



Pengaruh Laju Alir Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Cr pada Limbah Industri Batik dengan Metode *Ion Exchange* Menggunakan Resin Amberlite IR 120Na

Legipson Panjaitan^{1*}, Megawati Setiawan Putri¹, Caecilia Pujiastuti¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi : legipsonpanjaitanire@gmail.com

Diterima: 08-03-2023

Disetujui: 21-03-2023

Diterbitkan: 31-08-2023

Kata Kunci:

ion exchange, amberlite IR 120Na, limbah industri batik, laju alir, resin

ABSTRAK

Proses pembuatan batik melewati beberapa tahap, salah satunya adalah tahap pewarnaan. Pewarna yang digunakan adalah pewarna sintetik yang tahan terhadap degradasi dan mengandung logam berat, sehingga pembuangan limbah industri batik menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi kandungan logam berat pada limbah industri batik untuk mengurangi potensi pencemaran lingkungan. Ion Exchange adalah teknik untuk memisahkan berbagai campuran ion atau molekul yang dapat terionisasi. Ion-ion ini bersaing dengan ion fase gerak untuk berikatan dengan fase diam. Pada penelitian ini limbah dari industri batik digunakan sebagai sampel yang diukur kandungan logamnya dan penukar ion digunakan resin Amberlite IR 120Na. Pada penelitian ini digunakan pompa untuk mengalirkan sampel melalui kolom penukar ion dengan ketinggian resin 20 cm menggunakan variasi laju alir 50 ml/menit; 100 ml/menit; 150 ml/menit; 200 ml/menit; dan 250 ml/menit. Limbah yang sudah melewati kolom penukar ion diukur kadar logam Cr yang tersisa. Kondisi terbaik penurunan logam Cr diperoleh pada laju alir 50 ml/menit, laju reduksi logam Cr mencapai 97,33%. Kandungan logam hasil Cr setelah proses ion exchange memenuhi baku mutu.

Received: 08-03-2023

Accepted: 21-03-2023

Published: 31-08-2023

Keywords:

ion exchange, amberlite IR 120Na, batik industrial waste, flow rate, resin

ABSTRACT

The process of making batik goes through several stages, one of which is the coloring stage. The dyes used are synthetic dyes that are resistant to degradation and contain heavy metals, so that the disposal of batik industry waste causes environmental pollution. Therefore, efforts are needed to reduce the content of heavy metals in batik industrial waste to reduce the potential for environmental pollution. Ion exchange is a technique for separating various ionizable mixtures of ions or molecules. These ions compete with the mobile phase ions for binding to the stationary phase. In this study, waste from the batik industry was used as a sample which measured its metal content and the ion exchanger used Amberlite IR 120Na resin. In this study a pump was used to flow the sample through an ion exchange column with a resin height of 20 cm using a flow rate variation of 50 ml/minute; 100 ml/min; 150 ml/min; 200ml/min; and 250 ml/minute. The waste that has passed through the ion exchange column is measured for the remaining Cr metal content. The best conditions for reducing Cr metal were obtained at a flow rate of 50 ml/minute, the reduction rate for Cr metal reached 97.33%. The metal content of Cr produced after the ion exchange process meets quality standards.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, salah satunya yaitu industri batik. Batik merupakan salah satu budaya dari Indonesia yang sampai saat ini banyak diminati oleh berbagai kalangan. Seiring dengan berjalannya waktu, peminat kain batik akan terus bertambah sehingga kebutuhannya akan semakin meningkat. Di samping kelebihan kain batik yang merupakan warisan dari Indonesia, produksi kain batik akan menghasilkan limbah yang memiliki dampak negatif yang cukup mengkhawatirkan. Proses produksi batik melewati beberapa tahap yang pada akhirnya dihasilkan

limbah yang mengandung logam berat. Tahap produksi kain batik yaitu proses pengecapan, proses pewarnaan, proses celup, proses *washing*, proses pengeringan, dan proses penyortiran (Wangi & Poernomo, 2019).

