

EFEKTIFITAS KITOSAN LIMBAH KULIT UDANG DAN ALUM SEBAGAI KOAGULAN DALAM PENURUNAN TSS LIMBAH CAIR TEKSTIL

EFFECTIVENESS CHITOSAN OF SHRIMP WASTE AND ALUM AS COAGULANT IN TEXTILE WASTEWATER FOR TSS DEGRADATION

Ika Meicahayanti^{1*}, Marwah¹, Yunianto Setiawan¹

¹Department of Environmental Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*email : ikameicahayanti@gmail.com

Abstrak

Alum merupakan koagulan yang umum digunakan untuk menurunkan TSS dalam air. Fungsi koagulan adalah untuk mendestabilisasikan partikel koloid sehingga dapat menurunkan kandungan partikel terlarut dan tersuspensi. Koagulan dapat berasal dari bahan alami, seperti kitosan, yang dibuat dari limbah. Limbah kulit udang yang dihasilkan oleh salah satu perusahaan di Kabupaten Kutai Kartanegara mencapai 4,5 ton per bulan. Jumlah yang cukup besar tersebut mendorong pemanfaatan limbah menjadi kitosan sebagai koagulan limbah cair tekstil yang memiliki kandungan TSS melebihi baku mutu, yaitu 518-620 mg/L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kitosan sebagai koagulan, serta membandingkannya dengan koagulan alum dalam menurunkan TSS. Kitosan dibuat melalui proses preparasi, deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Pengontakkan koagulan dengan limbah cair tekstil menggunakan *jartest* dengan 100 rpm selama 3 menit dan 40 rpm selama 12 menit. Konsentrasi koagulan kitosan yang digunakan adalah 100, 120, dan 150 mg/L, sedangkan untuk koagulan alum menggunakan dosis optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan mampu menurunkan TSS mencapai 89,5% atau 555 mg/L, dengan dosis optimum 150 mg/L. Pada dosis optimum, koagulan tawas mampu menurunkan hingga 91,9% atau 570 mg/L. Efisiensi tawas yang sedikit lebih tinggi dari kitosan menunjukkan bahwa kitosan mampu berperan sebagai koagulan limbah cair tekstil seperti halnya alum.

Kata Kunci : kitosan, limbah cair, alum, tekstil, TSS

Abstract

*Alum is a common coagulant used to decrease TSS. The coagulant function is to destabilize the colloid particles in order to decrease dissolved and suspended particles content. Coagulants can be derived from natural ingredients, such as chitosan, made from waste. Shrimp waste produced by one company in Kutai Kartanegara reaches 4,5 tons per month. This large amount encourages the utilization of waste into chitosan as a coagulant of textile wastewater with TSS exceeding the quality standard, which is 518-620 mg/L. This study aims to determine the effectiveness of chitosan as a coagulant and compare it with alum in decreasing TSS. Chitosan was made through the process of preparation, deproteination, demineralization, and deacetylation. Contacting coagulant with textile wastewater using *jartest* with 100 rpm for 3 minutes and 40 rpm for 12 minutes. Coagulant concentrations were used 100, 120, and 150 mg/L, meanwhile for alum using optimum dose. The results showed that chitosan able to decrease TSS up to 89,5% or 555 mg/L, with optimum dose 150 mg/L. At the optimum dose, alum can decrease up to 91,9% or 570 mg/L. The slightly higher alum efficiency of chitosan indicates that chitosan is also capable of acting as a coagulant of textile wastewater well as alum.*

Keywords: alum, chitosan, textile, wastewater, TSS

1. PENDAHULUAN

Koagulan digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi. Koagulan digunakan sebagai bahan yang dapat mengganggu kestabilan partikel koloid, dengan begitu partikel koloid akan dapat diendapkan dengan terlebih dahulu mengubahnya menjadi partikel flokulen. Aluminium sulfat (Al) atau alum merupakan koagulan yang sering digunakan.

