

# PENGARUH UKURAN PARTIKEL CHITOSAN PADA PROSES DEGRADASI LIMBAH CAIR TEKSTIL

Oleh : Teguh Prayudi dan Joko Prayitno Susanto<sup>\*)</sup>

## Abstrak

Sebagai salah satu dampak dari perkembangan industri, khususnya industri tekstil adalah timbulnya berbagai masalah lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri yang belum terolah secara optimal. Hal ini disebabkan karena masih sedikitnya teknologi pengolahan limbah yang mudah dan murah untuk di terapkan.

Pada Penelitian terdahulu<sup>(1)</sup> telah dicoba mengkaji efektivitas penggunaan chitosan untuk mengikat partikel-partikel koloid pada proses pengolahan limbah industri dalam air limbah industri tekstil. Sebagai kelanjutan penelitian di atas, pada penelitian ini dilakukan optimalisasi ukuran (mesh) untuk mengetahui ukuran chitosan yang paling optimal pada proses degradasi bahan-bahan pencemar dalam limbah industri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel chitosan sangat berpengaruh terhadap daya adsorpsi polutan dan semakin kecil ukuran chitosan maka daya adsorpsi terhadap BOD<sub>5</sub> dan COD semakin besar. Dari hasil penelitian diketahui pula bahwa kemampuan optimum chitosan mengadsorpsi polutan dalam limbah cair adalah masing-masing 4,56% untuk BOD dan 4,49% untuk COD dari berat yang digunakan.

**Kata Kunci** : Partikel Chitosan, Proses Degradasi Limbah Cair Tekstil.

## 1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini industri tekstil masih merupakan tulang punggung ekspor nasional. Walaupun nilai ekspor tekstil setelah krisis moneter sempat mengalami penurunan, tetapi memasuki tahun 2000 sedikit demi sedikit terjadi peningkatan, baik dalam bentuk kain maupun bentuk jadi seperti garment. Namun bangkitnya industri tekstil ini juga membawa dampak negatif terhadap kualitas lingkungan karena sangat disadari bahwa setiap proses produksi suatu industri pasti akan menghasilkan limbah.

Industri tekstil, dimana pada prosesnya membutuhkan jumlah air yang cukup banyak sebagai media pelarut bahan pewarna dan zat kimia lainnya disamping, untuk mencuci produk akhir tekstil. Dari proses ini, tidak dapat dihindari akan dihasilkan limbah cair yang cukup banyak yang mengandung bahan pencemar.

Limbah cair tekstil umumnya bersifat asam atau alkali dengan bahan organik tinggi. Hal ini dapat dilihat dari tingginya nilai BOD, COD, lemak dan minyak. Limbah cair tekstil juga mengandung sisa-sisa bahan pewarna seperti fenol dan juga logam berat seperti Cr, Br, Fe, Mn, Cu dan Cd. Dengan demikian, untuk menghindari terjadinya pencemaran terhadap lingkungan, diperlukan proses

pengolahan terhadap limbah ini sebelum dilakukan pembuangan.

Salah satu langkah terpenting dalam penanganan limbah cair adalah menghilangkan kekeruhan pada limbah cair. Kekeruhan tersebut disebabkan adanya partikel-partikel kecil pada koloid yang mempunyai ukuran yang sangat kecil yaitu berkisar antara  $10^{-7}$  cm sampai dengan  $10^{-5}$  cm. Sifat partikel selalu dalam keadaan stabil, hal ini disebabkan karena muatan antar partikel sama sehingga terjadi gaya tolak menolak.

Karena sifatnya tersebut maka partikel koloid akan selalu menyebabkan kekeruhan dan sulit untuk dipisahkan dengan cara penyaringan maupun pengendapan. Salah satu cara untuk dapat menghilangkan partikel-partikel tersebut adalah dengan menetralkan muatan partikel dengan jalan menambahkan larutan kimia tertentu yang akan bereaksi dengan partikel koloid sehingga terbentuk suatu gumpalan. Dengan adanya ketidakstabilan pada sistem koloid akibat penetralan muatan, maka akan terjadi pengurangan besarnya gaya tolak menolak antara partikel partikel koloid tersebut.

Chitosan merupakan salah satu bahan kimia yang dapat digunakan untuk proses pengolahan limbah tekstil. Dengan struktur polimer yang dimiliki, yaitu 2-amino-2-

<sup>\*)</sup> Peneliti Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.

deoksi-D-glukosa, chitosan mengandung gugus amino bebas dalam rantai kabonnya dan bermuatan positif sehingga menyebabkan molekul tersebut bersifat resisten terhadap stress mekanik. Gugus amino bebas inilah yang banyak memberikan kegunaan bagi chitosan<sup>(2)</sup>.