Pewarna sintesis seperti pewarna ergansoga, naftol dan indigosol digunakan dalam proses pewarnaan batik. Pewarna ini merupakan senyawa aromatik kompleks, biasanya sukar diurai dan mengandung logam berat. Industri batik sering menggunakan pewarna sintesis tersebut (Eskani & Sulaeman, 2016). Beberapa komponen limbah industri batik yang dapat menyebabkan pencemaran air adalah logam berat beracun seperti Zn, Cd, Cu, Cr dan Pb (Desiana et al., 2017). Limbah

industri batik dapat mencemari lingkungan jika limbah tidak ditangani dengan baik.

Menurut (Kusdarini et al., 2017) Proses penukaran kation dan proses kontinyu menggunakan resin Amberlite IR 120 Na mampu menurunkan kadar logam berat Pb hingga kandungan dalam air hasil olahan berkisar 0,002 – 0,0125 ppm. Persentase efisiensi penyisihan Pb mencapai 94,6-99,1%. Hal ini menunjukkan bahwa proses penukaran kation memiliki efisiensi yang tinggi dalam menurunkan kadar logam berat. Menurut (Soemargono & Saputro, 2008), resin dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion Cr⁶⁺ pada limbah elektroplating. Resin mampu menurunkan kadar Cr⁶⁺ hingga 40,64%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan resin dapat menurunkan kadar ion logam berat melalui proses pertukaran ion.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju alir pada proses ion exchange dalam penurunan kadar logam berat Cr pada limbah batik menggunakan resin amberlite IR 120Na hingga diperoleh kadar Cr limbah batik yang memenuhi baku mutu. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan resin amberlite IR 120Na dalam penurunan logam berat pada limbah industri batik.

2. METODE

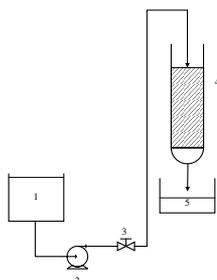
Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kadar logam berat Cr pada limbah industri batik dengan metode *ion exchange* menggunakan jenis resin Amberlite IR 120Na.

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah industri batik dari salah satu industri pengerajin batik Resin Amberlite IR 120Na sebagai media penukar ion.

2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah serangkaian alat *ion exchanger* yang terdiri atas kolom penukar ion, pompa, *valve*, dan bak penampung.



Gambar 1. Rangkaian alat *ion exchanger*

Keterangan

- 1 = Bak penampung sampel
- 2 = Pompa
- 3 = Valve
- 4 = Kolom penukar ion
- 5 = Bak penampung filtrat

2.3 Tahap Ion Exchange

Rangkaian alat disusun terlebih dahulu sesuai dengan rangkaian yang dibutuhkan. Resin Amberlite IR 120Na dimasukkan ke dalam kolom penukar ion dengan tinggi resin 20 cm. Lalu digunakan pompa untuk mengalirkan sampel melalui kolom penukar ion dengan variasi laju alir 50 ml/menit, 100 mL/menit; 150 mL/menit; 200 mL/menit; dan 250 mL/menit. Hasil dari proses *ion exchange* dilakukan analisa kandungan logam berat.

Pertukaran ion adalah teknik untuk memisahkan berbagai campuran ion atau molekul yang dapat terionisasi. Ion-ion ini bersaing dengan ion fase gerak untuk berikatan dengan fase diam. Mekanisme pemisahan kolom penukar ion disebabkan oleh keseimbangan pertukaran ion (selektivitas ion). Prinsip dasar pertukaran ion untuk pemisahan adalah perbedaan kecepatan migrasi ion dalam kolom penukar ion. Penukar ion biasanya digunakan untuk fase diam yang memiliki gugus aktif berupa ion yang dapat ditukar (Sulistiyani et al., 2016).