Pada perkembangan teknologi, koagulan dapat dibuat dari bahan alami, seperti kitosan. Kitosan merupakan turunan dari kitin yang dapat diperoleh melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Kandungan kitin dalam kulit udang sebesar 20-30%, protein 30-40%, dan kalsium karbonat 30-50% (Purwatiningsih *et al.*, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa kulit udang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kitosan.

Salah satu perusahaan udang beku yang terletak di Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara memiliki rata-rata kapasitas produksi sebesar 25 ton/bulan. Dari produksi tersebut akan menghasilkan limbah sebesar 100-150 kg/hari atau mencapai 4,5 ton/bulan. Limbah ini selanjutnya diserahkan kepada pihak pemanfaat untuk pakan ikan dan sisanya akan dibuang ke TPA.

Industri tekstil sarung tenun di Kota Samarinda cukup banyak. Pembuatan sarung tenun, khususnya pada tahap persiapan bahan baku, menghasilkan limbah cair yang pada industri tertentu langsung dibuang ke badan air, tanpa adanya pengelolaan. Industri tekstil menggunakan berbagai bahan kimia dalam proses produksinya, yang merupakan sumber pencemar utama karena hanya sebagian kecil yang diserap oleh produk. Limbah cair tekstil memiliki karakteristik yang asam, serta kandungan yang tinggi atas bahan organik dan bahan sintesis yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Pada umumnya limbah ini memiliki kandungan BOD, COD, fenol, serta logam berat yang tinggi (Prayudi dan Susanto, 2000).

Pengolahan limbah cair dapat dibagi menjadi tiga, yaitu pengolahan fisik, pengolahan fisik-kimia, dan pengolahan biologis. Koagulasi dan flokulasi merupakan salah satu yang termasuk dalam pengolahan fisik kimia. Koagulasi merupakan proses destabilisasi

partikel koloid. Pada proses ini bertujuan untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga memungkinkan terjadi gaya van der Waals untuk mendorong terjadinya agregasi koloid dan zat tersuspensi halus membentuk mikroflok. Koagulasi membutuhkan bahan kimia yang disebut koagulan dan dengan pengadukan yang cepat untuk membentuk inti flok. Inti flok yang telah terbentuk akan saling menggabungkan menjadi partikel flokulen dengan pengadukan yang lambat. Proses ini disebut flokulasi. Koagulasi dan flokulasi merupakan rangkaian proses untuk membentuk partikel flokulen yang nantinya dapat diendapkan secara gravitasi pada bak sedimentasi (Budiyono dan Sumardiono, 2013). Pengadukan cepat atau koagulasi dan pengadukan lambat atau flokulasi memiliki perbedaan dalam hal gradien kecepatan dan waktu detensi. Pada pengadukan cepat gradien kecepatan dan waktu detensi sebesar 250-15000 detik⁻¹ dan 15-240 detik, sedangkan pada pengadukan lambat gradien kecepatan dan waktu detensi sebesar 20-80 detik⁻¹ dan 10-45 menit (Anggarani *et al.*, 2015).

Pada penelitian ini dilakukan penggunaan kitosan sebagai koagulan untuk limbah cair tekstil yang kemudian akan dibandingkan dengan koagulan yang sering digunakan, yaitu alum. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas kitosan limbah kulit udang dalam menurunkan TSS, mengetahui pengaruh dosis koagulan kitosan dalam penurunan TSS, serta mengetahui perbandingan efektifitas koagulan kitosan dan koagulan alum.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *glassware*, ayakan 50 mesh, *jartest*, kondensor, labu leher tiga, *magnetic stirrer*, mantel pemanas, *hot plate*, neraca analitik, oven, dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah limbah kulit udang yang diperoleh dari industri udang beku di Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara. Limbah cair tekstil yang diperoleh dari industri sarung tenun samarinda, HCl, NaOH 3,5% dan 70%, serta kertas saring.

Pengujian karakteristik awal dilakukan dengan mengambil sampel terlebih dahulu

dengan metode grab sampling lalu diuji kandungan TSS awal. Persiapan dan pembuatan kitosan diawali dengan mempersiapkan limbah kulit udang terlebih dahulu sebanyak 4 kg, dilakukan pencucian, kemudian dilakukan penghilangan kadar air pada bahan tersebut dengan menggunakan oven pada suhu 105°C hingga massa konstan. Limbah udang yang telah kering dihancurkan dan dihaluskan serta diayak dengan ukuran 50 mesh. Tahap selanjutnya adalah isolasi kitin dan kitosan dengan proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi.

