JOICHE

Journal of Industrial Process and Chemical Engineering

Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/JOICHE

Biosorben Dari Kelor Teraktivasi Asam Sulfat Untuk Menyerap Logam Berat Kromium (Cr)

Kartika Udyani*, Diana Novita Sari, Alen Alamsah R, dan Eka Cahya Muliawati

Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
70 – 75

Tanggal penyerahan:
21 Februari 2022

Tanggal diterima:
07 Maret 2022

Tanggal terbit:
30 Juni 2022

EMAIL

kudyani@itats.ac.id

*corresponding author

ABSTRACT

The leather tanning industry produces liquid waste, solid waste, and gas. The three wastes are liquid waste which is the most produced waste, one of which is heavy metal chromium (Cr). Therefore, it is necessary to treat the waste before it is discharged into water bodies. The purpose of this study to reduce heavy metals in liquid waste can use the adsorption method, because it is more economical and efficient. Moringa leaves have functional group compounds that support adsorption so that they are used as biosorbents. In this study, an adsorption method was used using activated Moringa leaf biosorbent H2SO4 to absorb heavy metal chromium (Cr). The adsorption process used a variable concentration of sulfuric acid activation, the mass variable for the sample was 0.8; 1,6 ; 2,4 ; 3.2 and 4%, as well as contact time variables for 60, 90, 120, 150, and 180 minutes. The best result is the percentage removal of 0.5 N sulfuric acid activation concentration of 83.90%. The best result was present removal at 120 minutes with a mass of 1.6% with a percent removal of 85.81%.

Keywords: *Adsorption, Biosorbent, Moringa Leaf, Tannery Waste, Removal*

ABSTRAK

Industri penyamakan kulit menghasilkan limbah cair, limbah padat, dan gas. Ketiga limbah tersebut limbah cair merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan salah satunya limbah logam berat Kromium (Cr). Oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Tujuan penelitian ini ntuk mengurangi logam berat dalam limbah cair dapat menggunakan metode adsorpsi, karena lebih ekonimis dan efisien. Daun kelor mempunyai senyawa gugus fungsi yang mendukung dalam adsorpsi sehingga dimanfaatkan sebagai biosorben. Dalam penelitian ini digunakan metode adsorpsi menggunakan biosorben daun kelor teraktivasi H_2SO_4 untuk menyerap logam berat kromium (Cr). Proses adsorpsi menggunakan variabel konsentrasi aktivasi asam sulfat, variabel massa terhadap sampel sebesar 0,8; 1,6 ; 2,4 ; 3,2 dan 4 %, serta variabel waktu kontak selama 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Hasil terbaik persen *removal* konsentrasi aktivasi asam sulfat 0,5 N sebesar 83,90% . Hasil terbaik memiliki presen *removal* pada waktu 120 menit dengan massa 1,6 % dengan persen *removal* sebesar 85,81%.

Kata kunci: Adsorpsi, Biosorben, Daun Kelor, Limbah Penyamakan Kulit, *Removal*

PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit menggunakan bahan kimia dalam proses operasionalnya. Industri penyamakan kulit menghasilkan limbah cair, limbah padat, dan gas. Ketiga limbah tersebut limbah cair

merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan. Krom dalam penyamakan kulit sangat penting karena dalam penyamakan kulit senyawa *kromiun sulfat* yang digunakan antara 60%-70% tidak semua terserap oleh kulit yang di proses, sehingga sisa dari penyamakan itu menghasilkan limbah cair krom. Menurut [1] dalam penelitian penyerapan limbah krom yang dihasilkan dari industri kulit sebesar 49,575 mg/L, sedangkan batas maksimal krom dalam baku mutu air industri penyamaan kulit yaitu 0,6 mg/L. Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan tanpa mengalami proses pengolahan akan membahayakan makhluk hidup di badan air penerima limbah. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk mengolah limbah agar buangan yang dilepas ke lingkuan tidak membahayakan.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah logam berat, diantaranya koagulasi, elektrolisis, pertukaran ion, pemisahan membran, elektrokoagulasi, dan adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap. Proses ini terjadi pada permukaan dua fase yaitu antara fasa gas-padat atau cair-padat. Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah konsentrasi adsorbat, pH, waktu kontak dan suhu [2].

