



# Limbah Cangkang Kepiting sebagai Biokoagulan pada Sistem Water Treatment (Kajian Pengaruh Variasi Jenis dan Konsentrasi Koagulan, Kecepatan Pengadukan)

Ani Melani<sup>a</sup>, Robiah<sup>a,\*</sup>, Pandu Pratama<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammdiyah Palembang, Jl. Jenderal Ahmad Yani, 13 Ulu, Kec. Seberang Ulu II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30263, Indonesia

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima 21 Oktober 23

Diterima setelah direvisi 26 Oktober 23

Disetujui 02 November 23

**Abstract**—Generates quite a lot of hard skin (shell) waste, the amount of waste can reach around 40-60% of the total weight of the crab. Crab shell waste contains chemical compounds, including 30-40% protein; 30-50% minerals and 50-70% Chitin. Chitin can be further processed to produce chitosan which has many benefits in various fields, one of benefits is as a coagulant. The purpose of this study was to determine the characteristics of the crab shell with SEM and FTIR test and its ability as a coagulant by determining concentrations at concentrations of 50, 75, 100, 150 and 250 mg/l and stirring speed at 100, 120, 130, 140 and 150 rpm in each coagulant with the coagulation-flocculation (jartest) process. This experiment uses chitin powder and chitosan as primary coagulants whose test results are compared with alum synthetic coagulants. The water samples used in this research were taken from the raw water treatment systems. From the results of this study, the results obtained were 250 mg/l concentration chitin powder capable of reducing 53,1% turbidity at 130 rpm stirring speed and 150 mg / l concentration chitosan capable of reducing 62.8% turbidity at stirring speed 130 rpm.

### Kata kunci:

Cangkang Kepiting

Kitosan

Water Treatment

**Intisari**—Limbah kulit keras (cangkang) kepiting cukup banyak jumlahnya dapat mencapai sekitar 40-60% dari total berat kepiting. Limbah cangkang kepiting mengandung senyawa kimia, diantaranya protein 30-40%; mineral (CaCO<sub>3</sub>) 30-50%; dan kitin 50-70%. Kitin dapat diproses lebih lanjut menghasilkan kitosan yang mempunyai banyak manfaat di berbagai bidang, salah satunya sebagai koagulan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik cangkang kepiting dengan uji SEM dan FTIR serta kemampuannya sebagai koagulan dengan menentukan konsentrasi pada konsentrasi 50,75,100,150 dan 250 mg/l serta kecepatan pengadukan pada 100,120,130,140 dan 150 rpm pada masing-masing koagulan dengan proses koagulasi-flokulasi (jartest). Pada Penelitian ini menggunakan serbuk kitin dan kitosan sebagai koagulan primer yang hasil pengujiannya dibandingkan dengan koagulan sintetik tawas. Sampel air yang digunakan pada penelitian ini diambil dari air bahan baku sistem water treatment. Dari hasil penelitian ini, hasil yang terbaik diperoleh dari koagulan serbuk kitin pada konsentrasi 250 mg/l mampu menurunkan turbidity 53,1% pada kecepatan pengadukan 130 rpm dan koagulan kitosan pada konsentrasi 150 mg/l mampu menurunkan turbidity 62.8% pada kecepatan pengadukan 130 rpm.

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama dan penting bagi manusia, untuk kebutuhan minum, rumah tangga, keperluan industri, dan lain-lain. Tanpa air, manusia dan makhluk hidup lainnya tidak dapat hidup. Air

industri adalah air yang dimanfaatkan untuk kebutuhan industri, seperti industri pupuk atau petrokimia yang juga membutuhkan air. Air industri sebelum digunakan melalui beberapa proses, yaitu *water treatment*, pembuatan air demin hingga digunakan sebagai *steam* dan *make up* kebutuhan *cooling tower* (Enrico dkk, 2018).