Deproteinasi bertujuan untuk menghilangkan protein dalam bahan. Proses ini dilakukan dengan penambahan NaOH 3,5% (b/v) pada 100 g kulit udang yang telah diayak dengan perbandingan 1:20 (b/v), kemudian dilakukan pengadukan selama 90 menit dengan suhu 70°C. Selanjutnya dilakukan pencucian hingga pH filtrat netral dan dikeringkan kembali dengan menggunakan oven.

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral. Proses ini dilakukan dengan penambahan HCl 1 N ke dalam hasil deproteinasi dengan perbandingan rasio 1:10 (b/v), kemudian dilakukan pengadukan selama 90 menit dengan suhu 70°C. Selanjutnya dilakukan pencucian hingga pH filtrat netral dan dikeringkan kembali dengan menggunakan oven. Deproteinasi dan demineralisasi merupakan proses isolasi kitin. Kedua tahap ini akan menghasilkan lebih banyak kitin dibandingkan hanya menggunakan salah satu dari kedua tahapan tersebut.

Deasetilasi bertujuan untuk menghilangkan gugus asetil. Proses ini dilakukan dengan menambahkan NaOH 70% pada kitin hasil demineralisasi dengan konsentrasi 50% (b/v), kemudian dilakukan pengadukan selama 90 menit dengan suhu 70°C. Selanjutnya dilakukan pencucian hingga pH filtrat netral dan dikeringkan kembali dengan menggunakan oven. Pada tahap ini diperoleh kitosan yang kemudian akan diuji karakteristiknya dengan uji FTIR.

Pelaksanaan *jarrest* dilakukan terhadap koagulan kitosan terlebih dahulu, dengan dosis 100, 150, dan 200 mg/L dan kecepatan yang digunakan 100 rpm selama 3 menit dan selanjutnya 40 rpm selama 12 menit. Hasil *jarrest* kemudian dipindahkan ke imhoff cone untuk diamati flok yang terbentuk dan proses

pengendapan yang terjadi. Pengamatan dilakukan selama 30 dan 60 menit.

Setelah diketahui dosis yang optimum untuk koagulan kitosan, maka dilakukan *jarrest* untuk koagulan alum dengan menggunakan dosis yang optimum Konsentrasi koagulan, baik untuk kitosan maupun alum, yang digunakan adalah sebesar 1%. Koagulan tawas dilarutkan dengan aquades, sedangkan kitosan dilarutkan dengan larutan asam asetat 1% karena kitosan hanya bisa larut pada asam organik terutama asam asetat pada konsentrasi 1% (Purwatiningsih *et al.*, 2009).

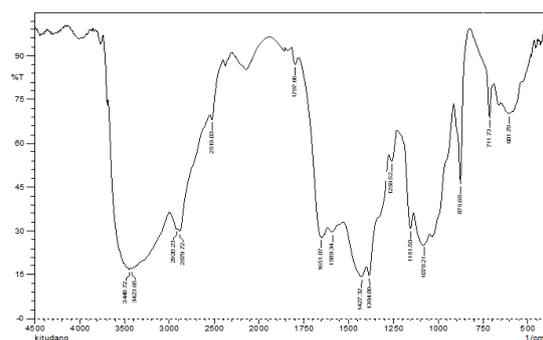
Limbah yang telah dilakukan proses *jarrest* kemudian dianalisis kandungan TSS dengan metode gravimetri. Lalu dianalisis data yang telah diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji karakteristik awal limbah cair tekstil menunjukkan bahwa kandungan TSS sangat tinggi, yaitu sebesar 518-620 mg/L. Konsentrasi ini jauh di atas baku mutu yang tertera pada Keputusan Menteri Negara lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995, yaitu sebesar 50 mg/L dan Peraturan Daerah Kalimantan Timur Nomor 2 tahun 2011, yaitu sebesar 200 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tekstil membutuhkan pengolahan agar aman dibuang ke lingkungan.

