

PENGGUNAAN KHITOSAN UNTUK PENGOLAHAN  
AIR LIMBAH INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT<sup>1)</sup>

THE USE CHITOSAN FOR PROCESSING OF WASTE  
SOLUTION FROM LEATHER INDUSTRY

Syarif Bastaman dan Suprihatin<sup>2)</sup>

ABSTRACT

Chitosan is one type of biopolymer that can react to various kind of metallic ions found in waste solution and from chitosan - metal complex. The utilization of chitosan isolated from white shirup and crab by column and centrifugation method has been tested for the processing of waste solution from letaher industry. Result of the experiment showed that the use of solid crab's chitosan at 3 g per 450 ml waste solution by centrifugation method at 200 rpm for 60 minute gave the best result compared to other methods tested. Chitosan, beside reducing chrom concentration, was also able to reduce other pollution parameter such as COD, BOD, Color, cloudness, suspensable solid, and soluble solid. From the processing, the concentration of chrom was reduced by 77.23%, COD 63.60%, BOD 84.80%, color 58.40%, cloudiness 90.59%, suspensable solid 85.29%, and soluble solid was reduced by 12.39%

RINGKASAN

Khitosan adalah salah satu jenis biopolimer yang dapat mengikat berbagai jenis ion logam terdapat di dalam air limbah dan membentuk kompleks khitosan-logam. Penggunaan khitosan dari udang putih dan rajungan dengan menggunakan metoda kolom dan sentrifugasi telah dikaji untuk

---

1) Disampaikan pada Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer Untuk Industri PAU Bioteknologi IPB, Bogor, 10 - 11 Desember 1991.

2) Staf Peneliti Balai Besar Industri Hasil Pertanian, Bogor dan Staf Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.

mengolah air limbah industri penyamakan kulit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan khitosan rajungan padat sebanyak 3 gram untuk 450 ml air limbah dengan metoda sentrifugasi 200 rpm selama 60 menit memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan metoda lain yang dikaji. Khitosan selain dapat menurunkan kadar logam krom juga dapat menurunkan parameter pencemar lain seperti COD, BOD, warna, kekeruhan, padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Dengan cara pengolahan ini diperoleh penurunan kadar krom sebesar 77.23 persen, COD 63.60 persen, BOD 84.80 persen, warna 58.40 persen, kekeruhan 90.59 persen, padatan tersuspensi 85.29 dan padatan terlarut 12.39 persen.

#### PENDAHULUAN

Salah satu industri yang dapat menghasilkan air limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan adalah industri penyamakan kulit. Limbah cair ini mengandung total padatan, garam-garaman, sulfida dan logam krom yang cukup tinggi. Berbagai zat warna atau pigmen yang digunakan untuk pengecatan kulit mengandung logam berat. Logam berat ini merupakan salah satu bahan pencemar yang bersifat konservatif sehingga penghilangan logam berat ini relatif sulit dibanding dengan bahan pencemar lain yang bersifat mudah terdegradasi. Selain itu, logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh mahluk hidup yang semakin lama semakin tertumpuk, dan apabila mahluk hidup itu dimakan oleh mahluk hidup yang lain, logam berat akan terakumulasi di dalam tubuh mahluk hidup yang mengkonsumsinya. Dengan kata lain, predator tingkat tinggi, termasuk ikan yang dikonsumsi manusia, akan lebih banyak mengakumulasi logam berat melalui rantai makanan (food chain).

Berbagai gejala yang dapat ditimbulkan akibat keracunan logam berat antara lain melemahnya fungsi otot, hilang penglihatan, terganggunya fungsi otak, ginjal dan usus. Oleh karena itu air buangan yang mengandung bahan

pencemar logam berat, termasuk air buangan industri penyamakan kulit, harus diolah agar tidak mengganggu kehidupan mahluk hidup.

Khitosan yang terbuat dari khitin merupakan salah satu biopolimer alami yang dapat dihasilkan dari limbah krustasea yang mampu mengikat logam berat seperti raksa (merkuri), seng, krom, tembaga, besi dan nikel yang terdapat di dalam air limbah. Selain itu, khitosan dapat digunakan untuk bahan perekat, koagulan, flokulan, imobilisasi enzim, aditif untuk kertas dan tekstil, penjernih air minum, mempercepat penyembuhan luka dan dapat meningkatkan sifat pengikatan terhadap warna (Rha, 1984).

