

Pengaruh Dosis Kitosan Terhadap Kadar Warna Limbah Cair Home Industry Sasirangan "Oriens Handicraft" Landasan Ulin

The Effect of Chitosan Dosage Againsts Liquid Waste Water Color on "Oriens Handicraft" Sasirangan Home Industry, Landasan Ulin

Arifin, Ayu Karlina, Abdul Khair
Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Jurusan Kesehatan Lingkungan
arifinmkes@gmail.com

Abstract

The growth of sasirangan fabricated production has brought positive impact on the welfare of Banjarnese people. On the other hand, it also have negative impacts in the form environmental pollution as a result of sasirangan industrial liquid waste disposal without any proper treatment process. This study aims to determine the effect of chitosan dosage againsts liquid waste water color on "Oriens Handicraft" sasirangan home industry. This is an experimental study, the test was conducted in the chemistry laboratory of environmental health department while the color level examination conducted at the Banjarbaru Industrial Standardization and Research Center. One way anova test with $\alpha = 0,05\%$ was used for analyzed the data while chitosan regression statistic test with 84% deacetylation degree can be utilized as coagulant material for environmentally friendly sasirangan wastewater treatment with dose variation from 600, 650, 700, 750 until to 800 mg / lt. The highest color concentration eduction occurred at 750 mg / lt doses with 50,5% reduction and the lowest control at 650 mg/lt dose by 43%. The results showed that there were significant differences between color level and chitosan dose. Therefore, the government needs to play a significant role in sasirangan liquid waste treatment by using natural and environmentally friendly coagulant materials such as chitosan.

Keywords: Chitosan, color levels, Jar Test, Liquid Waste Sasirangan

Abstrak

Perkembangan produksi kain sasirangan membawa dampak positif bagi kesejahteraan masyarakat Banjar. Selain itu, produksi kain sasirangan juga berdampak negatif yaitu terjadinya pencemaran lingkungan akibat dari limbah cair industri sasirangan yang dibuang tanpa ada proses pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis kitosan terhadap kadar warna limbah cair home industry sasirangan "Oriens Handicraft". Jenis penelitian ini adalah Eksperimental, uji coba dilakukan di laboratorium kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan dan pemeriksaan kadar warna di Balai Riset Dan Standardisasi Industri Banjarbaru. Analisa data menggunakan uji statistik one way anova dengan $\alpha=0,05\%$ dan uji statistik regresi. kitosan dengan derajat deasetilasi 84% dapat dimanfaatkan sebagai bahan koagulan untuk pengolahan limbah cair sasirangan yang ramah lingkungan. variasi dosis dari 600, 650, 700, 750 dan 800 mg/lt. Efisiensi penurunan kadar warna tertinggi pada dosis 750 mg/lt sebesar 50,5% dan terendah pada kontrol 650 mg/lt sebesar 43%. Berdasarkan hasil statistik diperoleh bahwa ada perbedaan yang nyata antara kadar warna dan dosis kitosan. Untuk itu diperlukan peran pemerintah dalam upaya pengolahan limbah cair sasirangan dengan menggunakan bahan koagulan alami yang ramah lingkungan seperti kitosan.

Kata Kunci: Kitosan, Kadar Warna, Jar Test, Limbah Cair Sasirangan

Pendahuluan

Kalimantan Selatan memiliki produk tekstil yaitu kain sasirangan, yang diproduksi skala kecil atau rumahan. Perkembangan produksi kain sasirangan membawa dampak positif bagi kesejahteraan masyarakat Banjar. Namun selain berdampak positif, produksi kain sasirangan juga berdampak negatif yaitu terjadinya pencemaran lingkungan yang merupakan akibat dari limbah cair industri sasirangan yang dibuang tanpa ada proses pengolahan. Limbah cair dari industri kain sasirangan berasal dari proses pencelupan dan pewarnaan kain. Berdasarkan penelitian Utami Irawati et al.,(2011) karakteristik limbah cair kain sasirangan memiliki pH 10, kadar TSS (Total Suspended Solid) sebesar 862 mg/lit, kadar kekeruhan 74,7 NTU, kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 554 mg/lit, perbandingan COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah 1,5 : 1. Secara karakteristik limbah cair industri tekstil mengandung bahan pencemar yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, seperti TSS, kadar warna, kekeruhan, temperatur, bau, mikroorganisme, BOD, COD, DO, *Ammonia* (NH₃), *Sulfida*, *Fenol*, pH, logam berat seperti timbal (Pb), *Cadmium* (Cd), kadar besi (Fe) dan lain-lain (1).

