

## Penurunan Kadar Kromium Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) Dalam Limbah Batik Menggunakan Limbah Udang (Kitosan)

Natalina\*, Hidayati Firdaus

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Malahayati  
Jl. Pramuka No.27 Kemiling, Bandar Lampung, Indonesia

### Abstrak

Industri batik menghasilkan limbah cair pada proses pewarnaan dan pelorodan. Limbah cair yang mengandung logam berat berbahaya ini seringkali dibuang ke badan sungai secara langsung, sehingga mencemari air sungai. Upaya pengolahan limbah cair industri batik perlu dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat di dalamnya. Kitosan merupakan salah satu senyawa yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dalam limbah cair batik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kitosan dari limbah udang windu mampu menurunkan kadar kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dalam limbah cair batik. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan aliran kontinu. Kitosan dari limbah udang windu diproduksi melalui proses deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetiasi. Larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  digunakan sebagai larutan pembanding dan kitosan murni digunakan sebagai kitosan pembanding. Berat kitosan yang digunakan dalam reaktor sebesar 2,8 gram. Laju alir di set-up sebesar 15 ml/menit. Pengambilan sampel dilakukan pada menit ke 0, 10, 20, 30, dan 40. Analisa dilakukan terhadap kandungan kromium heksavalen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kromium heksavalen adalah 52,858% dan 71,782%, masing-masing untuk kitosan dari limbah udang windu dan kitosan murni.

**Kata kunci:** aliran kontinu; kitosan; kromium heksavalen; limbah cair batik

### Abstract

[Title: Hexavalent chromium removal in batik wastewater using shrimp-waste chitosan] Batik industries produce liquid waste from the dyeing and dewaxing processes. The liquid waste which contains harmful heavy metals is often directly dumped into rivers, thus polluting the rivers. Liquid waste processing needs to be done to decrease the dangerous elements. The chitosan is one of the chemical compounds that can be used to decrease hexavalent chromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ) in batik liquid waste. The purpose of this research was to examine the ability of shrimp-waste chitosan to decrease hexavalent chromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ) in batik liquid waste. The research was done on a laboratory scale using continuous flow system. The shrimp-waste chitosan was produced through the processes of deproteinization, demineralization, depigmentation, deacetylation. The  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  solution was used as comparing solution, while pure chitosan was used as comparing chitosan. The amount of chitosan used for the reactor was 2,8 gram. The debit was set-up on 15 ml/minute. The sample were taken on the 0, 10<sup>th</sup>, 20<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup> and 40<sup>th</sup> minute. The analysis was done for hexavalent chromium concentration. The research results showed that the efficiency for hexavalent chromium concentration decrease are 52,858% and 71,782%, each for shrimp-waste chitosan and pure chitosan.

**Keywords:** batik liquid waste; chromium hexavalent; chitosan; continuous-flow

### 1. Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan sandang dan gaya hidup berdampak pada perkembangan industri tekstil yang sangat pesat, seperti halnya industri batik. Seiring dengan pertumbuhan industri batik tersebut, bertambah pula limbah cair yang dihasilkan, yang berasal dari proses

pembuatan batik sejak tahap pencelupan hingga pencucian. Pengetahuan untuk pengelolaan limbah cair batik yang relatif rendah membuat sejumlah pengrajin batik membuang limbah tersebut ke badan sungai secara langsung, sehingga mencemari air sungai dan pada akhirnya menurunkan kualitas air sungai. Karakteristik limbah batik meliputi karakteristik fisika yaitu warna, bau, zat padat tersuspensi, temperatur, sedangkan karakteristik kimia yaitu bahan organik, anorganik, fenol,

\* ) Penulis Korespondensi.