Chitosan dibentuk dari bahan baku chitin melalui diproses deasetilasi. Semakin banyak gugus asetil yang hilang dari polimer chitin, semakin kuat interaksi ikatan hidrogen dan ion dari chitosan. Sehingga chitosan bermuatan positif, berlawanan dengan polisakarida alam lainnya. Sedangkan chitin merupakan bahan yang dapat diperoleh dari proses pengolahan limbah industri perikanan, seperti kulit udang, kulit dan kepala kepiting dll.

Sebagai bahan pemrosesan limbah cair, chitosan mampu menurunkan kadar COD, BOD, padatan tersuspensi, Warna, kekeruhan dan mampu mengikat logam berat seperti Fe, Cu, Cd, Hg, Pb, Cr, Ni, Mn Co, Zn dan lain lain<sup>(3)</sup>.

Menurut Metcalf & Eddy<sup>(4)</sup> mekanisme pembentukan partikel kompleks (*flok*) dengan polimer pada Chitosan adalah dengan cara adsorpsi dan jembatan antar partikel. Bila molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid maka beberapa gugusnya akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada dalam larutan. Apabila partikel kedua terikat pula pada bagian lainnya dari rantai polimer tersebut, maka akan terjadi partikel kompleks, sedang polimernya berfungsi sebagai jembatan. Polimer pembentuk partikel kompleks mempunyai kaitan sepanjang rantainya (*fishing line*). Tersedianya gugus terionisasi aktif memungkinkan terjadinya adsorpsi kuat pada permukaan polimer. Pada konsentrasi polimer yang rendah akan terjadi adsorpsi, tetapi pembentukan jembatan ini tidak sempurna karena sebagian polimer yang tersisa dalam larutan tidak cukup untuk mengikat partikel yang lain. Sedangkan pada konsentrasi optimum bagian sisa tersebut akan terserap kedalam partikel yang berdekatan untuk membentuk jembatan. Apabila konsentrasi polimer berlebih maka permukaan polimer akan menjadi jenuh dan tidak dapat membentuk jembatan yang lengkap.

Muatan positif pada chitosan dapat juga berfungsi sebagai flokulan pembentuk partikel kompleks polikationik yang efektif untuk penanganan limbah cair<sup>(5)</sup>. Hal ini disebabkan karena Chitosan dapat mengikat

partikel tersuspensi membentuk partikel kompleks yang akhirnya memudahkan pengendapan partikel-partikel tersuspensi. Dengan terendapnya partikel pencemar tersebut maka parameter seperti padatan tersuspensi dan padatan terlarut dalam limbah cair akan turun dan akibatnya nilai BOD dan COD dalam limbah cair juga turun. Pada beberapa keadaan penggunaan chitosan dalam penanganan limbah cair dapat dikombinasikan dengan koagulan lain seperti garam alumunium atau garam ferri untuk memperoleh hasil yang lebih efektif.

Dalam tulisan sebelumnya<sup>(1)</sup> diketahui bahwa chitosan mempunyai gugus amina bebas yang dapat mengikat partikel-partikel koloid yang terkandung dalam limbah cair sehingga membentuk flok-flok yang dapat mengendap. Pembentukan flok tersebut akan menurunkan nilai-nilai parameter yang terdapat pada limbah cair sehingga memperbaiki kualitas limbah untuk dapat dibuang keperairan umum tanpa mencemari lingkungan.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran chitosan yang berasal dari kulit udang sebagai bahan koagulan limbah cair industri tekstil, khusus untuk mengetahui ukuran chitosan yang optimal sebagai bahan flokulan melalui penurunan nilai BOD dan COD.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Pembuatan Chitosan

Dalam penelitian ini digunakan 2 (dua) jenis chitosan yang diperoleh dari bahan baku chitin. Bahan baku chitin ini diperoleh dari ekstraksi limbah kulit udang (berasal dari muara baru, Jakarta Utara) berdasarkan 2 (dua) metode pemrosesan yang berbeda. Baik Chitin maupun chitosan yang digunakan dalam penelitian ini dibuat sendiri di Laboratorium Teknologi Lingkungan, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan-BPPT<sup>(1,6)</sup>.