Pada proses persiapan limbah kulit udang, yaitu pengeringan, penghalusan, pengayakan, serta proses isolasi kitin dan kitosan, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, menunjukkan adanya penurunan massa. Dari massa awal yang digunakan, yaitu 4 kg, menjadi kitosan sebesar 65,4 g. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap tahapan, terjadi penghilangan unsur atau senyawa, seperti air, protein, mineral, dan gugus asetil.

Karakteristik kitosan limbah kulit udang dilakukan dengan mengetahui derajat deasetilasi dari analisis FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui tranformasi kitin menjadi kitosan dengan melihat gugus fungsi utamanya, serta membandingkan dengan spektrum kitosan dan literatur (Purwatiningsih *et al.*, 2009). Hasil analisis dengan FTIR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR Kitosan Limbah Kulit Udang

Pada Gambar 1 menunjukkan adanya puncak serapan pada pita $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ dan $1651,07 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan puncak serapan O-H dan C=O (amida). Serapan amida masih ada menunjukkan bahwa kitin belum terdeasetilasi sempurna. Kitosan merupakan polimer yang diperoleh dengan cara mengubah gugus asetamida ($-\text{NHCOCH}_3$) pada kitin menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$). Dengan begitu, pelepasan gugus asetil pada asetamida kitin menghasilkan gugus amina terdeasetilasi. Penentuan derajat deasetilasi menggunakan metode base line terhadap hasil analisis FTIR (Ihsani dan Widyastuti, 2014). Derajat deasetilasi untuk kitosan limbah kulit udang adalah sebesar 64,4%. Hal ini sudah memenuhi angka minimum untuk derajat deasetilasi kitosan, yaitu sebesar 50%. Namun belum dikatakan ideal karena belum memenuhi $>70\%$ (Manurung, 2011). Kemampuan membentuk flok oleh koagulan kitosan tergantung pada derajat deasetilasi. Semakin tinggi derajat deasetilasi, maka gugus asetil pada kitosan semakin rendah, sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogen semakin kuat (Sinardi *et al.*, 2013).

Pengujian dengan *jartest* dilakukan sebanyak dua kali untuk mengetahui perbandingan kemampuan kitosan sebagai koagulan. *Jartest* dilakukan dengan pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Hal ini bertujuan agar flok dapat terbentuk dengan optimal. Pada pengadukan cepat bertujuan untuk mendispersikan koagulan hingga homogen dengan waktu yang singkat, sedangkan pada pengadukan lambat bertujuan untuk mencegah agar inti flok tidak pecah dan mengontakkan antar inti flok sehingga lebih mudah untuk diendapkan (Anggarani *et al.*, 2015). Hasil penurunan TSS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis TSS dengan Koagulan Kitosan

Dosis Koagulan	Konsentrasi TSS (mg/L)	Efisiensi (%)
Sampel 1 (Konsentrasi awal: 518 mg/L)		
100	145	72,0
150	75	85,5
200	110	78,8
Sampel 2 (Konsentrasi awal: 620 mg/L)		
100	110	82,3
150	65	89,5
200	85	86,3

Pada pengujian menggunakan dua sampel yang berbeda menunjukkan bahwa kandungan TSS awal memiliki konsentrasi yang berbeda. Hal ini menunjukkan adanya fluktuasi konsentrasi limbah cair tekstil dari sumber yang diambil. Hal ini sangat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa koagulan kitosan mampu menurunkan TSS pada limbah cair tekstil. Penurunan mencapai 89,5% dari konsentrasi awal 620 mg/L atau sebesar 555 mg/L TSS dapat diturunkan. Hal ini dapat terjadi karena diduga, muatan positif pada koagulan kitosan berikatan dengan muatan negatif pada koloid, sehingga akan membentuk partikel flokulen (Weiner dan Matthews, 2003). Selain itu, diduga kitosan bersentuhan dengan partikel koloid, sehingga beberapa gugus menempel pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada pada larutan. Kemudian partikel tersebut akan terikat dan membentuk flok yang lebih besar sehingga dapat membawa polimer ke bawah untuk diendapkan (Prayudi dan Susanto, 2001).

