



D-016

SELEKTIVITAS ION DAN PENGARUH TINGGI RESIN PADA PENURUNAN KANDUNGAN LOGAM Pb DAN Cu PADA LIMBAH BATIK DENGAN ION EXCHANGE

Caecilia Pujiastuti ^{1)*}, Legipson Panjaitan ¹⁾, Megawati Setiawan Putri ¹⁾, Syuaibatul Islamiyah¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur
60249, Indonesia

* Penulis Korespondensi: E-mail: caecilia.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Industri batik merupakan salah satu industri yang paling banyak mengkonsumsi air pada semua tahapan produksinya, sehingga jumlah air limbahnya juga besar. Limbah yang dihasilkan mengandung logam berat dan beracun yang disebabkan pewarna sintesis seperti ergansoga, naftol dan indigosol yang digunakan dalam proses pewarnaan. Pewarna ini merupakan senyawa yang sukar diurai dan kompleks yang mengandung logam berat. Hasil analisa kadar logam awal limbah industri batik melebihi kadar baku mutu, sehingga harus diturunkan, salah satunya dengan proses pertukaran ion. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh tinggi resin pada kolom dan selektivitas ion terhadap penurunan kadar logam timbal dan tembaga pada limbah industri batik hingga memenuhi baku mutu. Diperoleh bahwa terjadi penurunan kadar logam pada sampel setelah dilakukan proses ion exchange. Penurunan ini menunjukkan terjadinya pertukaran ion. Semakin tinggi media penukar ion yang terdapat dalam kolom penukar ion, semakin tinggi konsentrasi ion yang ditukar. Berdasarkan hasil yang diperoleh, resin Amberlite IRI20Na dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat Pb dan Cu dengan persentase penurunan kadar rata-rata 87,132% logam Pb dan 76,692% logam Cu. Ion logam Pb terlebih dahulu ditukarkan daripada logam Cu pada kolom penukar ion.

Kata kunci: limbah batik; ion exchange; selektivitas; tinggi resin

ION SELECTIVITY AND EFFECT OF RESIN HEIGHT ON THE REDUCTION OF PB AND CU METALS IN BATIK WASTE WITH ION EXCHANGE

Abstract

The batik industry is one of the industries that consumes the most water at all stages of its production, so the amount of waste water is also large. The resulting waste contains heavy and toxic metals caused by synthetic dyes such as ergansoga, naphthol and indigosol used in the coloring process. These dyes are complex compounds that are difficult to decompose and contain heavy metals. The results of the analysis of the initial metal content of the batik industry waste exceeded the quality standard, so it must be reduced, one of which is by the ion exchange process. The purpose of this study was to determine the effect of the height of the resin in the column and ion selectivity on reducing the levels of lead and copper in the batik industrial waste to meet quality standards. It was found that there was a decrease in metal content in the sample after the ion exchange process was carried out. This decrease indicates the occurrence of ion exchange. The higher the ion exchange medium contained in the ion exchange column, the higher the concentration of the exchanged ions. Based on the results obtained, Amberlite IRI20Na resin can be used to reduce levels of heavy metals Pb and Cu with an average percentage reduction of 87.132% Pb and 76.692% Cu. Pb metal ions were exchanged first than Cu metal in the ion exchange column

Keywords: batik waste; ion exchange; selectivity; resin height

PENDAHULUAN

Industri batik merupakan salah satu industri yang paling banyak mengonsumsi air pada semua tahapan produksinya, sehingga jumlah air limbahnya juga besar. Sebagian besar limbah yang dihasilkan mengandung logam berat dan beracun (Murniati et al., 2015). Proses pembuatan kain batik melalui beberapa tahapan dan menghasilkan limbah yang mengandung beberapa zat, antara lain logam berat. Tahapan pembuatan kain batik adalah proses pengecapan, proses pewarnaan, proses pencelupan, proses lorod dan proses pencucian. Pewarnaan dilakukan dengan merendamnya dalam larutan pewarna. Adanya zat warna tersebut menyebabkan adanya logam berat pada air limbah dari industri batik. Hal ini disebabkan pewarna sintetis seperti pewarna ergansoga, naftol dan indigosol digunakan dalam proses pewarnaan. Pewarna ini umumnya merupakan senyawa yang sukar diurai dan kompleks yang mengandung logam berat (Eskani & Sulaeman, 2016).