Pada penelitian ini akan dilakukan penyerapan logam krom dalam limbah menggunakan daun kelor teraktivasi H_2SO_4. Limbah yang digunakan adalah limbah dari industri penyamakan kulit. Sedangkan pada penelitian terdahulu penyerapan logam krom dalam air dilakukan menggunakan daun kelor tanpa perlakuan. Dengan demikian penelitian ini diharapkan menjadi penelitian terbaru dari pemanfaatan daun kelor.

Adsorpsi

Sebuah proses penyerapan zat tertentu yang terkandung dalam fluida oleh zat pengadsorpsi (adsorben). Pada pengertian lain adsorpsi juga sebagai perpindahan massa suatu permukaan berpori dalam butiran adsorben. Proses pemisahan di akibatkan oleh perbedaan berat molekul yang terikat pada permukaan sehingga lebih kuat dari pada molekul lainnya. Klasifikasi proses adsorpsi umumnya ada dua proses yaitu secara fisika dan kimia.

Pada adsorpsi fisika terjadi proses interaksi antara adsorbat dengan adsorben berdasarkan gaya Van Der Waals. Semua proses adsorpsi ini terjadi pada suhu yang rendah. Bersifat reversible, dimana reaksi kesetimbangan berlangsung dari dua arah, zat mula-mula menjadi zat hasil reaksi dan dapat dikembalikan lagi ke zat mula-mula. Reaksi tidak pernah berhenti karena komponen zat tidak dapat habis.

Pada adsorpsi kimia terjadi proses penyerapan yang membutuhkan daya aktivasi hingga terbentuk reaksi kimia. Waktu yang dibutuh saat proses penyerapan sangatlah lama di bandingan dengan adsorpsi fisika. Reaksi kesetimbangan berlangsung hanya satu arah, dimana zat hasil reaksi tidak bisa bereaksi membentuk pereaksi. Reaksi baru dapat berhenti apabila reaktannya tak tersisa.

Daun Kelor

Moringa oleifera nama lain dari daun kelor, tumbuhan yang berasal dari daerah pegunungan Himalaya India, kemudian meluas ke negara-negara Afrika sampai Asia. Di beberapa negara negara Afrika tumbuhan kelor dijadikan suatu program reboisasi pada daerah daerah yang gersang dan tandus. Di negara Asia seperti Indonesia daun kelor di manfatkan sebagai pengobatan, dan makanan.

Senyawa aktif yang terkandung dalam daun kelor yaitu flavonoid, saponin, tanin, alkoloid dan fenol. Pada uji fotokimia daun kelor terdapat senyawa alkoid, flavonoid, fenolat, steroida dan tanin [3]. Alkaloid di tandai dengan adanya perubahan waran endapan coklat. Ada nya kandungan flavonoid berfungsi menaikan urinasi dan keluarnya elektrolit. Fenolat terjadi dengan perubahan warna hijau

menjadi coklat kemudian berubah menjadi kehitaman. Uji tanin positif di tandai perubahan warna coklat menjadi biru kehitaman.

Kromium

Logam Kromium yang mempunyai nomor atom 24, pada tabel unsur periodic golongan VI B, berwarna putih keabu-abuann dan kilapan. Vauquelin yang menemukan pertama kali tahun 1797. Dalam larutan air ada tiga jenis ion kromium : kation Cr(II), Cr(III), anion dikromat dan kromat dengan oksidasi bilangannya +6 [4]. Pengurangan Cr total dapat di pengaruhi oleh pH. Pada pH yang rendah menunjukan penyerapan logam Cr saat pH naik konsentrasi Cr menjadi turun penyerapannya [5]. pH sangat berpengaruh terhadap kelarutan ion logam. Penyerapan dengan pengaruh pH berdasarkan konsep deprotonasi dan protonasi. Terjadinya protonasi dengan keadaan asam, gugus ion H+ dalam adsorben bermuatan positif mengalami protonasi membentuk kation. Begitu pula dengan gugus OH- dalam adsorben berdeprotonasi muatan negative membentuk sebuah kation. Senyawa selulosa yang berikatan dengan Cr total, yang ikatan kovalennya terjadi karena adanya pasangan elekron secara bersamaan atau dua atom yang saling terikat. Pasangan elektron lainya dapat mengikat atom (O)[6].