Limbah tekstil dapat menimbulkan masalah tersendiri karena kadar warna dalam konsentrasi yang rendah saja dapat sangat terlihat di perairan dan mungkin beracun bagi organisme air. Sumber utama pelepasan kadar warna ke lingkungan berhubungan dengan pemakaian tidak sempurna zat warna dalam industri tekstil, makanan, kulit dan kertas. Limbah kadar warna tekstil menjadi perhatian tersendiri karena : 1) Konsumsi tekstil akan selalu meningkat mengikuti peningkatan populasi penduduk; 2) Sebagian besar zat warna dibuat agar mempunyai resistensi terhadap pengaruh lingkungan seperti efek pH, suhu dan penyerangan mikroba (2); 3) pengolahan kadar warna menjadi sulit karena struktur aromatik pada zat warna yang sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna reaktif karena terbentuknya ikatan kovalen yang kuat antara atom C dari zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amina atau thiol dari polimer (3). Kadar warna tersebut apabila dikonsumsi oleh hewan dan manusia, maka dapat menyebabkan akibat yang fatal bagi kehidupan manusia yaitu penyakit kanker. Oleh karena itu, limbah cair sasirangan tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan karena parameter tersebut melebihi baku mutu limbah cair industri tekstil yang ditetapkan pemerintah pada Peraturan Gubernur No. 036 tahun 2008 tentang Baku Mutu Limbah Cair dari Kegiatan Industri (4).

Industri kain sasirangan merupakan industri yang banyak menggunakan air dalam proses produksi, sehingga menghasilkan limbah cair yang cukup banyak. Selain itu, industri kain sasirangan juga menggunakan berbagai macam bahan kimia dalam proses produksi seperti zat 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. Buruknya kualitas limbah cair sasirangan mengharuskan adanya proses pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air, pengolahan limbah tekstil yang umum digunakan yaitu dengan menggunakan prinsip koagulasi dan flokulasi menggunakan bahan kimia seperti *Fero Sulfat* dan *Poly Aluminium Chloride* (5).

Penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses pengolahan limbah dapat meningkatkan kualitas limbah cair, yaitu dengan cara menghilangkan atau mengurangi polutan tetapi penggunaan bahan kimia ini juga akan menghasilkan permasalahan baru terhadap lingkungan yaitu membentuk limbah hasil pengolahan. Untuk itu, diperlukan alternatif pengolahan limbah cair sasirangan dengan menggunakan bahan alami yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan kimia yaitu dengan memanfaatkan kitosan kulit udang sebagai bahan koagulan alami (5). Menurut penelitian Eka Rakhmawati (2007) kitosan dari cangkang bekicot mampu menurunkan kadar warna limbah hingga 23,34% (6). Penelitian Muhammad Busyairi (2014) kitosan sebagai biokoagulan mampu menurunkan kadar warna sebesar 35,49%. sedangkan pada penelitian lain

menunjukkan kitosan kulit udang diubah menjadi kitosan nanopartikel mampu menurunkan kadar warna hingga 97,58 persen (9).

Limbah padat udang (kulit, kepala, kaki) merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh pabrik pengolahan udang. Limbah kulit udang terdiri dari tiga komponen utama yaitu protein (25%-44%), kalsium karbonat (45%-50%), dan kitin (15%-20%). Kitin mempunyai struktur yang sama walaupun berasal dari sumber yang berbeda, tetapi asosiasinya dengan protein dan kalsium karbonat memiliki kadar yang berbeda. Kitosan merupakan produk alamiah yang merupakan turunan dari polisakarida kitin. Kitosan mempunyai nama kimia *Poly D-glucosamine* (beta (1-4) 2-amino-2-deoxy-D-glucose). Kitin diperoleh dengan melakukan sejumlah proses pemurnian. Proses isolasi kitin terdiri dari dua tahap utama yaitu deproteinasi dan demineralisasi (6).

Kitosan memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang salah satunya sebagai bahan koagulan. Penggunaan kitosan 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 berbagai hal tersebut, maka alternatif penggunaan koagulan kitosan dipandang sebagai alternatif yang cukup prospektif karena sifatnya yang ramah terhadap lingkungan (5).

Berdasarkan survei pendahuluan pada *home industry* sasirangan yang bernama "Oriens Handicraft" yang terletak di komplek Sriwijaya blok C/5 Landasan Ulin km 21,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan diketahui bawa dalam satu kali pewarnaan jumlah kain yang digunakan minimal 5-100 lembar jumlah kain, dengan jenis warna tergantung permintaan konsumen. Dalam satu minggu *home industry* tersebut dapat melakukan pewarnaan sebanyak 3 kali. Kapasitas air yang digunakan untuk pewarnaan membutuhkan sekitar 30 liter untuk satu warna, air yang digunakan bersumber dari air PDAM dan air sumur. Pada *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft", tidak terdapat tempat pengolahan limbah cair kain sasirangan. Limbah hasil pewarnaan langsung di buang ke parit/selokan dan akan menyerap ke dalam tanah tanpa adanya upaya pengolahan terlebih dahulu.