Logam berat menjadi polutan bila keberadaannya melebihi batas baku mutu. Limbah pewarna yang mengandung logam berat dalam jumlah besar pada industri batik dan pabrik tekstil lainnya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena terbatasnya kemampuan lingkungan untuk mengurai zat tersebut. Sehingga diperlukan proses untuk penurunan kandungan logam tersebut. Berdasarkan penelitian Romadona (2015), efisiensi metode pertukaran ion untuk menurunkan kandungan logam Pb dalam air laut didapatkan sebesar 89,35%. Hal ini menunjukkan bahwa proses *ion exchange* efektif dalam menurunkan kadar logam berat dalam sampel cair. Proses *ion exchange* umumnya membutuhkan media penukar ion. Berdasarkan penelitian Saputri (2020), penggunaan resin sebagai media penukar ion memiliki efisiensi sebesar 98,75% dalam menyerap logam Cr pada sampel limbah penyamakan. Hasil ini menunjukkan bahwa resin dalam proses pertukaran ion untuk menyerap ion logam dalam air limbah sangat baik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi resin pada kolom dan selektivitas ion terhadap penurunan kadar logam timbal dan tembaga pada sampel

limbah industri batik sehingga hasilnya memenuhi baku mutu.

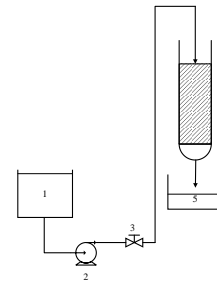
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri batik dari salah satu industri batik Indonesia. Penelitian yang dilakukan juga menggunakan resin Amberlite IR 120Na sebagai media pertukaran ion. Resin yang digunakan merupakan resin kation dengan ion yang ditukarkan yakni ion Na^+ dengan rumus molekul R-Na^+ . Resin berbentuk bulat kecil dengan warna kuning keemasan.

Alat

Penelitian ini menggunakan rangkaian alat penukar ion yang terdiri dari kolom penukar ion, pompa, kran/*valve* dan tangki penampung yang disusun seperti rangkaian alat penukar ion pada umumnya dengan perbandingan ukuran yang lebih kecil.



Gambar 1. Rangkaian alat *ion exchanger*

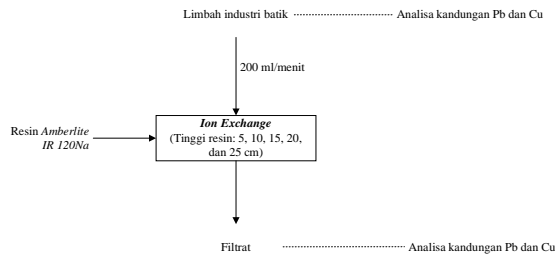
Keterangan

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

Prosedur

Tahap pertama adalah menganalisis kadar logam berat Pb dan Cu pada sampel limbah industri batik yang digunakan untuk menentukan kadar awal sebelum proses pertukaran ion. Resin Amberlite IR 120Na kemudian dimasukkan ke dalam kolom, mengikuti perubahan tinggi resin 2 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Air limbah batik kemudian dialirkan ke kolom dengan laju alir 250 ml/menit. Air limbah yang telah melewati

resin ditampung dan dianalisis kadar logam berat Pb dan Cu setelah proses pertukaran ion.



Gambar 2. Blok diagram alir proses *ion exchange*

Analisa

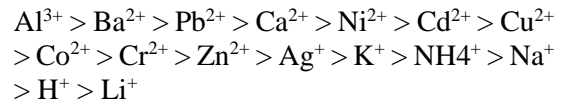
Analisa dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom untuk mengetahui kandungan logam Pb dan logam Cu pada sampel industri batik sebelum dan sesudah proses pertukaran ion.