Dari ketiga dosis yang digunakan, yaitu 100, 150, 200 mg/L, dosis optimum terjadi pada 150 mg/L. Dosis optimum ini dilihat dari besar penurunan yang terjadi. Dosis yang tinggi memungkinkan reaksi yang terjadi juga semakin banyak, namun pembentukan menjadi partikel flokulen tidak berjalan sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis maka semakin besar penurunan yang terjadi.

Dengan menggunakan dosis optimum, yaitu 150 mg/L, dilakukan pula pengontakkan limbah cair limbah tekstil menggunakan

koagulan aluminium sulfat. Hasil perbandingan (Tabel 2) menunjukkan bahwa penurunan oleh alum sedikit lebih tinggi dari kitosan. Namun hal ini juga membuktikan bahwa kitosan limbah kulit udang memiliki kemampuan yang hampir sama dengan koagulan alum. Dalam penggunaan kitosan sebagai koagulan, selain bermanfaat untuk pengolahan limbah cair, juga berperan untuk mengurangi limbah kulit udang yang dibuang ke TPA.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Analisis TSS dengan Koagulan Kitosan dan Alum

Jenis Koagulan	Konsentrasi TSS (mg/L)	Efisiensi (%)
Sampel 1 (Konsentrasi awal: 518 mg/L)		
Kitosan	75	85,5
Alum	65	87,5
Sampel 2 (Konsentrasi awal: 620 mg/L)		
Kitosan	65	89,5
Alum	50	91,9

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan kitosan dari limbah kulit udang memiliki derajat deasetilasi sebesar. Kitosan ini mampu menurunkan TSS mencapai 89,55% atau 555 mg/L, dimana pada dosis 150 mg/L merupakan dosis optimum untuk penurunan TSS. Dari hasil pengontakkan limbah cair tekstil dengan alum menggunakan dosis optimum koagulan kitosan, menunjukkan bahwa terjadi penurunan TSS mencapai 91,9 % atau 570 mg/L. Persentase penurunan yang dihasilkan alum sedikit lebih tinggi dibandingkan kitosan, namun hal ini menunjukkan bahwa kitosan yang dibuat dari limbah kulit udang dapat berperan sebagai koagulan pengganti alum.

REFERENSI

Anggarani, B. O., Karnaningroem, N., Moesriati, A., 2015, Peningkatan Efektifitas Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Aluminium Sulfat dan Superflok, Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII ITS Surabaya pp. A-43-1-A-43-9

Budiyono dan Sumardiono, S., 2013, Teknik Pengolahan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Ihsani, S. L. Dan Widyastuti, C. R., 2014, Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan dari Kulit Udang untuk Pengolahan Air Sungai yang Tercemar Limbah Industri Jamu dengan Padatan Tersuspensi Tinggi, Jurnal Bahan Alam Terbarukan 3 (2) pp 33-39.

Manurung, M., 2011, Potensi Khitin/Khitosan dari kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air, Thesis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana pp. 182-188.

Prayudi, T., Susanto, P., 2000, Chitosan sebagai Bahan Koagulan Limbah Cair Industri Tekstil, Jurnal Teknologi Lingkungan 1 (2) pp. 121-125.

Prayudi, T., Susanto, P., 2001, Pengaruh Ukuran Partikel Chitosan pada Proses Degradasi Limbah Cair Tekstil, Jurnal Teknologi Lingkungan 2 (3) pp. 296-299.

Purwatiningsih, T., Achmad, Dwi, 2009, Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan, IPB Press, Bogor.

Sinardi, Soewondo, P., Notodarmojo, S., 2013, Pembuatan Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus viridis linneaus*) sebagai Koagulan Penjernih Air, Prosiding Keairan, Manajemen Konstruksi, Lingkungan, Transportasi, Konferensi Nasional Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta pp L33-L38 .

Weiner, R.F., Matthews, R.A., 2003, Environmental Engineering, Fourth Edition, Elsevier Science, USA.