Dari hasil survei tersebut juga dilakukan uji pendahuluan secara organoleptik yang menunjukkan bahwa air limbah yang dihasilkan memiliki kadar warna yang sangat pekat. Baku mutu kadar warna yang ditetapkan pada peraturan tersebut yaitu sebesar 50 PtCo. Dampaknya yang ditimbulkan apabila zat warna limbah tekstil dibuang ke lingkungan yaitu dapat bersifat karsinogenik apabila terkonsumsi, sulit terdegradasi apabila terdapat di lingkungan, dan mengganggu estetika(1). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang bahan koagulan alami dari limbah udang sebagai upaya untuk pengolahan limbah cair industri kain sasirangan yang bertujuan untuk menurunkan atau mengurangi kadar warna. Secara umum tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dosis kitosan terhadap kadar warna limbah cair *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" Landasan Ulin tahun 2016 dengan melihat kadar warna limbah cair *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" sebelum diberi perlakuan dengan kitosan, kadar warna limbah cair *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" sesudah diberi perlakuan dengan kitosan serta perbedaan kadar warna limbah cair *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" sebelum dan sesudah perlakuan dengan kitosan..

Metode Penelitian

Disain penelitian secara *True Eksperimental* yaitu dengan melakukan uji coba skala laboratorium dengan variasi dosis kitosan 600, 650, 700, 750, dan 800 mg/l terhadap penurunan kadar warna limbah cair *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" Landasan Ulin. Sampel penelitian adalah limbah cair kain sasirangan yang mewakili seluruh populasi. Sampel penelitian ini adalah limbah cair kain sasirangan dari *home industry* sasirangan "Oriens Handicraft" Landasan Ulin. Sampel yang digunakan dalam eksperimen ini berjumlah 28 sampel untuk 4 kali pengulangan dibutuhkan limbah sebanyak 20 liter. Variabel yang diteliti pada penelitian ini meliputi dua variabel yaitu variabel bebas adalah variasi dosis kitosan (600, 650, 700, 750, dan

800 mg/lit) dengan kriteria kitosan yang digunakan memiliki derajat deasetilasi lebih dari 70%. Variabel terikat yaitu kadar warna limbah cair sasirangan. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara *grab sampling* yaitu pengambilan yang dilakukan pada satu tempat secara langsung. Masing-masing sampel diaduk dengan menggunakan alat *jar test* dengan kecepatan 230 rpm selama 3 menit kemudian dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 12 menit dan dibiarkan selama 30 menit. Metode pengumpulan data menggunakan teknik observasi atau pengamatan dan pengukuran. Instrumen yang digunakan adalah lembar observasi (*check list*) dan beberapa peralatan untuk pengambilan sampel serta peralatan laboratorium. Kemudian data dianalisis menggunakan uji *one way anova* untuk melihat perbedaan kadar warna sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan kitosan dan uji regresi untuk perkiraan dosis optimum menggunakan kitosan.

Hasil Penelitian

1. Kadar warna sebelum

Sampel limbah cair sasirangan sebelum perlakuan ialah sampel tanpa dilakukan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan kitosan. Hasil pengukuran kadar warna dan pH limbah cair sasirangan sebelum perlakuan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1. Hasil pemeriksaan kadar warna awal (sebelum)

No	Parameter	Pengulangan				Rata-rata (PtCo)
		I	II	III	IV	
1.	Warna	310	311	353	389	340,75
2.	pH		8			8

Berdasarkan Tabel 1 diketahui kadar warna awal (sebelum) dilakukan perlakuan menggunakan kitosan rata-rata penurunan sebesar 340,75 PtCo.