E-mail: [linanatalina45@yahoo.co.id](mailto:linanatalina45@yahoo.co.id)

sulfur, pH, logam berat, senyawa racun (nitrit), maupun gas. Limbah cair industri batik adalah karakteristik berwarna keruh, berbusa, pH tinggi, konsentrasi BOD tinggi, kandungan lemak alkali dan zat warna dimana didalamnya terdapat kandungan logam berat (Siregar, 2005). Senyawa logam berat yang bersifat toksis yang terdapat pada buangan industri batik, diduga krom(Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn) (Mahida, 1984).

Krom dalam tubuh biasanya berada dalam keadaan sebagai ion  $Cr^{3+}$ . Krom dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati (*liver*) dan ginjal. Kontak fisik antara Krom dengan kulit dapat menyebabkan iritasi dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah. Mengingat bahaya logam Cr, maka perlu dilakukan pengolahan limbah cair industri batik sebelum masuk ke badan air, yang dimaksudkan untuk mengurangi tingkat pencemaran air sungai. Upaya untuk menekan logam berat Cr bisa dilakukan dengan metode pengolahan limbah yang mudah dan ramah lingkungan yakni metode adsorbansi dengan adsorben alami seperti kitosan.

Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil proses deasetilasi kitin. Senyawa ini merupakan biopolimer alam yang penting dan bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuatan kosmetik serta agen antibakteri (Bhuvana, 2006). Penggunaan senyawa ini dalam industry ramah lingkungan direkomendasikan karena karakteristik kitosan yang biokompatibel, *biodegradable* dan nontoksik.

Kitosan dapat digunakan sebagai adsorben yang dapat menyerap logam-logam berat, seperti Cu, Pb, Ni, Hg, Cd dan Cr (Gao et al., 2000). Situs aktif kitosan baik dalam bentuk  $NH_2$  ataupun dalam keadaan terprotonasi  $NH_3^+$  mampu mengadsorpsi logam-logam berat melalui mekanisme pembentukan khelat.

Adsorpsi (penjerapan) merupakan salah satu cara perawatan/perlakuan logam berat yang paling banyak digunakan karena metode ini aman; tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan; tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal; mudah pengerjaannya dan dapat didaur ulang. Kitosan yang merupakan produk yang dihasilkan oleh limbah industri perikanan sangat tepat digunakan sebagai penjerap dalam mengurangi bahaya logam berat.

Kajian tentang penurunan logam berat telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian Wiyarsi dan Priyambodo (2009) menunjukkan efisiensi penjerapan oleh kitosan yang optimum berturut-turut untuk logam Cr, Fe, Ni, Cu dan Zn adalah 98,44 % (untuk berat kitosan 0,375 gram); 99,32 % (untuk berat kitosan 0,5 gram); 58,62 % (untuk berat kitosan 0,375 gram); 99,95 % (untuk berat kitosan 0,375 gram) dan 56 % (untuk berat kitosan 0,5 gram).

Atas dasar pertimbangan di atas, maka penelitian ini mengkaji lebih mendalam kemampuan kitosan dari limbah udang windu sebagai adsorben dalam penurunan kadar kromium heksavalen ( $Cr^{+6}$ ) pada limbah batik.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1 Bahan penelitian

Sampel Penelitian Bahan penelitian yang digunakan adalah sampel limbah cair batik, limbah buatan yang dibuat dari serbuk  $K_2Cr_2O_7$  ditambahkan aquadest sebagai pembanding, kitosan dari limbah udang windu, serta kitosan murni sebagai pembanding.

Pengambilan sampel untuk pengujian awal dilakukan dengan menggunakan botol plastik berukuran 20 ml. Pengambilan sampel hasil eksperimen dilakukan menggunakan botol-botol plastik berukuran 240 ml. Sampel didapat dengan menampung *effluent* sebanyak 20 ml untuk tiap interval waktu. Prosedur pembuatan adsorben kitosan dari limbah udang windu, NaOH, HCl, NaOCl, Aquadest, pembuatan adsorben dari limbah udang windu.