### 3.2. Analisa BOD dan COD.

1. Analisa BOD. dilakukan dengan menggunakan alat DO meter untuk menghitung nilai oksigen yang terlarut dalam air limbah tersebut. Air limbah sampel dan yang telah dikoagulasi

diaerasi selama 15 menit, kemudian ditambahkan nutrisi yang mengandung nitrogen dan pospor, selanjutnya masing-masing dimasukkan kedalam 2 buah botol dimana yang satu langsung diukur nilai oksigennya, sedangkan yang lain di inkubasi selama 5 hari pada suhu 20 °C ±1 °C.

- Analisa COD. dilakukan dengan memasukkan 10 ml sampel ke dalam erlemeyer ukuran 125 ml, kemudian ditambahkan 5 ml larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dan dikocok, Larutan yang terjadi ditambahkan 15 ml asam sulfat dan diaduk, selanjutnya erlemeyer ditutup dengan kaca penutup, mendinginkan selama 30 menit. Campuran tersebut kemudian diencerkan dengan menambahkan 7.5 ml aquades dan 2~3 tetes indikator Ferroin. Pengukuran COD diperoleh dari hasil titrasi larutan tersebut dengan FAS (Ferrous Ammonium Sulfat) sampai terjadi perubahan warna dari kuning oranye / biru kehijauan menjadi merah coklat.

### 3.3 Uji Pengaruh Ukuran Chitosan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tekstil.

Kemampuan chitosan sebagai bahan koagulasi limbah cair industri tekstil. diteliti dengan mengikuti tahap-tahap penelitian sebagai berikut :

- Menyiapkan larutan blanko dengan masing-masing konsentrasi BOD<sub>5</sub> dan COD adalah 796,82 mg/liter dan 1040 mg/liter dengan pH 7~8.
- Ke dalam setiap 100 ml larutan di atas, dimasukkan masing 1,0 gram chitosan dengan variasi ukuran partikel (1000 ~ 500 µm, 500 ~ 350 µm, 350 ~ 250 µm, 250 ~ 80 µm dan 80 ~ 40 µm) sebagai bahan koagulan.
- Mengaduk masing-masing campuran dengan kecepatan pengadukan 40~60 rpm selama 30 menit. sehingga terbentuk flok-flok yang mengendap pada bagian bawah cairan.
- Menganalisa kandungan BOD<sub>5</sub> dan COD pada bagian lapisan cairan atas.

#### 4.4. Analisa Data

Untuk mengetahui pengaruh ukuran chitosan pada proses coagulasi limbah cair

industri tekstil, khususnya terhadap penurunan kandungan BOD dan COD, dilakukan uji statistik (Uji F). Pengujian dilakukan dengan 3 (tiga) kali pengulangan untuk masing-masing ukuran.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa pengaruh penggunaan Chitosan terhadap penurunan BOD dan COD dapat dilihat pada Table 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Penurunan konsentrasi BOD<sub>5</sub> sebagai hasil penambahan Chitosan

Chitosan		Penurunan BOD <sub>5</sub> pada setiap pengulangan (%)			
Jenis	Ukuran (µm)	1	2	3	Rata-rata
A	1000~500	47.1	49.0	49	48.4
	500~350	53.9	53.9	54.9	54.3
	350~250	54.9	54.9	54.9	55.0
	250~80	56.9	56.9	58.8	57.8
	80~40	56.9	54.9	54.9	55.6
B	1000~500	58.8	54.9	58.8	57.5
	500~350	58.8	58.8	58.8	58.8
	350~250	62.7	60.8	58.8	60.8
	250~80	58.8	62.7	60.8	60.8
	80~40	62.7	60.8	60.8	61.4

Keterangan :

- Konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang digunakan dalam penelitian adalah 796.82 mg/liter
- Persentase rata-rata dihitung dari rata-rata penurunan BOD<sub>5</sub> untuk 3 kali pengulangan

Tabel 4. Penurunan konsentrasi COD sebagai hasil penambahan Chitosan

Chitosan		Penurunan COD pada setiap pengulangan (%)			
Jenis	Ukuran (µm)	1	2	3	Rata-rata
A	1000~500	39.2	40.2	40.2	39.9
	500~350	42.1	42.1	43.0	42.4
	350~250	46.8	44.9	48.7	46.8
	250~80	50.6	50.6	48.7	49.9
	80~40	47.7	46.8	46.8	47.1
B	1000~500	35.5	34.5	34.5	34.8
	500~350	36.4	38.5	37.1	37.3
	350~250	44.0	40.4	40.4	41.6
	250~80	46.8	44.9	48.7	46.8
	80~40	44.9	42.1	44.9	44.0