2. Kadar warna kontrol

Kontrol penelitian dibuat dengan memberikan perlakuan berupa penambahan asam asetat 1%. Hasil pengukuran kadar warna limbah cair sasirangan pada kontrol dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

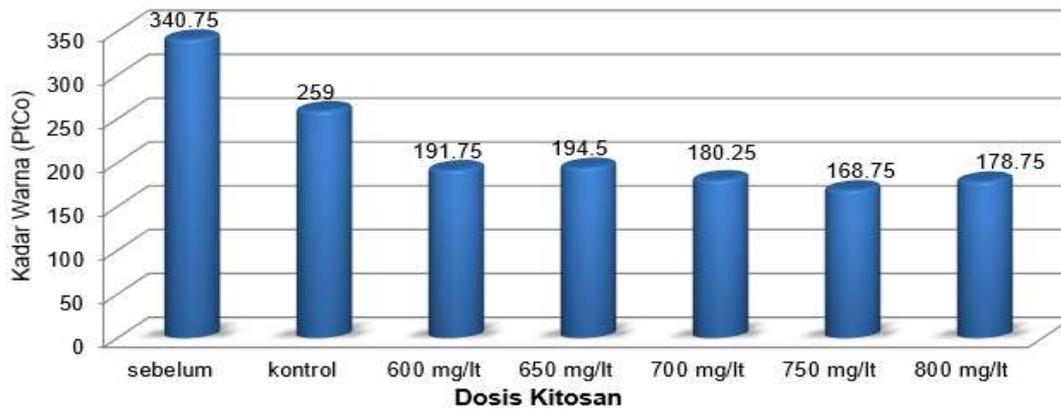
Tabel 2. Hasil pemeriksaan kadar warna pada kontrol

No	Pengulangan	Kadar Warna Awal (PtCo)	Kadar Warna Kontrol (PtCo)
1	I	310	225
2	II	311	229
3	III	353	295
4	IV	389	287
	Rata-rata	340,75	259

Berdasarkan tabel 2 penurunan kadar warna limbah cair sasirangan pada kontrol terjadi penurunan sebesar 24 %.

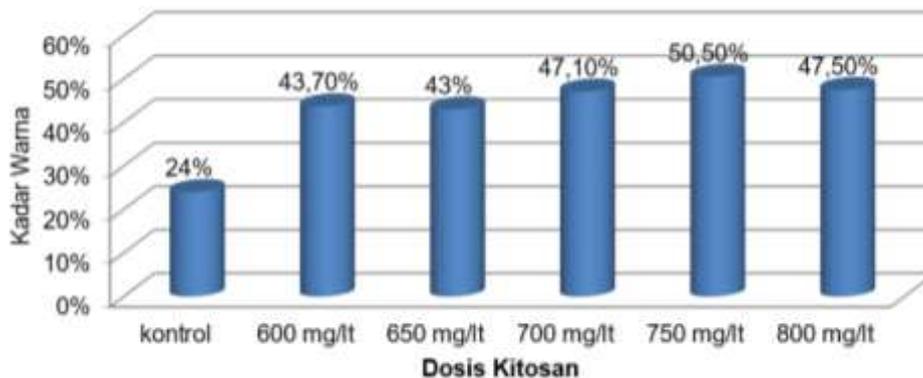
3. Kadar warna setelah penambahan kitosan

Pada penelitian ini, kitosan dimanfaatkan sebagai bahan koagulan alami untuk menurunkan kadar warna yang menjadi parameter paling menonjol secara organoleptik. Hasil pengukuran kadar warna limbah cair sasirangan pada perlakuan dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan gambar 1 Penurunan kadar warna pada dosis 600 mg/lit yaitu 191,75 PtCo, namun pada dosis 650 mg/lit terjadi kenaikan kadar warna dalam limbah hingga mencapai 194,5 PtCo, selanjutnya pada dosis yang lebih besar terjadi penurunan serta kenaikan kembali pada dosis 800 mg/lit.



Gambar 1. Penurunan kadar warna sebelum dan sesudah perlakuan

Efisiensi penurunan kadar warna dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan tabel 2, hasil efisiensi penurunan kadar warna limbah cair sasirangan berkisar dari 50,5 % hingga 43 %.



Gambar 2. Efisiensi penurunan kadar warna tiap dosis

4. Analisis Statistik

a. Uji perbandingan penurunan warna

Data hasil pengukuran kadar warna setelah perlakuan diuji dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk melihat apakah data berdistribusi normal atau tidak. Jika data berdistribusi tidak normal, maka uji dilanjutkan dengan uji Kruskal-Wallis. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 uji normalitas data variasi dosis kitosan terhadap kadar warna

		Unstandardized Residual
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	45.51682926
Most Extreme Differences	Absolute	.133
	Positive	.082
	Negative	-.133
Kolmogorov-Smirnov Z		.702
Asymp. Sig. (2-tailed)		.707
<i>a. Test distribution is Normal.</i>		
<i>b. Calculated from data.</i>		

Tabel 3 menunjukkan bahwa distribusi populasi hasil pengukuran nilai kadar warna limbah cair sasirangan memiliki nilai p 0,707 dengan α 0,05. Selanjutnya data diuji dengan uji *one way anova* untuk melihat keragaman data dan perbedaan kemampuan pada kontrol maupun pada perlakuan penambahan kitosan.

