

# CHITOSAN SEBAGAI BAHAN KOAGULAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL

Oleh : Teguh Prayudi dan Joko Prayitno Susanto \*

## Abstrak

*The industrial development for textile in Indonesia has created environmental problem caused by its untreated wastes due to limited inexpensive waste treatment technology available. Chitosan is a chemical compound that can be obtained easily from chitin made from crabs and shrimps shell with is abundantly available in Indonesia. One of its superiority characteristic of chitosan is its capability in bonding colloidal solution and heavy metals in textile waste. The aim of this research studies is assessing the capability of chitosan to bond the colloidal solution in industrial waste treatment process especially for textile industry.*

Katakunci : limbah cair, chitosan, coagulan

## 1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini industri tekstil masih merupakan tulang punggung ekspor nasional, walaupun nilai ekspor tekstil setelah krisis moneter sempat mengalami penurunan. Namun memasuki tahun 2000 sedikit demi sedikit terjadi peningkatan ekspor, baik dalam bentuk kain maupun bentuk jadi seperti garment. Indikasi bangkitnya industri tekstil ini dapat dilihat dari semakin ramainya aktifitas di Pasar Tekstil Tanah Abang Jakarta yang makin banyak dikunjungi oleh para pedagang dari luar negeri, terutama yang berasal dari benua Afrika.

Disamping memberikan nilai positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional, bangkitnya industri tekstil juga memberikan kontribusi pada semakin buruknya kualitas lingkungan Indonesia. Industri tekstil merupakan industri yang banyak menggunakan air dalam proses produksinya, sehingga menghasilkan limbah cair yang cukup banyak. Selain itu industri tekstil juga menggunakan berbagai macam bahan kimia dalam proses produksinya seperti bahan pewarna, naptol, soda api dan bahan lainnya yang merupakan bahan kimia pembantu. Bahan-bahan tersebut merupakan sumber pencemar utama karena hanya sebagian kecil yang terserap pada produk tekstil, sedangkan sebagian besar terbuang bersama air buangan (limbah cair). Limbah cair industri ini biasanya bersifat asam atau basa, berwarna tua dengan kandungan

bahan organik yang tinggi serta mengandung bahan sintetik yang sulit diuraikan oleh mikroba, sehingga mempunyai nilai COD tinggi. Buruknya kualitas limbah ini, mengharuskan adanya proses pengolahan sebelum limbah dibuang ke perairan. Pengolahan limbah tekstil pada umumnya menggunakan prinsip koagulasi dan flokulasi. Sebagai bahan koagulasi dan flokulasi banyak dipakai bahan kimia seperti ferri sulfat, selulosa, protein dan senyawa polimer lainnya.

Meskipun penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses pengolahan limbah, meskipun dapat meningkatkan kualitas limbah, yaitu dengan cara menghilangkan/mengurangi polutan, tetapi penggunaan bahan kimia ini juga akan menghasilkan permasalahan baru terhadap lingkungan yaitu membentuk limbah hasil pengolahan. Untuk itu, perlu dicari alternatif koagulasi dan flokulasi lain yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan kimia pada proses pengolahan limbah industri tekstil tersebut.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan manfaat chitosan yang berasal dari kulit udang sebagai bahan koagulan limbah cair industri tekstil, karena chitosan mempunyai gugus amino bebas yang dapat mengikat partikel-partikel koloid yang terkandung dalam limbah cair sehingga membentuk flok-flok yang dapat mengendap. Pengikatan partikel tersebut

---

\* Penulis adalah staf peneliti pada Kelompok Teknologi Produksi Bersih dan Pencemaran Udara pada Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informatika, Energi, Material dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

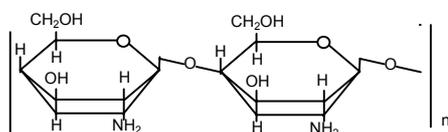
akan menurunkan nilai-nilai polutan yang terdapat pada limbah cair tekstil, sehingga air itu dapat dibuang keperairan umum tanpa mencemari lingkungan

### 3. TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1. Chitosan.

Chitosan merupakan polimer dengan nama kimia 2-amino-2-deoksi-D-glukosa, mengandung gugus amino bebas dalam rantai karbonnya dan bermuatan positif sehingga menyebabkan molekul tersebut bersifat resisten terhadap stress mekanik. Gugus amino bebas inilah yang banyak memberikan kegunaan bagi chitosan<sup>(1)</sup>.