Proses pertukaran ion dalam kolom penukar ion terjadi ketika cairan yang mengandung kation atau anion bersentuhan dengan media penukar ion. Mekanismenya sebagai berikut:

1. Pertukaran Anion
 $A^- + R^+B^- \rightarrow B^- + R^+A^-$
2. Pertukaran Kation
 $A^+ + R^-B^+ \rightarrow B^+ + R^-A^+$

(Faizin, 2015)

2.4 Analisa

Sampel limbah industri batik dilakukan analisa kadar logam berat Cr sebelum dan sesudah proses *ion exchange* menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil uji sampel sebelum *ion exchange*

Limbah industri batik yang diperoleh yaitu berwujud cair dan berwarna coklat kehitaman. Limbah industri batik tersebut diuji kadar logam berat Cr menggunakan uji spektrofotometri serapan atom (SSA).

Tabel 1. Analisa kadar logam berat limbah batik sebelum *ion exchange*

Analisa	Logam Berat	Kadar (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
SSA	Cr	2,7	1,0 *

*) PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013 Limbah Untuk Industri Tekstil

Berdasarkan hasil analisa kadar awal logam berat dapat dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan, dan diperoleh hasil bahwa kadar awal logam Cr pada limbah industri batik ini masih berada di atas nilai baku mutu yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan penurunan kadar logam berat Cr, salah satunya dengan menggunakan proses *ion exchange* hingga diperoleh kadar logam berat baku mutu yang sesuai sehingga tidak mencemari lingkungan.

3.2 Hasil kadar logam yang terserap

Kadar logam yang terserap dihitung berdasarkan hasil uji sebelum dan sesudah proses *ion exchange* menggunakan rumus:

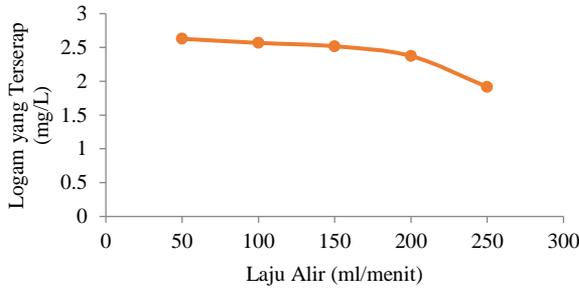
$$C_{Terserap} = C_0 - C_1 \quad (1)$$

Keterangan

$C_{Terserap}$ = Kadar logam yang terserap

C_0 = Kadar logam sebelum proses *ion exchange*

C_1 = Kadar logam sesudah proses *ion exchange*



Gambar 2. Hubungan laju alir dengan kadar logam berat yang terserap

Hasil uji kadar logam Cr setelah proses *ion exchange* terjadi penurunan kadar logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa pada kolom terjadi pertukaran ion Cr pada limbah dengan ion Na^+ yang ada pada resin. Hal ini membuktikan bahwa ion logam Cr mampu menggeser ion Na^+ yang ada pada resin dan menyebabkan kadar logam Cr pada sampel berkurang.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat kadar logam Cr yang terserap cenderung turun dengan bertambahnya variabel laju alir yang digunakan. Semakin tinggi laju alir yang digunakan maka semakin sedikit kadar logam yang terserap. Sebaliknya, semakin rendah laju alir yang digunakan maka semakin banyak kadar logam yang terserap. Hal ini disebabkan karena pada laju alir yang semakin rendah, waktu tinggal akan semakin lama, sehingga kontak antara resin dengan ion dalam air limbah industri batik semakin lama dan efektif. Hal ini menyebabkan ion-ion logam berat dalam air limbah industri batik memiliki kesempatan lebih besar untuk dapat ditukarkan dengan ion Na^+ yang ada pada resin, sehingga penurunan logam berat yang terjadi semakin tinggi (Ratnasari et al., 2021).