Tabel 4 menunjukkan hasil uji lanjutan untuk mengetahui kemampuan yang lebih besar dari kontrol maupun pada perlakuan dengan kitosan dengan metode analisis menggunakan *one way anova* nilai F 11,610 dengan nilai p 0.000 dan tingkat kesalahan α 0,05.

Tabel 4. Uji keragaman varian data dosis kitosan terhadap kadar warna

Levene statistic	df1	df2	Sig.
1,933	6	21	,122

Analisis lanjutan menggunakan analisis LSD digunakan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan pada setiap dosis (Tabel 5)

Tabel 5. Uji *one way anova* data variasi dosis terhadap kadar warna

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	93438.500	6	15573.083	11.610	.000
Within Groups	28168.750	21	1341.369		
Total	121607.250	27			

b. Hubungan dosis kitosan dengan kadar warna

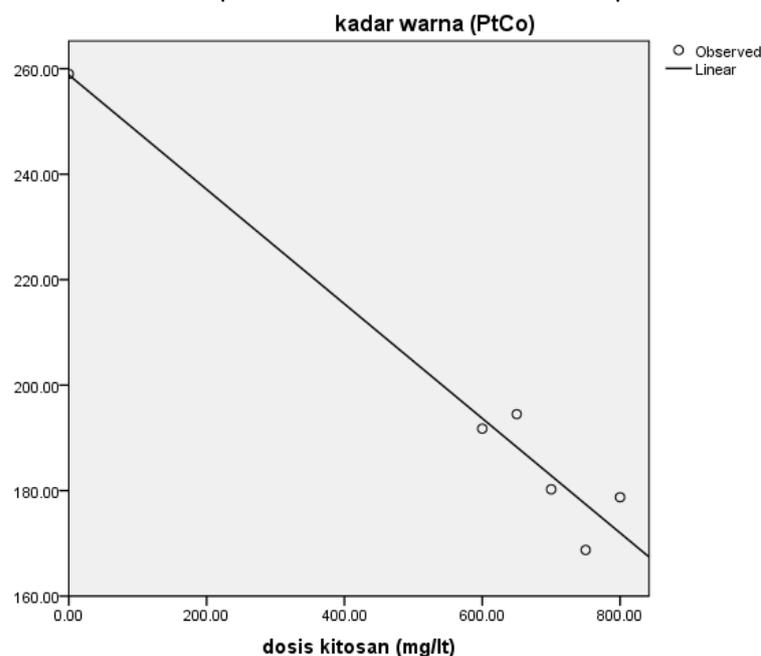
Data hasil pengukuran kadar warna setelah perlakuan diuji lagi dengan uji regresi untuk melihat bentuk hubungan dari dosis dan kadar warna. Berdasarkan tabel 6 uji regresi untuk melihat persamaan antara dosis dan kadar warna. Persamaan yang diambil menggunakan bentuk linear dengan Nilai *R square* sebesar 0,968 dan nilai *p* sebesar 0,000. Bentuk hubungan dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 6. Ringkasan model dan estimasi parameter Dependent Variable:kadar warna (PtCo)

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.968	120.017	1	4	.000	258.820	-.109

The independent variable is dosis kitosan (mg/lt).

Gambar 3. Bentuk persamaan dosis kitosan terhadap kadar warna



Pembahasan

Penurunan kadar warna dalam limbah cair sasirangan dilakukan dengan memvariasikan dosis kitosan. Kitosan dibentuk dari bahan baku kitin melalui proses deasetilasi. Deasetilasi yaitu proses menghilangkan gugus asetil secara kimia, semakin banyak gugus asetil yang hilang dari polimer kitin maka semakin kuat inreraksi ikatan hidrogen dari kitosan (5).

Kitosan memiliki gugus amino NH yang reaktif dan gugus hidroksil yang menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas yang tinggi. Gugus amino tersebut yang banyak memberikan banyak kegunaan bagi kitosan salah satunya yaitu sebagai bahan koagulan. Kitosan tidak larut dalam air, melainkan larut dalam larutan asam organik seperti asam asetat (CH₃COOH). Ketika kitosan dilarutkan kedalam asam asetat, gugus amino (NH₂) kitosan akan menangkap H⁺, sehingga gugus amino akan terprotonasi dan memperoleh muatan positif menjadi NH₃⁺ menyebabkan kitosan bertindak sebagai garam dan dapat larut dalam air. Oleh karena itu, kitosan yang telah larut merupakan polikationik (1). Kitosan dengan sifat polikationik juga dapat berikatan dengan zat warna. Hal ini dikarenakan dalam keadaan terprotonasi gugus amino dapat berikatan dengan gugus sulfonat dari zar warna.