Struktur kimia chitosan disajikan pada gambar 1



Gambar 1. Struktur kimia chitosan

Chitosan diperoleh dari chitin melalui proses deasetilasi. Sedangkan chitin merupakan bahan yang dapat diperoleh dari proses pengolahan limbah industri perikanan, seperti kulit udang, kulit dan kepala kepiting dll.

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.

Chitosan mempunyai potensi untuk digunakan dalam industri dan bidang kesehatan. Beberapa kegunaan chitosan antara lain sebagai<sup>(2)</sup>:

1. Membran penukar ion
2. Bahan pemurni air
3. Bahan baku benang untuk operasi plastik/bedah
4. Bahan powder untuk sarung tangan pembedahan
5. Koagulan dan flokulan

Penggunaan chitosan tergantung dari kualitasnya. Sebagai contoh chitosan dengan kualitas rendah dapat digunakan pada pemrosesan limbah cair industri, sedang chitosan dengan kemurnian tinggi dibutuhkan dalam bidang kesehatan, seperti bahan obat-obatan<sup>(3)</sup>. 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>(4)</sup>.

Chitosan dapat larut dalam bermacam macam asam organik, asam klorida, dan asam nitrat pada konsentrasi 0,15% s/d 1,1%. Chitosan tidak larut dalam asam sulfat dan sedikit larut dalam asam ortho pospat pada konsentrasi 0,5%.

Kualitas chitosan tergantung pada beberapa parameter, misalnya untuk chitosan kualitas komersil disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu Chitosan<sup>(5)</sup>

Parameter	Nilai
Ukuran partikel	Dari bubuk sampai serpihan
Kadar air	< 10 %
Kadar abu	< 2 %
Warna larutan	Jernih
Derajat deasetilasi	> 70
Viskositas:	
- Rendah	< 200 (cps)
- Medium	200 s/d 799 (cps)
- Tinggi	800 s/d 2000 (cps)
- Ekstra tinggi	> 2000 (cps)

#### 3.2. Limbah Cair Industri (Tekstil).

Proses produksi suatu industri pasti akan menghasilkan limbah, baik sebagai limbah cair, padat dan gas serta dampak kebisingan terhadap lingkungan. Demikian pula dengan industri tekstil, dimana pada prosesnya membutuhkan jumlah air yang cukup banyak sebagai media untuk melarutkan bahan pewarna dan zat kimia lainnya, maupun sebagai media untuk mencuci produk akhir tekstil, sehingga menghasilkan limbah cair yang cukup banyak dengan kandungan sisa bahan pewarna serta bahan kimia lainnya yang cukup tinggi.

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 fenol dan logam berat seperti Cr, Br, Fe, Mn dan kadang-kadang Cu dan Cd.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran pada lingkungan, maka pembuangan limbah cair dari industri tekstil harus memenuhi standar baku mutu limbah sebagaimana yang telah diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor 51 Tahun 1995 (tabel 2).