Rangkaian tahapan pembuatan Kitosan adalah:

#### 1. Tahapan Pendahuluan

Limbah udang windu dicuci sampai bau amisnya hilang, lalu ditiriskan. Limbah kemudian dikeringkan ke dalam oven  $< 50^\circ C$  selama 2 jam. Limbah udang windu awal diblender untuk mendapatkan limbah udang windu yang halus.

#### 2. Tahapan deproteinasi

Proses ini dilakukan pada suhu  $60-70^\circ C$  dengan menggunakan larutan NaOH 1 M dengan perbandingan serbuk udang dengan NaOH = 1:10 (gr serbuk/ml NaOH) sambil diaduk selama 60 menit. Campuran kemudian dipisahkan dengan disaring untuk diambil endapannya.

#### 3. Tahapan pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Selanjutnya disaring untuk diambil endapannya dan dikeringkan dengan oven  $< 50^\circ C$  selama 2 jam.

#### 4. Tahapan demineralisasi

Penghilangan mineral dilakukan pada suhu  $25-30^\circ C$  dengan menggunakan larutan HCl 1 M dengan perbandingan sampel dengan larutan HCl = 1:10 (gr serbuk/ml HCl) sambil diaduk selama 120 menit. Kemudian disaring untuk diambil endapannya.

#### 5. Tahapan depigmentasi

Endapan hasil demineralisasi diekstrak dengan aseton dan dibleaching dengan 0,315% NaOCl (w/v) selama 5 menit pada suhu kamar. Perbandingan solid dan solven 1:10 (w/v). Tahapan pencucian dan pengeringan Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Kemudian disaring, dan endapan dikeringkan oven  $< 50^\circ C$  selama 2 jam.

#### 6. Tahapan deasetilasi

Kitin yang telah dihasilkan pada proses diatas dimasukkan dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 50

% (berat) pada suhu 90-100°C sambil diaduk kecepatan konstan selama 60 menit. Kitin kemudian disaring untuk diambil endapannya. Endapan dicuci menggunakan aquadest sampai pH netral. Kemudian dikeringkan dengan oven <50 0 C selama 2 jam. Maka terbentuklah kitosan.

## 2.2 Alat penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam pembuatan rangkaian reaktor adsorpsi antara lain jerigen pipa PVC berdiameter 1 cm dengan tinggi 10 cm, botol plastik ukuran 240 ml dan 20 ml, gelas ukur, timbangan, penggaris, pompa peristaltic, selang infus, pH universal, Stopwatch, dan kertas saring.

## 2.3 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian meliputi langkah-langkah berikut:

1. Pengujian awal terhadap air limbah cair batik dan larutan  $K_2Cr_2O_7$  dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar kromium heksavalen dalam limbah cair batik dan larutan  $K_2Cr_2O_7$ .
2. Menyiapkan alat dengan merangkai jerigen, tabung filter sampai pada *effluent* wadah penampungan limbah cair.
3. Mengukur debit dengan mengalirkan limbah yang digunakan kedalam reaktor kemudian ditampung pada gelas ukur selama lima menit, sehingga diperoleh debit 15 ml/menit.
4. Mengisi pipa 1" dengan 2,8 gram adsorben kitosan.
5. Memastikan selang inlet sudah masuk kedalam jerigen, setelah adsorben sudah siap. Dengan demikian aliran dari jerigen menuju reaktor berjalan lancar.
6. Menampung limbah yang keluar dari outlet dengan interval waktu 0, 10, 20, 30 dan 40 menit.

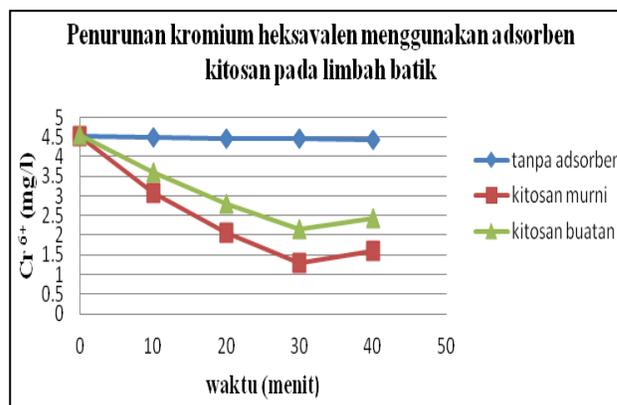
Langkah langkah 4 sampai 6 dilakukan dengan menggunakan adsorben kitosan limbah udang windu dan kitosan murni sebagai pembanding, serta air limbah yang digunakan limbah cair batik dan larutan  $K_2Cr_2O_7$ .