METODE PENELITIAN

Proses pembuatan Biosorben dari Daun Kelor (*Moringa oleifera)* untuk menyerap logam berat Kromium (Cr) menggunakan metode aktivasi dengan zat kimia H_2SO_4. Dalam penelitian ini, yang harus dilakukan yaitu : Pembuatan Biosorben Teraktivasi dan Adsorpsi, Adsorpsi. Pada proses ini menggunakan variable tetap : konsentrasi H_2SO_4 0,5 N, Kecepatan Pengadukan 120 rpm, Volume limbah 100 mL. Variabel bebas : massa w/v 0,8 ; 1,6 ; 2,4 ; 3,2 dan 4 %, dan waktu kontak 60, 90, 120, 150, 180 meni

Pembuatan Biosorben Daun Kelor Teraktivasi :

Daun kelor yang sudah dibersihkan, kemudian daun kelor dijemur dan dihaluskan sampai menjadi bubuk ampas daun kelor. Setelah itu direndam bubuk ampas daun kelor dalam larutan H_2SO_4, dengan perbandingan 1:8 w/v. Diaktivasi selama 24 jam lalu disaring dan dibilas dengan menggunakan aquades, dipisahkan dari filtratnya. Setelah itu serbuk ampas daun kelor teraktivasi dikeringkan dengan oven selama 45 menit suhu 120 ºC. Biosorben ampas daun kelor yang sudah teraktivasi oleh H_2SO_4 siap digunakan untuk proses adsorpsi dengan variable bebas.

Penentuan Adsorpsi dengan Penurunan Cr Menggunakan Adsorben :

Biosorben daun kelor yang telah teraktivasi H_2SO_4 dengan varian massa 0,8 % ; 1,6 % ; 2,4 % ; 3,2 % ; 4 %, . Setelah itu, direndam dalam sampel limbah penyamakan kulit.. Mengatur kondisi suhu pada 30 ºC. Setelah itu, diaduk dengan *sheaker* kecepatan pengadukan 120 rpm dengan waktu kontak variasi 60, 90, 120, 150, 180 menit. Selanjutnnya, disaring dan diambil filtratnya untuk dianalisis dengan uji *Atomic Absobtion Spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahu kandungan logam beratnya yang telah di serap oleh biosorben daun kelor yang sudah teraktivasi.

Penentuan Efisien Removal Cr Total :

$$R\ (\%) = \frac{Co - Ce}{Co}.\ 100$$

Ket **:**

R = Presentasi removal (%)

Co = Konsentrasi awal (mg/l)

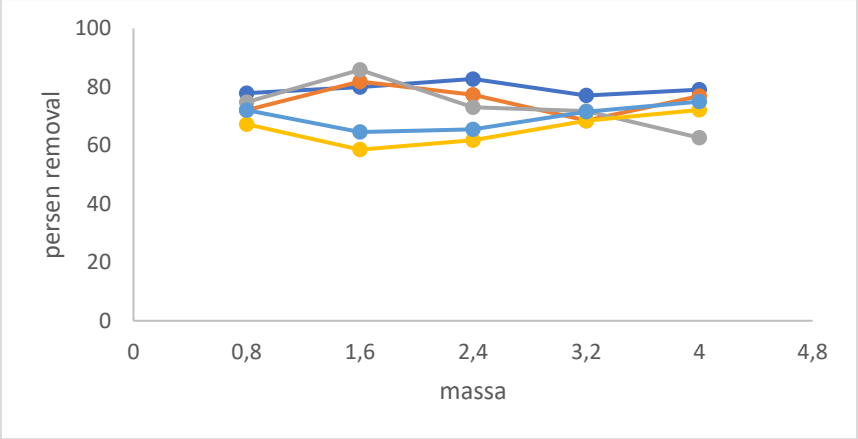
Ce = Konsentrasi akhir (mg/l)

Data didapatkan dari hasil penguji laboratorium dengan mengukur kadar kandungan dari Cr total pada limbah penyamakan kulit sebelum dan seetelah diberikan biosorben daun kelor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Massa Terhadap Presentase *Removal* Pada Limbah Penyamakan Kulit

Pada pengujian ini menggunakan biosorben daun kelor yang teraktivasi H_2SO_4 dengan konsentrasi H_2SO_4 0.5 N. Biosorben daun kelor dengan variasi massa 0,8 ;1,6 ; 2,4 ; 3,2 ; dan 4 % yang teraktivasi H2SO4 0,5 N.