Tabel 2. Bakumutu Limbah Cair Industri Tekstil<sup>(6)</sup>

Parameter	Nilai Maksimum	
	A	B
BOD	60,0 ppm	6,00 kg/ton
COD	150,0 ppm	15,00 kg/ton
Padatan tersuspensi	50,0 ppm	5,00 kg/ton
Phenol total	0,5 ppm	0,05 kg/ton
Krom total	1,0 ppm	0,10 kg/ton
Amonia total	8,0 ppm	0,80 kg/ton
Sulfida	0,3 ppm	0,03 kg/ton
Minyak/lemak	3,0 ppm	0,30 kg/ton
pH	6~9	

A : Kadar Polutan; B : Beban Polutan

### 3.3. Koagulasi

Partikel-partikel dalam sistem koloid 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 memperbesar ukuran partikel tersebut adalah dengan menetralkan muatan partikel dengan jalan menambahkan larutan kimia tertentu, sehingga partikel-partikel koloid akan membentuk suatu gumpalan. Cara tersebut dinamakan koagulasi<sup>(7)</sup>. Ketidakstabilan pada sistem koloid akibat penetralan muatan akan menurunkan besarnya gaya tolak menolak antar partikel-partikel koloid tersebut.

Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan koagulan biasanya adalah senyawa yang mempunyai molekul berukuran besar dan mempunyai gugus reaktif disepanjang rantainya, misalnya selulosa, protein dan senyawa polimer lainnya. Faktor faktor yang mempengaruhi koagulasi adalah lamanya pengadukan, dosis koagulan yang dipakai, temperatur proses, pH dan pengaruh faktor fisik lainnya. Faktor-faktor tersebut sangat mempengaruhi efektifitas zat yang dipakai sebagai koagulan

## 4. METODE PENELITIAN

### 4.1. Pembuatan Chitosan

Bahan baku chitosan adalah chitin yang merupakan hasil ekstraksi dari limbah kulit udang yang diambil dari eksportir udang beku PT Hotan Jaya, Muara Baru, Jakarta.

Pembuatan chitin maupun chitosan ini dilakukan sendiri di laboratorium teknologi lingkungan, Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT.

Chitin sebagai bahan baku pembuatan chitosan diperoleh dari hasil isolasi kulit udang melalui proses deproteinasi, demineralisasi dan pemutihan melalui prosedur yang telah dikembangkan sendiri di Laboratorium. Chitin yang diperoleh, kemudian diproses lebih lanjut dengan proses deasetilisasi untuk menghilangkan gugus asetil sehingga diperoleh polimer 2-amino-2-deoksi-D-glukosa (chitosan) yang mengandung gugus amino bebas pada rantai karbonnya.

Tabel 3. Hasil Analisa Kualitas Chitosan

Parameter	Nilai
Randemen terhadap bahan baku chitin	18,78 %
Kadar air	0,69 %
Kadar protein	2,28 %
Kadar mineral	0,55 %
Derajat deasetilasi	75,45 %

### 4.2. Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Chitosan

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

1. Chitosan yang dihasilkan dari proses pengolahan chitin, dijadikan bahan koagulan dengan cara melarutkannya dalam asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 2% sampai diperoleh larutan chitosan dengan kadar 1%.
2. Limbah cair dari industri tekstil diambil sebagai sampel, agar tidak terlalu pekat limbah cair tersebut diencerkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses koagulasi dengan koagulan chitosan. Sebagai pembandingan digunakan bahan koagulan  $\text{FeSO}_4$  400 ppm.
3. Optimalisasi proses koagulasi dipelajari dengan melakukan perubahan variabel proses seperti konsentrasi chitosan dan pH larutan. Variabel konsentrasi chitosan yang dipelajari adalah 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm dan 70 ppm dengan waktu pengadukan konstan (15 menit) dan pH juga tetap (pH=8). Sedangkan untuk variabel pH dilakukan dengan membuat pH larutan dari 5, 6, 7, 8 sampai 9 dengan jalan menambahkan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  atau  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Penurunan terbesar dari

analisa parameter air limbah menunjukkan proses koagulasi maksimum.