Keterangan :

- Konsentrasi COD yang digunakan dalam penelitian adalah 1040 mg/liter
- Persentase rata-rata dihitung dari rata-rata penurunan COD untuk 3 kali pengulangan

Dengan menggunakan uji statistik (uji F) pada tingkat kesalahan 0.05 terhadap hasil-hasil analisa diatas diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara ukuran chitosan dengan penurunan kadar BOD<sub>5</sub> maupun COD dalam proses pengolahan limbah.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 tersebut terlihat bahwa semakin kecil ukuran chitosan yang digunakan dalam proses pengolahan limbah menghasilkan penurunan kandungan BOD<sub>5</sub> dan COD yang semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran chitosan akan semakin memperbesar luas permukaan chitosan. sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya koagulasi dari proses interaksi antara chitosan dengan partikel-partikel polutan yang terdapat dalam limbah.

Dari kedua hasil penelitian ini. tampak bahwa daya koagulasi chitosan terhadap penurunan nilai BOD dan COD mencapai optimum pada ukuran lebih kecil dari 250 µm.

Disamping pengaruh ukuran partikel chitosan. dari penelitian ini dapat pula diketahui kemampuan optimum chitosan dalam mengadsorpsi polutan (BOD dan COD) dalam limbah cair. Tabel 5 menunjukkan kemampuan optimum adsorpsi chitosan terhadap penyerapan partikel-partikel polutan (BOD maupun COD).

Tabel 5. Kemampuan Optimum Chitosan Mengadsorpsi Polutan (BOD dan COD) Dalam Limbah Cair.

Chitosan		Persentase rata-rata adsorpsi pada Chitosan	
Jenis	Ukuran (µm)	BOD	COD
A	1000~500	3,9	4,2
	500~350	4,3	4,4
	350~250	4,3	4,9
	250~80	4,6	5,2
	80~40	4,4	4,9
B	1000~500	4,9	3,6
	500~350	4,7	3,9
	350~250	4,8	4,3
	250~80	4,8	4,9
	80~40	4,9	4,6
<b>Rata-rata</b>		<b>4,56</b>	<b>4,49</b>

Dari table 5 tersebut dapat diketahui bahwa kemampuan rata-rata optimum chitosan mengadsorpsi polutan dalam limbah cair adalah masing-masing 4,56% untuk BOD dan 4,49% untuk COD dari berat chitosan yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka apabila dikehendaki menurunkan

kadar BOD dan COD lebih banyak, diperlukan jumlah chitosan lebih banyak pula.

## 6. KESIMPULAN

1. Ukuran partikel chitosan sangat berpengaruh terhadap daya adsorpsi polutan.
2. Semakin kecil ukuran chitosan maka daya adsorpsi terhadap BOD<sub>5</sub> dan COD semakin besar.
3. Kemampuan optimum chitosan mengadsorpsi polutan dalam limbah cair adalah masing-masing 4,56% untuk BOD dan 4,49% untuk COD dari berat yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Teguh Prayudi dan Joko Prayitno Susanto (2000), *Chitosan Sebagai Bahan Koagulan Limbah Cair Industri Tekstil*, Journal Teknologi Lingkungan, BPPT, Vol. 1 Nomor 2.
2. Knorr, Dietrich, 1982,, *Functional Properties of Chitin and Chitosan*, Journal of Food Chemistry, **Vol, 47**,
3. Buchari, B, Bunjali, 1981, *Perlakuan Air dan Air Buangan Secara Koagulasi dari Partikel Tersuspensi*, ITB, Bandung,
4. Metcalf & Eddy,1991, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, Mc Graw Hill, Inc, Third Edition,
5. Peniston, Q,P, & Johnson, E,L, 1984, *Method for treating and aqueous Medium with Chitosan and Derivative of Chitin to remove Impurity*, Warta IHP, Volume 7
6. Teguh Prayudi dan Joko Prayitno Susanto (2000), *Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Ekspor Hasil Perikanan*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan, Direktorat Teknologi Lingkungan-BPPT.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Teguh Prayudi**, lahir di Yogyakarta 30 Januari 1962. Menyelesaikan pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro tahun 1989. Bekerja di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informatika, Energi, Material dan Lingkungan – BPPT sejak tahun 1989 sampai sekarang.