\* Corresponding Author:

E-mail: [superrobiah@gmail.com](mailto:superrobiah@gmail.com) (Robiah)

Koagulasi dan flokulasi merupakan salah satu langkah pengolahan air sungai yang keruh menjadi air bersih. Koagulasi adalah proses pengolahan air/limbah cair dengan cara menstabilasi partikel-partikel koloid untuk memfasilitasi pertumbuhan partikel selama flokulasi dengan penambahan bubuk kimia (koagulan). Jenis koagulan yang sering digunakan dalam proses koagulasi ialah alum (tawas), sodium aluminat, ferri sulfat dan Polyaluminium Chlorida (PAC). Penggunaan koagulan sintetik untuk penjernih air sudah umum dilakukan dalam kehidupan sehari-hari misalnya penggunaan tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), besi (III) klorida hidrat ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), besi (II) sulfat hidrat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dan poli aluminium klorida (PAC). Meskipun koagulan tersebut lebih praktis dalam penggunaannya dan mudah diperoleh, akan tetapi penggunaan koagulan sintetik tersebut mempunyai kelemahan, seperti bertambahnya jumlah ion-ion  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , ion klor di dalam air dan koagulan tersebut tidak mudah terbiodegradasi. Koagulan alam bersifat lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui dan mudah terbiodegradasi (Manurung dkk, 2015).

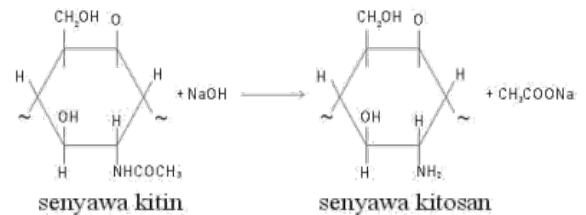
Dalam penggunaannya koagulan bahan kimia memiliki dampak negatif bagi lingkungan, salah satunya memproduksi lumpur dengan volume yang besar. Oleh karena itu diperlukan suatu koagulan yang tidak menghasilkan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satunya ialah koagulan dari bahan alami. Koagulan alami ini mengandung polimer organik atau biasa disebut biopolimer yang diproduksi atau diambil dari hewan, jaringan tanaman dan mikroorganisme. Biopolimer ini tidak beracun bagi kesehatan manusia dan dapat terurai secara alami. Dalam penggunaannya koagulan alami lebih efisien dalam dosis rendah dan mengurangi volume lumpur. Beberapa jenis tanaman yang telah diteliti berpotensi sebagai koagulan alami (biokoagulan) yaitu biji kelor (*Moringa oleifera*) (Putra, dkk. 2013) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L.*) (Enrico, 2018), kitosan yang terdapat pada cangkang rajungan (Risdiyanto, 2013; Zemmouri, 2013).

Limbah kulit keras (cangkang) kepiting cukup banyak jumlahnya dapat mencapai sekitar 40-60% dari total berat kepiting. Limbah cangkang kepiting mengandung senyawa kimia, diantaranya protein 30-40%; mineral ( $\text{CaCO}_3$ ) 30-50%; dan kitin 50-70%. Menurut data Departemen Kelautan dan Perikanan 2017, limbah cangkang kepiting yang belum dimanfaatkan mencapai 56.200 metrik ton per tahun. Dalam satu ekor kepiting menghasilkan limbah proses yang terdiri dari 57% cangkang, 3% *body reject* dan 20% air rebusan. Pada kepiting dengan bobot 100-350 gram, menghasilkan limbah cangkang kepiting antara 51-150 gram. Jika konsumsi kepiting mencapai 100 kg/hari maka limbah cangkang yang dihasilkan sebanyak 55 kg. Kitin yang terkandung dalam cangkang kepiting dapat diproses lebih lanjut menghasilkan kitosan (Erryana Martini, 2017).