3.3 Efisiensi Resin Amberlite IR 120 Na

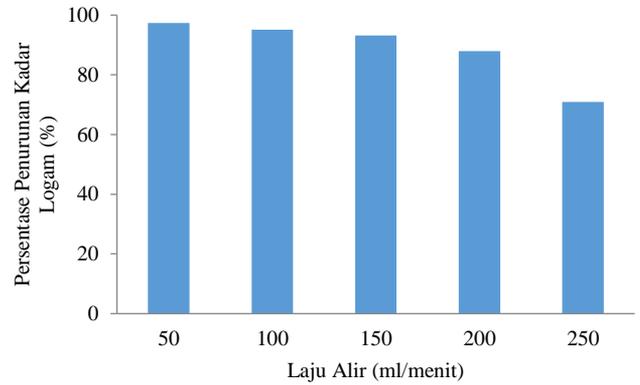
Efisiensi penggunaan resin amberlite IR 120 Na dapat dilihat dari persentase penurunan kadar logam pada sampel. Persentase penurunan kadar logam dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\%Penurunan = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan

C_0 = Kadar logam sebelum proses *ion exchange*

C_1 = Kadar logam sesudah proses *ion exchange*



Gambar 3. Persentase penurunan kadar logam menggunakan resin amberlite IR 120Na

Berdasarkan hasil yang diperoleh, resin Amberlite IR120Na dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat Cr pada limbah industri batik hingga baku mutu yang ditetapkan. Hasil penurunan logam Cr dengan resin amberlite IR 120Na didapatkan efisiensi penurunan paling tinggi adalah pada laju alir 50 ml/menit. Pada laju alir tersebut efisiensi penurunan logam Cr mencapai 98,82%. Hasil juga menunjukkan bahwa sampel telah memenuhi baku mutu.

Terlihat pada gambar 3, semakin tinggi laju alir maka persentase penurunan logam akan semakin menurun. Hal ini berkaitan dengan pengaruh laju alir dengan logam yang terserap. Mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan penambahan tinggi resin agar diperoleh persentase yang diharapkan, karena penambahan resin akan meningkatkan jumlah logam yang dapat terserap.

4. SIMPULAN

Proses *ion exchange* pada sampel limbah industri batik dengan menggunakan resin amberlite IR 120Na mampu menurunkan kadar logam berat Cr yang terkandung di dalamnya. Diperoleh bahwa semakin besar laju alir maka akan semakin sedikit jumlah logam yang terserap, sehingga kadar logam berat yang terserap tertinggi diperoleh pada laju alir 50 ml/menit. Efisiensi resin amberlite IR 120Na dalam penurunan logam berat Cr mencapai 98,82%.

DAFTAR PUSTAKA

- Desiana, I., Yulianti, I., & Sujarwata, S. (2017). Selulosa kulit jagung sebagai adsorben logam cromium (Cr) pada limbah cair batik. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 19-24.
- Eskani, I. N., & Sulaeman, S. (2016). Efektivitas pengolahan air limbah batik dengan cara kimia dan biologi. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 22(1), 16-27.
- Faizin, F. N. (2015). Uji Kinerja Alat Demineralizer dalam Penurunan Kesadahan Air di Teknik Kimia Menggunakan Metode Kompleksometri. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Harvey, D. (2000). *Modern analytical chemistry* (Vol. 1). New York: McGraw-Hill.
- Kusdarini et al. (2017). Removal Pb(II) dari Air Sumur di Kota Pasuruan Menggunakan Proses Cation Exchanger'.

- Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V:*
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- MenLH (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, Indonesia.
- Soemargono, I. S., & Saputro, A. A. (2008). Kajian Penyerapan Logam Khrom dari Limbah Industri Elektroplating Menggunakan resin Dowex SBR-P. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*.
- Sulistiyani, R., Rachmi Pusparini, W., & Biyantoro, D. (2016). Pemisahan Y, Dy, Gd hasil ekstraksi dari konsentrat itrium menggunakan kolom penukar ion. *Jurnal BATAN UNS*, Vol.1.
- Wangi, R. R., & Poernomo, D. (2019). Pelaksanaan Proses Produksi pada Usaha Kecil Batik Pringgokusumo Banyuwangi (Implementation of Production Process on Pringgokusumo Batik Small Business in Banyuwangi). *Jurnal SOSPOL*, Vol. 6, No.1
- Ratnasari et al. (2021). Penurunan Kadar Ion Logam Berat pada Air Sungai Karah Surabaya dengan Resin Kation. *Jurnal ChemPro*, Vol. 2, No. 3