Biopolimer khitosan adalah polisakarida terbesar setelah selulosa. Sebagai senyawa rantai panjang yang tidak bercabang, senyawa ini tidak jauh berbeda dengan selulosa. Perbedaan antara khitosan dan selulosa hanya pada atom C kedua gugus hidroksil pada selulosa digantikan oleh gugus astil amino.

Pada bahasan ini akan dikemukakan berbagai hasil kajian pengolahan air limbah industri penyamakan kulit dengan menggunakan beberapa metoda dan sumber khitosan terutama ditinjau dari aspek penurunan logam kron, dan berbagai parameter pencemar lain seperti COD, BOD, warna, kekeruhan, padatan tersuspensi dan padatan terlarut.

#### MEKANISME PENGIKATAN LOGAM OLEH KHITOSAN

Khitosan merupakan produk deasetilasi khitin dengan alkali kuat. Khitin merupakan biopolimer linier dengan berat molekul tinggi yang mempunyai sifat sama dengan polimer kationik sehingga khitosan tidak larut dalam air atau larutan dengan pH di atas 6.5 (McKay et al., 1987). Khitosan mudah mengalami degradasi biologik dan tidak beracun, merupakan kationik kuat, flokulan dan koagulan yang

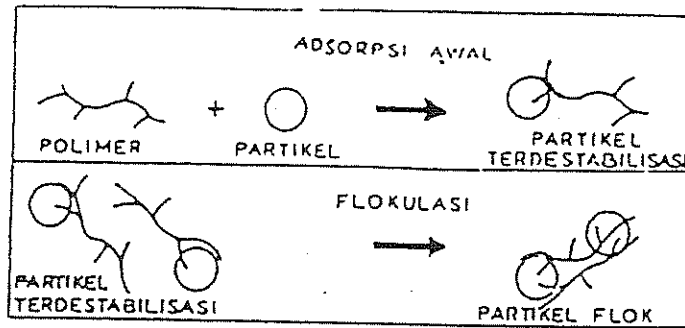
baik, mudah membentuk membran atau film serta dapat membentuk gel dengan anion bervalensi ganda (Anonim, 1987).

Mekanisme koagulasi dengan polimer atau polielektrolit terjadi dengan cara adsorpsi dan membentuk jembatan antar partikel. Jika molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid, maka beberapa gugus akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan sisanya masih tetap berada pada larutan. Jika partikel kedua ini terikat juga pada bagian lain dari rantai polimer, maka akan terjadi kompleks partikel dengan polimer sebagai jembatan (benefield et al., 1982).

Khitosan mempunyai kapasitas gugus fungsional yang tinggi, laju pengikatan yang cepat, dan merupakan penyaring yang baik untuk beberapa logam tertentu (semipermeable). Khitosan juga memiliki sifat buffer untuk ion H karena di dalam rantai khitosan terdapat grup amino yang tinggi dan gugus amino bebasnya tersedia untuk modifikasi kimiawi (Masri dan Randall, 1978). mekanisme koagulasi tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

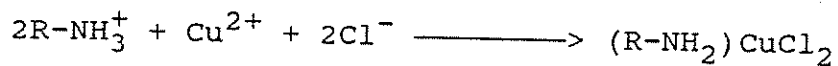
Pada konsentrasi polimer rendah proses adsorpsi dapat juga tetapi pembentukan jembatan tidak dapat sempurna, karena bagian polimer sisa yang berada di dalam larutan tidak cukup untuk mengikat partikel yang lain. Pada konsentrasi polimer yang terlalu tinggi permukaan menjadi jenuh dan tidak dapat membentuk jembatan secara lengkap. Sedangkan pada konsentrasi optimum bagian polimer sisa akan terserap ke dalam partikel yang berdekatan untuk membentuk jembatan.

Pengaturan pH larutan dan regenerasi khitosan layak dibutuhkan untuk adsorpsi ion logam berat. Pengaruh pH rendah adalah terjadinya pengurangan penjeratan ion logam ke dalam khitosan karena bersaing dengan ion H untuk menempati group amino bebas (Masri dan Randall, 1978).