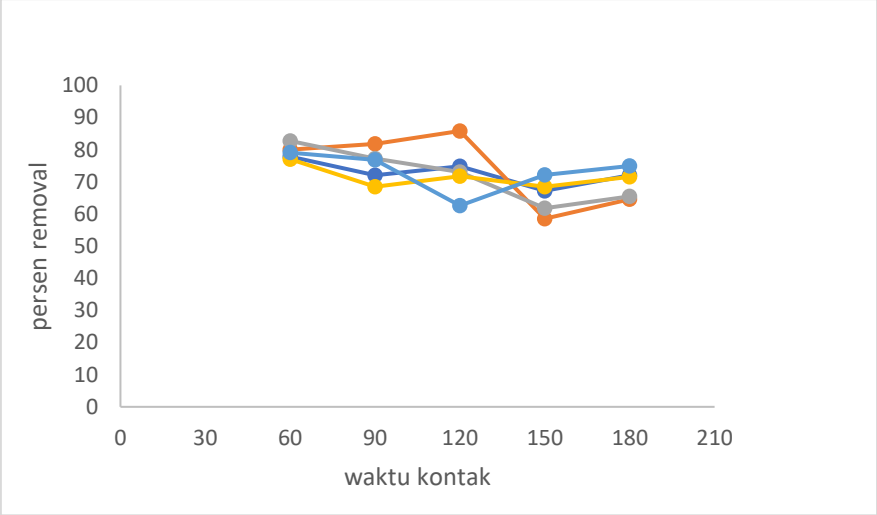
Gambar 1 Persentase *Removal* Terhadap Massa

Pada Gambar 1 didapat bahwa pada massa 0,8% w/v persen removal tertinggi 74,82% dan terendah 67,21% dengan rata-rata persen removal sebesar 72,77%. Pada massa 1,6% persen removal tertinggi 85,82% dan terendah 58,55% dengan rata-rata persen removal sebesar 74,13%. Pada massa 2,4% persen removal tertinggi 82,71% dan terendah 61,78% dengan rata-rata persen removal sebesar 72,03%. Pada massa 3,2% persen removal tertinggi 77,04% dan terendah 68,47% dengan rata-rata persen removal sebesar 71,44%. Pada massa 4% persen removal tertinggi 79,07% dan terendah 62,59% dengan rata-rata persen removal I sebesar 73,11%.

Maka dari Gambar 1 persen removal atau daya serap adsorben yang teraktivasi H_2SO_4 tertinggi yaitu pada massa 1,6% dengan rata-rata persen removal sebesar 74,13%. Dapat dilihat pada Gambar 1 variasi berat pada penelitian ini menunjukan yang terbaik pada massa 1,6 % sebesar persen removal 85,82%. Hal ini dikarenakan mendekati jenuh terhadap adsorbat. Penyerapan yang terjadi tidak lepas dari peran gugus fungsi yng terkandung dalam biosorben. Biosorben daun kelor teraktivasi dengan asam sulfat terdapat gugus fungsi karboksil dan hidroksil yang mampu menyerap logam berat krom. Asam karboksilat dan hidroksil bersifat polar dengan gaya tarik menarik mengikat logam Cr.

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Presentase *Removal* Pada Limbah Penyamakan Kulit

Pada pengujian ini menggunakan biosorben daun kelor yang teraktivasi H_2SO_4 dengan konsentrasi H_2SO_4 0.5 N. Dikontak dengan variasi waktu 60, 90, 120, 150, 180 menit.