Proses Ion Exchange

Proses pertukaran ion adalah proses pemisahan yang memisahkan analit dalam sampel. Pada proses ini dapat dibagi menjadi dua, fase diam dan gerak. Fase diam dapat berupa bahan padat atau berpori dalam bentuk molekul kecil. Fase gerak pada umumnya berupa fluida, yaitu fluida cair atau fluida gas. Pertukaran ion adalah proses yang biasanya menggunakan resin penukar ion sebagai bahan padat yang berperan menjadi fase diam dan cairan cair sebagai fase gerak dengan tujuan pertukaran ion antara dua fase (Rohman, 2009). Metode ini banyak digunakan karena kemudahan preparasi sampel dan analisis yang cepat (Amin, 2016). Metode ini biasanya menggunakan kolom dalam prosesnya. Kolom ini biasanya terbuat dari kaca dan ukurannya bervariasi (Lederer, 1961). Metode pertukaran ion lebih umum digunakan untuk air. Sampel harus disiapkan dalam bentuk cair sehingga dapat melewati kolom resin penukar ion (Siregar, 2009).

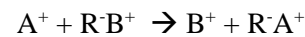
Selektivitas Ion

Pertukaran kation terjadi ketika kation yang ingin ditukar dalam cairan dapat menggantikan kation dalam media penukar ion. Hal ini dapat didasarkan pada selektivitas kation. Penggunaan resin kation tipe asam kuat dapat didasarkan pada selektivitas berikut



Semakin ke kanan, maka akan semakin mudah kation tersebut untuk terlepas dari media penukar ion, dan semakin ke kiri akan semakin mudah untuk menggeser ion yang disebelah kanannya (Harvey, 2000).

Proses pertukaran ion yang terjadi setelah sampel dikontakkan dengan resin sebagai berikut:



Keterangan

A = kation yang pada cairan (yang ingin dipisahkan)

B = kation pada media penukar ion (akan menggantikan ion A)

R = gugus fungsional pada media penukar ion (resin)

(Faizin, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji SSA sampel limbah industri batik

Tabel 1. Kandungan logam berat pada sampel

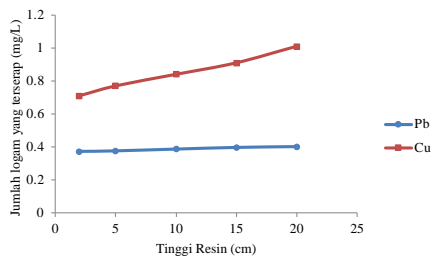
Jenis Logam	Baku Mutu (mg/L)	Kadar Sampel (mg/L)
Pb	0,1	0,443 *
Cu	0,2	1,1 **

*) Berdasar Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2016

***) Berdasar PP No. 82 Tahun 2001 Kelas IV

Berdasarkan hasil analisis kadar logam berat awal dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan, kadar logam awal limbah industri batik melebihi kadar baku mutu, sehingga kadar logam berat Pb dan Cu harus diturunkan, salah satunya dengan proses pertukaran ion.

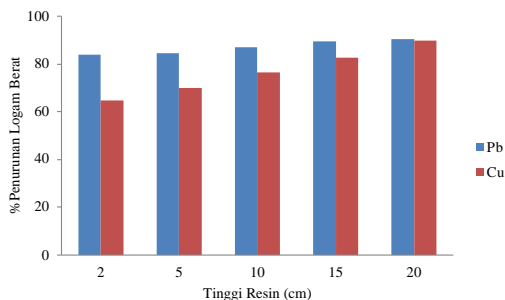
Penurunan kadar logam berat



Gambar 3. Hubungan tinggi resin terhadap jumlah logam yang terserap

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh bahwa terjadi penurunan kadar logam pada sampel setelah dilakukan proses ion exchange. Penurunan ini menunjukkan terjadinya pertukaran ion logam Pb dengan ion Na^+ pada resin.

Pada Gambar 2. terlihat bahwa kandungan logam Pb dan Cu yang terserap pada resin cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya variabel tinggi resin yang digunakan. Menurut Dofner K (1995), pengaruh dari semakin tingginya media penukar ion yang digunakan dalam kolom penukar ion, maka semakin tinggi konsentrasi ion yang ditukar. Semakin tinggi medium maka semakin banyak ion Na^+ yang terdapat dalam resin dan dapat ditukar dengan ion Pb dan Cu dari limbah industri batik. Hal ini menunjukkan bahwa resin yang lebih tinggi menyerap lebih banyak kandungan logam Cu. Hal ini juga dikarenakan semakin banyak resin yang digunakan maka semakin besar luas permukaan untuk penyerapan ion, sehingga semakin banyak pula ion Pb dan Cu yang tertukar dengan ion Na^+ di dalam resin (Romadona et al., 2015).