Gambar 1. Mekanisme koagulasi antara partikel dan polimer

Khitosan merupakan bahan pengkelat yang kuat untuk ion logam transisi dan membentuk kompleks khitosan-logam (Blair dan Ho, 1980; McKay et al., 1987). Salah satu mekanisme yang terjadi pada proses pengikatan ion logam adalah seperti berikut:



#### METODOLOGI

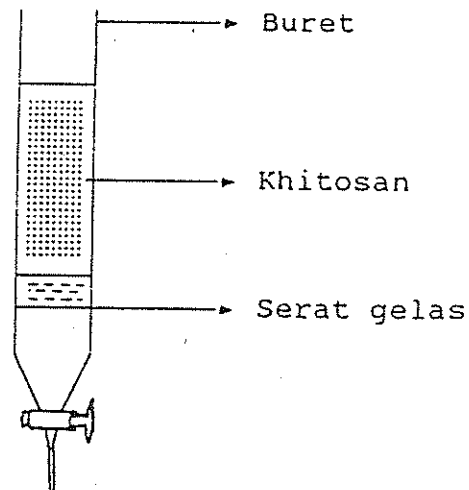
##### 1. Pengambilan Contoh

Pengambilan contoh dilakukan secara sesaat (grab samples), yaitu pengambilan pada suatu saat pada saluran pembuangan akhir sebelum air limbah diolah. Contoh air limbah industri penyamakan kulit yang dikaji diperoleh dari PT Muara Dwitunggal Laju, Citeureup, Bogor.

##### 2. Penentuan Dosis Khitosan Optimum

Alat untuk penelitian ini adalah kolom sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Air limbah dialirkan melalui kolom yang telah diisi khitosan sebanyak antara 3-7 gram dengan debit air limbah sebesar 450 ml/jam. Air limbah

sebelum dan sesudah dialirkan melallui kolom dilakukan analisis terhadap parameter kekeruhan, BOD, COD, padatan tersuspensi, total padatan terlarut dan kadar logam krom. Sebagai kriteria penentuan jumlah optimum adalah tingkat penurunan logam krom terbesar.



Gambar 2. Penampang kolom

### 3. Pemilihan Metoda dan Sumber Khitosan

Metoda yang diteliti adalah metoda kolom dan metoda sentrifugasi. Metoda sentrifugasi menerapkan tingkat putaran sebesar 200 rpm dengan waktu sentrifugasi selama 20, 40 dan 60 menit. Khitosan yang digunakan pada penelitian ini ada dua bentuk yaitu padatan dan larutan. Larutan khitosan dibuat dengan cara melarutkan sejumlah khitosan ke dalam larutan asam asetat 2 persen sebanyak 150 ml. Sumber khitosan yang diteliti adalah khitosan dari udang putih dan rajungan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 1. Penentuan Dosis Optimum

Dari tahap penelitian ini diperoleh hasil bahwa jumlah 3 gram khitosan udang putih dapat menurunkan kandungan krom paling banyak yaitu sebesar 0.226 ppm atau sebesar 90.36 persen, sedangkan dengan khitosan dari rajungan sebanyak 5 gram dapat menyebabkan penurunan kadar krom sebesar 0.245 ppm atau sebesar 89.55 persen.

Penentuan hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa cara pengolahan yang memberikan tingkat penurunan bahan pencemar yang paling baik adalah dengan menggunakan khitosan rajungan padat dengan menggunakan metoda sentrifugasi 200 ppm selama 60 menit. Dengan cara pengolahan seperti tersebut di atas, effluen hasil pengolahan telah memenuhi baku mutu air limbah industri penyamakan kulit yang ditetapkan oleh menteri KLH tahun 1991.

Sifat air limbah industri penyamakan kulit sebelum dan sesudah pengolahan dengan kombinasi perlakuan terpilih, serta nilai baku untuk parameter yang dipersyaratkan disajikan pada Tabel 1.

Penurunan kadar krom hanya teramati pada metoda kolom dan sentrifugasi yang menggunakan khitosan padat dan tidak teramati pada metoda dengan khitosan yang dilarutkan pada asam asetat 2 persen. Kejadian ini disebabkan oleh adanya pengaruh pH yang mana adsorpsi dapat terjadi dengan baik pada pH tinggi. Pada pH tinggi, terjadi persaingan antara ion logam dengan ion  $H^+$  untuk mendapatkan grup amino bebas khitosan (Mackey et al., 1987).

