and Migration Studies*, vol. 35, no. 6, hal. 1056–1057, 2007.
- [43] A. Nurfitriyani, E. Wardhani, M. Dirgawati, Penentuan Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dengan Adsorpsi Menggunakan Tempurung Kelapa secara Kontinyu, *Jurnal Reka Lingkungan*, vol. 1, no. 2, hal. 57–58, 2013.
- [44] R. Afrianita, Y. Dewilda, Potensi Fly Ash sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) pada Limbah Cair Industri, *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND (Universitas Andalas)*, vol. 11, no. 1, hal. 67–73, 2014.
- [45] R. Shafirinia, I. W. Wardana, W. Oktawan, Pengaruh Variasi Ukuran Adsorben dan Debit Aliran Terhadap Penurunan Khrom (Cr) dan Tembaga (Cu) dengan Arang Aktif dari Limbah Kulit Pisang pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam

- (Elektroplating) Krom, *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 5, no. 1, hal. 1–9, 2016.
- [46] I. Nurhayati, S. Vigiani, D. Majid, Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Koagulasi dan Adsorpsi, *ECOTROPIC: Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 14, no. 1, hal. 74–87, 2020.
- [47] Sugihartono, S. Sutyasmi, D. Rahmawati, Suyatini, Penggunaan Gelatin untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit, *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik Ke-5*, Yogyakarta, Indonesia, 26 Oktober 2016, hal. 39 - 50.
- [48] T. Joko, Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus di PT Trimulyo Kencana Mas Semarang), *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 2, no. 2, hal. 39–45, 2003.