### 4.3. Analisa Kualitas Air Limbah.

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 ke dalam 2 buah botol, dimana yang satu langsung diukur nilai oksigennya, sedangkan yang lain di inkubasi selama 5 hari pada suhu  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
2. Analisa COD, dilakukan dengan memasukkan 10 ml sampel air limbah ke dalam erlenmeyer ukuran 125 ml, kemudian ditambahkan 5 ml larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dan dikocok. Larutan yang terjadi ditambahkan 15 ml asam sulfat dan diaduk, selanjutnya erlenmeyer ditutup dengan kaca penutup, mendiamkan 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. Analisa padatan tersuspensi, dilakukan dengan jalan menyaring sampel sebanyak 50 ml dengan kertas saring yang telah ditimbang sebelumnya. Kertas saring tersebut kemudian dikeringkan pada suhu  $103\sim 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 1 jam. Setelah dingin kertas saring tersebut di timbang kembali.
4. Analisa pH, dilakukan dengan menggunakan pH meter
5. Analisa kekeruhan, digunakan alat turbidimeter.

## 6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari parameter yang di analisa maka tampak bahwa kualitas chitosan yang dihasilkan dan digunakan dalam penelitian ini cukup memenuhi kualitas bakumutu chitosan yang ditentukan.

Pada percobaan ini koagulan yang digunakan  $\text{FeSO}_4$  sebagai pembanding dengan alasan bahwa ferri sulfat adalah koagulan yang paling banyak digunakan dalam proses pengolahan limbah secara koagulasi. Dari perbandingan hasil koagulan dengan

menggunakan chitosan, maka dapat dilihat efektifitas chitosan sebagai koagulan. Selain itu untuk mendapatkan hasil yang optimum, juga dilakukan beberapa penelitian terhadap perubahan variabel proses seperti konsentrasi chitosan dan pH chitosan.

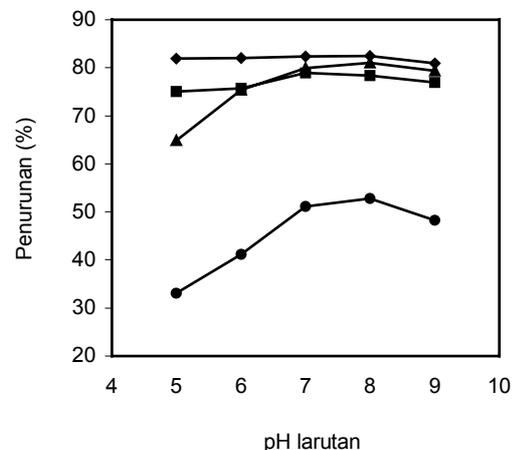
Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4. dan grafik 1.

Tabel 4. Hasil analisa parameter limbah tekstil setelah koagulasi

Koagulan, ppm	Parameter			
	(A)	(B)	(C)	(D)
Chitosan, 30	345,5	192,1	25,2	72,0
Chitosan, 40	304,6	161,4	20,0	54,2
Chitosan, 50	116,5	110,2	11,4	43,3
Chitosan, 60	406,9	227,9	9,2	44,5
Chitosan, 70	452,9	335,3	16,8	69,7
<b><math>\text{FeSO}_4</math>, 400</b>	<b>115,4</b>	<b>43,8</b>	<b>1,4</b>	<b>40,5</b>

Keterangan :

- (A) COD, (B) BOD, (C) Kekeruhan, (D) Padatan tersuspensi.
- Data awal limbah cair industri tekstil sebelum proses koagulasi :COD (692,32 ppm), BOD (478,49 ppm), Kekeruhan (54,39), Padatan tersuspensi (93,21 ppm) dan pH (8).



A : COD, B : BOD, C : Kekeruhan,  
D : Padatan Tersuspensi

Grafik 1. Pengaruh pH Chitosan Terhadap Penurunan Kadar Polutan Limbah

Dari tabel tersebut dapat di lihat bahwa chitosan dapat digunakan sebagai bahan koagulan untuk limbah cair industri tekstil, dengan hasil yang cukup memuaskan, karena dapat menurunkan kandungan beberapa parameter dalam limbah sampai mendekati nilai yang diperoleh oleh koagulan  $\text{FeSO}_4$ . Pada konsentrasi 50 ppm, penggunaan chitosan

menunjukkan hasil optimal dimana nilai parameter A & D tidak berbeda jauh dengan hasil yang diperoleh bila menggunakan koagulan FeSO<sub>4</sub>.