Khitosan dari udang putih dapat menurunkan kadar krom lebih banyak dibanding dengan rajungan. Hal ini dapat terjadi karena adanya perbedaan sifat fisiko-kimia dari

Tabel 1. Sifat air limbah industri penyamakan kulit sebelum dan sesudah pengolahan

Parameter	Sebelum pengolahan	Sesudah pengolahan	Nilai Baku
Logam krom (ppm)	2.703	0.616	2.0
COD (ppm)	728	280	300
BOD (ppm)	928	143	150
Warna (PtCo)	21.75	20.18	*
Kekeruhan (NTU)	806	76	*
Padat terlarut (ppm)	10301	9025	*
Padatan tersuspensi (ppm)	999	147	150

kedua khitosan tersebut. Khitosan dari udang putih mempunyai derajat deasetilasi lebih tinggi sehingga khitosan dari udang putih lebih tersedia kandungan grup amino bebas. Sifat ini dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi khitosan dari udang putih.

Berbagai parameter pencemar seperti COD, BOD, warna, kekeruhan, padatan tersuspensi dan padatan terlarut, juga mengalami penurunan. Penyebab penurunan nilai parameter ini antara lain disebabkan oleh sifat khitosan yang juga dapat berfungsi sebagai koagulan atau flokulan yang efektif. Khitosan mempunyai kekuatan glukosamin sehingga khitosan dapat dianggap sama dengan polielektrolit lain yang berfungsi sebagai koagulan dan flokulan. Khitosan akan menstabilkan padatan tersuspensi dan membentuk flok partikel. Flok yang terbentuk ini akan mengendap sehingga padatan di dalam air limbah dapat berkurang. Pengurangan ini menyebabkan penurunan nilai COD, BOD, Warna, kekeruhan, padatan terlarut dan padatan tersuspensi. Selain itu, penurunan warna juga dapat disebabkan oleh sifat khitosan yang bermuatan positif dapat menetralkan muatan negatif



dan menggabungkan partikel terstabilkan tersebut menjadi flok besar dan mengendap.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan khitosan untuk pengolahan air limbah industri penyamakan kulit selain dapat menurunkan kadar krom tetapi juga dapat menurunkan parameter pencemar lain seperti COD, BOD, warna, kekeruhan, padatan terlarut dan padatan tersuspensi. Penurunan ini akibat kemampuan khitosan yang dapat berfungsi sebagai bahan penyerap logam dan sebagai koagulan dan flokulan yang efektif terhadap bahan organik atau anorganik yang terdapat di dalam air limbah industri penyamakan kulit.

Cara pengolahan yang terbaik dan dapat diketahui dari penelitian ini adalah pengolahan air limbah industri penyamakan kulit dengan menggunakan khitosan rajungan padat dengan metoda sentrifugasi 200 rpm selama 60 menit. Dengan cara ini akan diperoleh penurunan beberapa parameter pencemar sebagai berikut. Kadar krom mengalami penurunan sebesar 77.23 persen, sedangkan parameter COD, BOD, warna, kekeruhan, padatan terlarut dan padatan tersuspensi masing-masing sebesar 63.60, 84.60, 58.40, 90.59, 12.39 dan 85.29 persen.

Beberapa saran yang dapat dikemukakan adalah perlunya perbaikan kondisi proses pengolahan air limbah terutama yang berakitan dengan pengaruh faktor pH dan ukuran partikel. Penelitian lanjut yang diperlukan antara lain penelitian yang ditujuakan terhadap penggunaan khitosan untuk skala besar dengan mempertimbangkan keunggulan dan kelemahan khitosan dibanding dengan polimer lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1987. Profloc-natural cationic Polymer For Recovering Valuable Byproducts From Food Process Wastes. Protan Lab. Inc., USA.
- Bastaman, S. 1989. Chitin Menantang Peneliti. Warta Akab. 1(2): 65.
- Benefield, L.D., J.F. Judkins dan B.L. Weads. 1982. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Masri, M.S. dan V.G. Randall. 1979. Chitosan and chitosan derivatives for removal of toxic metallic ions from manufacturing plant waste streams. Dalam R.A.A. Muzzarelli dan E.R. Pariser (eds.) Proc. 1st Intern conf. chitin/chitosan. MIT sea Grant Report, Cambridge.
- McKay, G, H.S. Blair and S. Grant. 1987. Desorption of copper from a copper-chitosan complex. J. chem. Tech. Biotechnol. 40 : 63.
- Rha, C.K. 1984. Chitosan as a biomaterial. Dalam R.R. Colwell, A.J. Sinskey dan E.R. Pariser (eds.). Biotechnology in the Marine Science. John Wiley and Sons, New York.