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis parameter kromium heksavalen pada limbah cair batik adalah 4,6 mg/l dan larutan  $K_2Cr_2O_7$  adalah 4,9 mg/l jauh melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 tahun 2010 (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2010) tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri yaitu 0,5 mg/l. Secara visual, limbah cair batik pada konsentrasi ini berwarna pink muda dan larutan  $K_2Cr_2O_7$  berwarna kuning. limbah cair batik harus diolah sehingga konsentrasi kromium heksavalennya dibawah ambang baku mutu yang ditetapkan.

Efisiensi penurunan kromium Heksavalen ( $Cr^{6+}$ ) dari hasil penelitian tanpa media adsorben, menggunakan kitosan murni dan kitosan buatan dengan berat 2,8 gram

pada limbah batik. Pada menit ke-0 sampai menit ke-40 untuk tanpa media adsorben mengalami penurunan kadar kromium heksavalen ( $Cr^{6+}$ ) sebesar 3,663 % (Gambar 1). Hal ini terjadi karena diduga ion-ion kromium heksavalen ( $Cr^{6+}$ ) menempel pada selang dan dinding reaktor.



Gambar 1. Penurunan kromium heksavalen pada limbah batik

Pada percobaan penelitian penurunan kromium heksavalen pada limbah cair batik penggunaan kitosan murni lebih baik persentase efisiensinya yaitu 71,782%, karena salah satu syarat karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yaitu kemurnian adsorben. Adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi, daya adsorpsinya lebih baik. Sedangkan pada kitosan buatan dari limbah udang windu persentase penurunannya yaitu 52,858 %, karena selain kitosan kandungan yang terdapat pada limbah udang windu adalah protein, kalsium karbonat dan kitin sehingga mengganggu dalam proses adsorpsi.

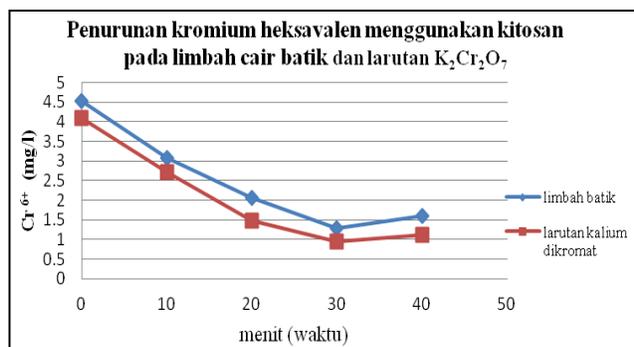
Pada penggunaan adsorben murni dan adsorben buatan kecepatan adsorpsi pada menit-0 sampai menit-30 laju adsorpsi cukup besar karena seluruh permukaan adsorben masih kosong, namun setelah waktu kontak semakin lama, permukaan adsorben telah terisi oleh  $Cr^{6+}$  sehingga luas daerah kosong adsorben semakin sedikit, hal ini akan menyebabkan laju adsorpsi menurun (Sugita et al., 2009).