Gambar 2 Presentase Persentase *Removal* Terhadap Waktu

Pada Gambar 2 didapat bahwa pada waktu 60 menit persen removal tertinggi 82,71% dan terendah 77,04% dengan rata-rata persen removal sebesar 79,33%. Pada waktu 90 menit persen removal tertinggi 81,83% dan terendah 68,47% dengan rata-rata persen removal sebesar 75,27%. Pada waktu 120 menit persen removal tertinggi 85,81% dan terendah 62,59% dengan rata-rata persen removal sebesar 73,59%. Pada waktu 150 menit persen removal tertinggi 72,12% dan terendah 58,52% dengan rata-rata persen removal sebesar 65,62%. Pada waktu 180 menit persen removal tertinggi 74,95% dan terendah 64,55% dengan rata-rata persen removal sebesar 69,68%.

Maka dari Gambar 2 ini didapat hasil penelitian rata-rata mengalami penurunan persen *removal* dimana semakin lama waktu kontak adsorben mengalami penurunan efisiensi dan kapasitas adsorpsi. Karena waktu kontak antara adsorben dan adsorbat melebihi waktu penyerapan terbaik yang menyebabkan pelepasan adsorbat dari pemukaan adsorben (Desorpsi). Penurunan persen removal karena permukaan adsorben telah jenuh, yang menyebabkan molekul adsorbat yang telah terjerap kembali ke dalam larutan [7-11].

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini berat adsorben pada 1,6 % persen removal terbaik sebesar 85,82%, dan terkecil persen removal sebesar 62,59 %. Proses adsorpsi terjadi pada waktu terbaik selama 120 menit dengan persen removal terbaik 85,82%, dan terkecil pada waktu 150 menit dengan persen removal 58,52 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Asmadi, S Endro., dan W. Oktaawan. 2009. Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)2,NaOH,dan NaHCO3. *Jurnal Universitas Diponegoro*. Jai vol 5. No.1.

[2] Priyantha, N., Navaratne, A., & Kulasooriya. 2015. Adsorpsi of Heavy Metal Ion on Rice Husk : Isoterm Modelling and Error Analisys. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. Vol 8, No 2 . ISSN 0974-5904.

[3] Putra, I Wayan D.P., Dharmayudha, Anak Agung G.O., Sudimartini, Luh Made. 2016. Indentifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa oleifera L) di Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*. ISSN : 2477-6637

[4] Vogel, 1990, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, 235, 289, Edisi kelima, diterjemahkan Setiono., L dan Pudhaatmaka, *Kalman Media Pustaka*. Jakarta.

[5] Diantariani, N. P., Sudiarta, I.W., dan Elantiani, N. K. 2008. Proses Biosorpsi Dan Desorpsi Ion Cr(VI) pada Biosorben Rumput Laut Eucheuma Spinosum. *Jurnal Kimia.* Vol *2* (1):45-52. ISSN 1907-9850.
[6] Nurafriyanti, Prihatini N. S., & Syauqiah, I. 2017. Pengaruh Variasi Ph Dan Berat Adsorben Dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total Pada Limbah Artifisial Menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 3(1), 56–65.
[7] Nurmalasari, D., Hastuti, R. dan Widodo, D. S. 2015. Pengaruh Penambahan Polivilinil Alkohol Pada Biomassa Tongkol Jagung-Bulu Ayam Sebagai Adsorben Campuran Ion Logam Tembaga Dan Kromium. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* Vol. 18. No. 1 : 18- 23.
[8] Muliawati, E. C., Santoso, M., Ismail, A. F., Jaafar, J., Salleh, M. T., Nurherdiana, S. D., & Widiastuti, N. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated polyetherimide new blends membrane promising for direct methanol fuel cell. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, *21*(3), 659-668.
[9] Muliawati, E. C., Ismail, A. F., Jaafar, J., Widiastuti, N., Santoso, M., Taufiq, M., ... & Atmaja, L. (2019). Sulfonated PEI membrane with GPTMS-TiO2 as a filler for potential direct methanol fuel cell (DMFC) applications. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, *15*(4), 555-560.
[10] Muliawati, E. C., Widiastuti, N., Santoso, M., Ismail, A. F., & Jaafar, J. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated Polyetherimide-Titanium Dioxide (TiO2) New Blends Membrane Promising For Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). *Proceedings Book*, 36.
[11] Muliawati, E. C., & Mirzayanti, Y. W. (2021). Membran Polieugenol Tersulfonasi (PET) Sebagai Potensi Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Journal of Research and Technology*, *7*(2), 247-256.