Meskipun hasil dari koagulasi menggunakan chitosan ternyata masih sedikit dibawah hasil dari koagulasi menggunakan FeSO<sub>4</sub>, namun penggunaan chitosan sebagai bahan koagulan mempunyai beberapa keunggulan karena mudah diperoleh dari bahan yang berlimpah (limbah kulit udang), dan merupakan bahan tidak beracun (*non-toxic*) serta mudah terurai sehingga tidak menghasilkan bahan pencemar baru setelah proses pengolahan limbah. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka alternatif penggunaan koagulan chitosan dipandang sebagai alternatif yang cukup menggembirakan karena sifatnya yang ramah terhadap lingkungan.

Dari hasil analisa dapat dilihat bahwa pH chitosan mempunyai pengaruh terhadap penurunan nilai parameter polutan limbah cair industri tekstil. Prosentase penurunan tertinggi diperoleh pada kondisi pH 8. Pada suasana alkali, gugus amino yang terdapat pada chitosan lebih reaktif dibanding pada suasana asam (pH rendah). Sehingga proses pembentukan koagulan antara chitosan dengan koloid dalam limbah akan lebih kuat.

## 6. KESIMPULAN

1. Kondisi operasi untuk koagulasi chitosan yang optimum pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 50 ppm dalam suasana alkali ( pH = 8 )
2. Secara umum hasil koagulasi dengan chitosan masih di bawah hasil FeSO<sub>4</sub>, tetapi penggunaan chitosan dalam proses ini dipandang mempunyai keunggulan/prospek yang lebih baik karena chitosan merupakan senyawa biologis bipolarimer yang mudah terurai dan tidak bersifat toxic. Sedangkan penggunaan FeSO<sub>4</sub>, meskipun dapat menurunkan bahan koagulasi lebih baik, tetapi dipandang sebagai proses yang kurang ramah terhadap lingkungan karena masih menghasilkan limbah baru.

## 7. SARAN

Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai penggunaan chitosan, terutama pada polutan-polutan lain seperti penyerapan logam berat, protein, dll.

Disamping pada bidang pengolahan limbah, perlu aplikasi chitosan pada bidang-bidang yang lain seperti farmasi, kedokteran, fotografi, dll.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Knorr, Dietrich, 1982,. *Functional Properties of Chitin and Chitosan*, Journal of Food Chemistry, **Vol. 47**.
2. Muzzarelli, R.A.A., 1985,. *New Derivative of Chitin and Chitosan : New Development in Industrial Polysaccharides*, Gordon and Beach, Science Publishing, New York.
3. Bastaman,S., 1989, *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Frawn Shells*, The Department of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering, The Queen's University Belfast.
4. Bough, W.A., 1976, *Chitosan a Polymer from Seafood Wastes for Use in Treatment of Food Processing waste and Activated Sludge*, Process Biochemical, **Vo. 11** (1), pp. 3
5. Anonymous, 1987, *Cational Polymer for Recovering Valuable by Product from Food Processing*, Protan Laboratories, Burgess.
6. Anonymous, 1995, *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri*, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
7. Buchari, B, Bunjali, 1981, *Perlakuan Air dan Air Buangan Secara Koagulasi dari Partikel Tersuspensi*, ITB, Bandung.

## RIWAYAT HIDUP

**Teguh Prayudi**, lahir di Yogyakarta 30 Januari 1962. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tahun 1989 . Bekerja di Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang TIEML, BPP Teknologi sejak tahun 1989 sampai sekarang.

**Joko Prayitno Susanto**, lahir di Bojonegoro 14 November 1960. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada tahun 1984, pendidikan S2 jurusan Teknik Lingkungan, Kitami Institute of Technology-Jepang tahun 1993, pendidikan S3 Jurusan Lingkungan - Okayama University Jepang Tahun 1996. Bekerja di Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang TIEML, BPP Teknologi sejak tahun 1985 sampai sekarang.