Kereaktifan kitosan dalam aplikasinya sangat dipengaruhi oleh derajat deasetilasi (DD). DD menentukan muatan gugus amino bebas dalam polisakarida serta digunakan dalam membedakan antara kitin dan kitosan (6). DD kitosan berkisar antara 70-100% tergantung penggunaannya, untuk kualitas teknis mempunyai DD sekitar 85%. Semakin tinggi DD maka kualitas kitosan semakin baik (6).

Kitosan sebagai adsorben dapat berada dalam berbagai bentuk, antara lain bentuk butir, serpihan, hidrogel dan membran. Perbedaan bentuk kitosan berpengaruh pada luas permukaannya. Kitosan dalam bentuk hidrogel dapat meningkatkan daya serapnya. Keunggulan tersebut disebabkan oleh butiran gel mempunyai pori yang lebih besar dibandingkan dengan kitosan bentuk lain (1).

Proses produksi suatu industri pasti akan menghasilkan limbah cair, demikian pula dengan industri sasirangan. Dalam proses pembuatan membutuhkan jumlah air yang cukup banyak sebagai media melarutkan bahan pewarna dan zat kimia lainnya. Sehingga menghasilkan limbah cair yang cukup banyak dengan kandungan sisa bahan pewarna yang tinggi. Limbah cair sasirangan memiliki kadar warna awal (sebelum) sebesar 340,75 PtCo, secara fisik terlihat berwarna sangat pekat dan berbau tajam yang disebabkan dari campuran bahan pewarna kimia yang digunakan. Apabila limbah tersebut dibuang langsung ke lingkungan secara terus menerus akan berdampak terhadap ketidak seimbangan ekosistem.

Limbah cair sasirangan diperoleh dari bak pewarnaan sebelum limbah cair tersebut dibuang ke parit atau selokan. Untuk melihat kemampuan kitosan dilakukan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan alat jar test, pada kontrol dan perlakuan dengan kitosan. Jar test terdiri dari rangkaian stirrer (pengaduk) yang berputar dalam wadah berupa *beaker glass* dengan rentang kecepatan putaran dan waktu. Kecepatan putaran terdiri dua bagian, putaran lambat dan putaran cepat. *Jar Test* digunakan untuk memperkirakan dosis maksimal yang akan digunakan dalam proses pengolahan limbah (7).

Kitosan memiliki viskositas yang tinggi maka untuk pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan diatas 200 rpm (8). Pengadukan dilakukan selama 15 menit yaitu pengadukan cepat 230 rpm selama 3 menit untuk menghomogenkan air dengan koagulan dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat 40 rpm selama 12 menit untuk pembentukkan flok yang lebih besar. Kemudian, dilanjutkan dengan proses pengendapan (sedimentasi) dengan cara ditinggalkan selama 30 menit agar flok mengendap secara sempurna lalu dilakukan penyaringan limbah cair dengan kertas saring yang berguna untuk mencegah hasil pemeriksaan menjadi bias akibat endapan yang terbentuk.

Pada kontrol persentase penurunan kadar warna sebesar 24%, hal ini disebabkan adanya pengaruh dari penambahan asam asetat serta pengadukan cepat dan pengadukan lambat dari proses jar test yang dilakukan pada kontrol. Adanya pengadukan tersebut mengakibatkan terjadi

gerakan air yang membawa partikel-partikel bertubrukan, dan tumbuh menjadi satu ukuran yang siap mengendap berupa flok (7).

Perlakuan dengan penambahan kitosan dapat dilihat pada tabel 5.4, pada dosis kitosan 600 mg/lit dapat menurunkan kadar warna menjadi 191,75 PtCo dengan efisiensi pengolahan sebesar 43,7%, namun pada dosis 650 mg/lit terjadi kenaikan kadar warna menjadi 194,5 PtCo dengan efisiensi sebesar 43%. Selanjutnya, dosis yang lebih banyak menunjukkan adanya penurunan kadar warna. Tetapi pada dosis akhir 800 mg/lit terjadi kenaikan kadar warna menjadi 178,75 PtCo dengan efisiensi sebesar 47,5% hal tersebut terjadi dimungkinkan karena terjadi kejenuhan larutan sesuai pada penelitian (9), bahwa semakin banyak dosis kitosan semakin besar penurunan kadar warna namun akan terjadi kenaikan kadar warna apabila kelarutan kitosan telah jenuh.