Gambar 4. Persentase penurunan logam berat Pb dan Cu

Berdasarkan hasil yang diperoleh, resin Amberlite IR120Na dapat digunakan untuk menurunkan kandungan logam Pb dan Cu pada limbah industri pembuatan batik hingga baku mutu yang ditetapkan. Gambar 3 menunjukkan persentase penurunan kadar logam Pb dan Cu dari kadar awal. Rata-rata penurunan kandungan logam adalah 87,132% logam Pb dan 76,692% logam Cu. Hasil ini memberikan gambaran tentang penukaran ion yang dilakukan pada kolom penukar ion menggunakan resin Amberlite IR 120Na. Persentase penurunan logam Pb lebih tinggi daripada logam Cu. Hal ini menunjukkan bahwa ion logam Pb terlebih dahulu ditukarkan daripada logam Cu.

Hasil ini sesuai dengan teori yang ada. Urutan pertukaran ion dipengaruhi oleh selektivitas pertukaran ion masing-masing logam. Berdasarkan deret selektivitas, diperoleh bahwa selektivitas untuk ion Pb lebih besar daripada ion Cu. Artinya, logam Pb lebih cenderung ditukarkan lebih dahulu daripada logam Cu. Nilai selektivitas penukar ion dipengaruhi oleh valensi ion yang ditukar. Ion pertama yang dipertukarkan oleh ion pada resin adalah ion valensi yang lebih tinggi. Jika ion yang ditukar memiliki valensi yang sama, maka ion yang ditukar pertama kali adalah ion dengan berat atom tertinggi (Ratnasari, 2021).

SIMPULAN

Proses *ion exchange* dengan resin amberlite IR 120Na mampu menurunkan kandungan logam berat Pb dan Cu pada limbah industri pembuatan batik hingga baku mutu. Semakin tinggi resin yang terdapat pada kolom, logam yang terserap akan semakin banyak. Urutan pertukaran ion dipengaruhi oleh selektivitas pertukaran ion masing-masing logam. Pada penelitian ini, logam Pb dipertukarkan lebih dahulu daripada logam Cu.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, M. (2016). Validasi Metode dan Penentuan Kadar Kation (Na^+ , NH_4^{4+} , K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+}) Isotonik dalam Sampel Air Kelapa dengan Teknik Kromatografi Ion. In *Prosiding*

- Seminar Nasional Pertanian 2016* (pp. 93-98). Fakultas Pertanian.
- Dorfner, K. (Ed.). (2011). *Ion exchangers*. Walter de Gruyter.
- Eskani, I. N., & Sulaeman, S. (2016). Efektivitas pengolahan air limbah batik dengan cara kimia dan biologi. *Dinamika Kerajinan dan Batik* 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.
- Ledeer, M. (1961). *Chromatography A review of Principles and Applications*. Elsevier Publishing Company, London.
- Murniati, T., Inayati, I., & Budiastuti, M. S. (2015). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik Dengan Metode Elektrolisis Sebagai Upaya Penurunan Tingkat Konsentrasi Logam Berat Di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. *Ekosains* 7(01).
- Ratnasari, B. Y., Fadillah, N., Astuti, D. H., & Sani, S. (2021). Penurunan Kadar Logam Berat dalam Air Sungai Karah Surabaya dengan Resin Kation. *ChemPro*, 2(03), 7-12.
- Rohman, A. (2009). *Kromatografi Untuk Analisis Obat*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Romadona, S., Elystia, S., & Yelmida, Y. Penurunan Timbal (Pb) Air Laut Pulau Bengkalis Menggunakan Tanah Lempung Dengan Metode Penukar Ion Pada Variasi Tinggi Unggun Dan Debit Aliran. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 2(1), 1-9.
- Saputri, R. M. D., Aurellia, P. M., & Perwitasari, D. S. (2020). Reduction of Chrom Ion (Cr) With Ion Exchange Resin in Liquid Waste of Leather Tanning. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 205-208.
- Siregar, T. H. (2009). Pengurangan Cemaran Logam Berat Pada Perairan Dan Produk Perikanan Dengan Metode Adsorpsi. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 4(1), 24-30.