Pada kurva mengalami titik balik dari kondisi menurun menjadi naik, yakni pada menit-30, kondisi ini mengindikasikan bahwa kecepatan perpindahan ( $Cr^{6+}$ ) dari larutan ke padatan sama besar dengan kecepatan perpindahan ( $Cr^{6+}$ ) dari padatan ke larutan. Pada titik balik ini adsorben mengalami kejenuhan dalam mengadsorpsi ( $Cr^{6+}$ ). Pada menit-30 ke menit-40 kecepatan perpindahan ( $Cr^{6+}$ ) dari larutan ke padatan lebih kecil dari kecepatan perpindahan ( $Cr^{6+}$ ) dari padatan ke larutan. Hal ini disebabkan ion logam ( $Cr^{6+}$ ) yang terdapat pada permukaan adsorben mulai melepaskan diri akibat lamanya waktu kontak dan kondisi padatan adsorben sudah mulai jenuh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan memiliki kemampuan sebagai adsorben dalam menurunkan kadar kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) pada limbah cair batik. Secara visual terjadi perubahan warna pada limbah cair batik yang semula berwarna pink muda menjadi lebih muda lagi, dikarenakan sebagian  $\text{Cr}^{6+}$  yang memiliki warna pink sudah terserap oleh kitosan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian (Meriatna, 2008) yang menyatakan bahwa kitosan dapat berfungsi sebagai adsorben, sehingga dapat menyerap zat warna yang ada pada limbah cair batik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kromium heksavalen pada limbah batik menggunakan kitosan murni persentase efisiensi pada menit 30 menit yaitu 71,782 % sedangkan pada larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  persentase efisiensi yaitu 80,775 %.

Penurunan kromium heksavalen pada larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  lebih baik peyerapannya dikarenakan kandungan didalam larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  terbuat hanya dari serbuk  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang dilarutkan dalam aquadest sehingga kitosan murni hanya menyerap logam berat kromium heksavalen. Pada limbah cair batik selain  $\text{Cr}^{6+}$  juga terkandung zat pencemar lain seperti warna, TSS, BOD, COD, dan krom total. Zat-zat pencemar tersebut juga ada yang terserap ke dalam adsorben, sehingga jumlah  $\text{Cr}^{6+}$  yang terserap akan berkurang. Hal ini menyebabkan penurunan  $\text{Cr}^{6+}$  pada larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  lebih besar dari penurunan  $\text{Cr}^{6+}$  pada limbah cair batik (Gambar 2).



**Gambar 2.** Penurunan kromium heksavalen pada limbah batik dan larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kitosan dari limbah udang windu dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar kromium heksavalen dalam limbah cair batik. Pada limbah cair batik selain kromium heksavalen juga terkandung zat pencemar lain seperti warna, TSS, BOD, COD, dan krom total yang terserap ke dalam adsorben, sehingga jumlah  $\text{Cr}^{6+}$  yang terserap akan berkurang. Efektivitas penyerapan  $\text{Cr}^{6+}$  oleh kitosan murni 71,782% sedangkan kitosan dari limbah udang windu 52,858%. Secara ekonomi kitosan dari limbah udang windu lebih efisien dibanding kitosan murni karena efektivitas penyerapan tidak jauh berbeda, tapi harganya jauh lebih murah.

#### Daftar Pustaka

- Bhuvana. (2006). Studies On Frictional Behaviour Of Chitosan-Coated Fabrics. *AUTEX Research Journal*, 6 (4): 123-130.
- Gao , Y., Lee, K., Oshima, M., Motomizu, S. (2000) Adsorption behavior of metal ions on cross-linked chitosan and the determination of oxoanions after pretreatment with a chitosan column. *Anal. Sci*, 16 :1303–1308.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2010). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Meriatna (2008). *Penggunaan membran kitosan untuk menurunkan kadar logam krom (Cr) dan nikel (Ni) dalam limbah cair industri pelapisan logam*. Tesis. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Sugita, P., dkk (2009). *Sumber Biomaterial Masa Depan, Kitosan*. Bogor: IPB Press.
- Wiyarsi, A., Priyambodo, E. (2009) *Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat*. Jurusan pendidikan Kimia FMIPA UNY. Tersedia di <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/132312678/Penelitian%20kitosan.pdf>