Berdasarkan penelitian Busyairi (2014), penambahan koagulan kitosan pada limbah tekstil dapat menurunkan kadar warna sebesar 42,09%. Hal ini sedikit berbeda dibandingkan dengan hasil penelitian ini yang diakibatkan oleh pengaruh nilai DD kitosan yang berbeda, pada penelitian ini kitosan yang digunakan memiliki nilai DD sebesar 84% sedangkan pada penelitian sebelumnya hanya 74,25% (10).

Meskipun penambahan kitosan terbukti dapat menurunkan kadar warna limbah cair sasirangan namun penurunan kadar warna tersebut dapat dikatakan belum maksimal. Parameter kadar warna limbah tekstil belum diatur dalam peraturan Kalimantan Selatan namun masih dapat dibandingkan dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 281/KPTS/1998 kadar warna maksimum air limbah adalah sebesar 50 PtCo. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan belum maksimalnya pengolahan tersebut, seperti: 1) bentuk kitosan, sebab semakin rumit dalam pembentukannya kitosan maka daya serap kitosan semakin besar; 2) derajat deasetilasi; 3) pH larutan, kondisi derajat keasamaan limbah akan mempengaruhi daya serap kitosan (1).

Berdasarkan penelitian sejenis, menurut (5) pada kondisi pH 8 pengolahan limbah akan lebih maksimal sebab dalam suasana alkali (basa), gugus amino yang terdapat pada kitosan lebih reaktif dibanding pada suasana asam (pH rendah), sedangkan menurut (6) pH larutan yang baik yaitu pada pH 2 (asam) sebab pada kondisi asam hidrogen (H⁺) dapat berprotonasi dengan gugus amino sehingga dapat memperbesar penyerapan kadar warna. Pada kondisi pH 4 penyerapan kadar warna mengalami kestabilan, sehingga adsorpsi dapat berjalan maksimal (8).

Pada penelitian ini, kemampuan kitosan dalam menyerap kadar warna menjadi kurang maksimal dimungkinkan karena dari limbah cair sasirangan sebelum dilakukan pengolahan dikondisikan pada pH 8 (basa). Sehingga terjadi reaksi antara gugus radikal vinil dari larutan zat warna dengan gugus hidroksil dari kitosan yang menyebabkan penyerapan kadar warna kurang maksimal (6). Maka harus dilakukan penelitian lain berkaitan dengan analisa pH dan waktu kontak dalam pengolahan limbah menggunakan kitosan.

Hasil uji statistik nilai kadar warna limbah cair sasirangan dengan menggunakan uji *one way anova*. Hasil uji normalitas data didapatkan nilai $p = 0,707 > \alpha = 0,05$ artinya data tersebut berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji homogenitas (keragaman) mendapat nilai $p = 0,122 > \alpha = 0,05$ artinya bahwa varian data sampel adalah seragam (homogen). Setelah data berdistribusi normal dan data telah homogen dilakukan uji *one way anova* didapatkan nilai $p = 0,000 < \alpha = 0,05$ maka H₀ ditolak artinya ada perbedaan kadar warna yang nyata antara dosis kitosan dan kadar warna.

Untuk melihat perbedaan antara dosis kitosan dengan kadar warna dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan analisis LSD hasil menunjukkan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan. Perbedaan tersebut terletak antara sebelum dengan variasi dosis kitosan dan kontrol dengan variasi dosis kitosan sedangkan antar variasi dosis kitosan menunjukkan perbedaan namun tidak signifikan. Sehingga dosis kitosan yang diberikan baik pada dosis terendah maupun dosis tertinggi akan memiliki pengaruh yang sama untuk pengolahan limbah cair sasirangan meskipun pada saat perlakuan terlihat efisiensi penurunan hingga 50,5%.

Kemudian dilakukan analisa dengan uji regresi, yang dipergunakan untuk melakukan perkiraan nilai variabel. Persamaan linear, $y = 258,820 - 0,109x$ dengan nilai koefisien regresi variabel dosis kitosan sebesar $-0,109$ artinya jika dilakukan peningkatan dosis kitosan akan diikuti dengan penurunan kadar warna sebesar $-0,109$, koefisien bernilai negatif artinya terjadi hubungan yang negatif antara dosis kitosan dan kadar warna semakin tinggi dosis kitosan maka akan semakin menurun kadar warna. Variasi dosis dan kadar warna memiliki nilai koefisien determinan (*R-square* sebesar $0,968$ yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variasi dosis terhadap kadar warna adalah sebesar $96,8\%$, sedangkan sisanya $3,2\%$ dipengaruhi oleh variabel lain. Sehingga dari nilai persamaan diatas dapat diperkirakan dosis kitosan untuk menurunkan kadar warna sebesar 50 PtCo yaitu dengan dosis 1.915 mg/lit.

Dari penelitian ini, terbukti bahwa kitosan dapat digunakan sebagai bahan koagulan untuk menurunkan kadar warna limbah cair sasirangan. Meskipun menurut hasil analisa terhadap limbah cair sasirangan setelah dilakukan pengolahan menggunakan kitosan secara keseluruhan belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan yaitu 50 PtCo, maka dosis optimum yang ditentukan untuk penurunan kadar warna dipertimbangan dari segi efisiensi penurunan kadar warna atau dari segi ekonomis. Apabila berdasarkan hasil efisiensi penurunan kadar warna terbesar yaitu pada dosis 750 mg/lit (efisiensi $50,5\%$). Namun, dari hasil uji statistik dinyatakan bahwa ada perbedaan antar variasi dosis namun tidak signifikan sehingga dosis optimum yang sebaiknya digunakan dalam pengolahan limbah cair sasirangan lebih baik menggunakan dosis terendah yaitu 600 mg/lit untuk meminimalkan penggunaan koagulan kitosan jika digunakan dalam skala besar dapat menghemat biaya pengolahan. Oleh karena itu, untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk melakukan perlakuan lain guna mendapat hasil yang lebih maksimal.

Kesimpulan

Kadar warna limbah cair sasirangan sebelum (awal) tanpa proses penambahan kitosan sebesar $340,75$ PtCo. Kadar warna limbah cair sasirangan setelah diberi perlakuan, dengan dosis 600 mg/lit sebesar $191,75$ PtCo, 650 mg/lit sebesar $194,5$ PtCo, 700 mg/lit sebesar $180,25$ PtCo, 750 mg/lit sebesar $168,75$ PtCo, dan dosis 800 mg/lit sebesar $178,75$ PtCo. Secara statistik terlihat bahwa ada perbedaan kadar warna yang nyata antara dosis kitosan dan kadar warna.

Saran

Pemerintah daerah dengan badan yang terkait dapat mempertimbangkan dan mensosialisasikan ke masyarakat tentang penggunaan kitosan sebagai bahan koagulan alami dalam pengelolaan limbah cair dari *home industry* sasirangan. penelitian selanjutnya juga dapat difokuskan kepada analisis pH dan waktu kontak serta pemeriksaan kandungan logam berat (Pb, Cu dan Arsen) pada limbah industri sasirangan.

Daftar Pustaka

1. Sugita, p., wukirsari, t., sjahriza, a., & wahyono, d. (2009). Kitosan Sumber Biomaterial Masa Depan. Bogor: IPB Press.
2. Albanis T.A, D.G. Hela, T.M. Sakellarides and T.G. Danis. (2000). Removal of Dyes from Aqueous Solution by Adsorption on Mixtures of Fly Ash and Soil in Batch and Column Techniques, Global Nest : The Int. J. vol. 2 no.3 pp 237-244
3. Christie, R. M. (2001). Colour Chemistry, RSC Paperback, The Royal Society of Chemistry , UK
4. Nugraheni, I. K., Utami, U. B., & Irawati, U. (2012). Aplikasi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terlapis Kitosan Sebagai Filter Dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Setelah Koagulasi Dengan Poly Aluminium Chloride. Jurnal Teknologi dan Industri Vol. 2 No. 1, ISSN 2087-6920, 12-15.
5. Prayudi, T., & Susanto, J. P. (2000). Chitosan Sebagai Bahan Koagulan Limbah Cair Industri Tekstil. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 1 No. 2, Januari 2000 : 121-125, 121.

6. Rakhmawati, E. (2007). Pemanfaatan Kitosan Hasil Deasetilasi Kitin Cangkang Bekicot Sebagai Adsorben Zat Warna Remazol Yellow. Skripsi , 2-3.
7. Simaremare, (2013). Perbedaan Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting Dengan Cangkang Udang Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air Sumur di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
8. Puspitasari A. Pembuatan dan Pemanfaatan Kitosan Sulfat dari Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*) Sebagai Adsorben Zat warna Remazol Yellow FG 6 [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret; 2007. Available from: <https://eprints.uns.ac.id/3509/>
9. Siregar, M. (2009). Pengaruh Berat Molekul Kitosan Naopartikel Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Warna Pada Limbah Industri Tekstil Jeans. Tesis, Universitas Sumatera Utara Medan.
10. Busyairi, M. (2014). Pengolahan Limbah Cair Dengan Parameter Total Suspended Solid (TSS) dan Warna Menggunakan Biokoagulan (Limbah Cangkang Kepiting). Simposium Nasional RAPI XIII - 2014 FT UMS, Teknik Lingkungan-Fakultas Teknik Universitas Mulawarman