Kitin merupakan biopolimer golongan polisakarida yang memiliki gugus aktif yaitu gugus  $\text{NHCOCH}_3$  yang berada pada ikatan karbon kedua dan gugus  $\text{OH}$  yang berada pada ikatan karbon ketiga dan keenam (Fernando dkk, 2016). Dalam bidang industri kitin dapat diaplikasikan untuk mengikat bahan pencemar baik bahan organik maupun anorganik. Kelebihan penggunaan kitin yaitu tidak beracun, dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dan ramah lingkungan. Kitin dapat digunakan sebagai pengkilat ion logam dan dapat berperan sebagai flokulan (Erryana Martini, 2017).

Kitosan adalah senyawa polimer turunan kitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya menyisakan gugus amina bebas. Kitosan

merupakan biopolimer yang bersifat polikationik sehingga banyak digunakan diberbagai industri kimia, antara lain dipakai sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah, bahan pelembab, pelapis benih yang akan ditanam, adsorben ion logam, anti kanker/tumor, anti kolesterol, komponen tambahan pakan ternak, lensa kontak, pelarut lemak dan pengawet makanan. Kitosan memiliki kemampuan sebagai koagulan karena memiliki banyak kandungan nitrogen pada gugus amina nya. Gugus amina dan hidroksil menjadikan kitosan bersifat lebih aktif dan bersifat polikationik (Mohadi dkk, 2014). Pengolahan cangkang kepiting menjadi kitosan dilakukan melalui 3 proses yaitu demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi (Setiawan, 2014)



Gambar 1. Reaksi pada proses deasetilasi

Belum potensialnya pemanfaatan limbah cangkang kepiting yang mempunyai kadar kitin yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan menjadi kitosan, dengan pemanfaatan cangkang kepiting tersebut maka dapat meminimalisir jumlah limbah yang dihasilkan.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa kitin dan kitosan bisa digunakan sebagai biokoagulan antara lain penelitian kitosan cangkang kepiting dijadikan sebagai biokoagulan untuk penjernih air Sungai Ciliwung (Setiawan, 2014), sebagai koagulan alami dalam perbaikan kualitas air danau (Hendrawati & Sumarni, 2015), sebagai pengolahan air di Dam Beni-Amrane (Zemmouri, dkk., 2013), serta sebagai adsorben ion logam berat (Rahayu & Purnavita, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan uji karakteristik cangkang kepiting dengan uji SEM dan FTIR dan menguji kemampuannya sebagai koagulan pada konsentrasi 50,75,100,150 dan 250 mg/L serta kecepatan pengadukan pada 100,120,130,140 dan 150 rpm pada masing-masing koagulan dengan proses koagulasi-flokulasi (jartest). Pada Penelitian ini menggunakan serbuk kitin dan kitosan dari cangkang kepiting sebagai koagulan primer yang hasil pengujiannya dibandingkan dengan koagulan sintetik tawas. Sampel air yang digunakan pada penelitian ini diambil dari air bahan baku sistem *water treatment*.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cangkang kepiting, tawas, sampel air bahan baku sistem *water treatment*, aquadest, HCl, NaOH. Alat yang digunakan yaitu, *Jar-test*, motor pengaduk/*magnetic stirrer*, *hotplate*, pH meter, neraca analitik, *beaker glass*, *oven*, *siever* (ayakan).

- Metode Penelitian :  
Pembuatan Kitin dan Kitosan

Limbah cangkang kepiting dibersihkan, dijemur lalu dihancurkan dengan ditumbuk dan diblender hingga halus, kemudian diayak menggunakan *siever*/ ayakan 200 mesh. Proses pembuatan kitosan pada penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari kitin adalah pada tahapan proses, yaitu tahapan deproteinasi-demineralisasi serta kondisi proses dari setiap tahap (lama proses pengolahan, suhu, konsentrasi zat kimia, dan pH) (Laila dan Hendri, 2008).

Tahap Demineralisasi, untuk menghilangkan kandungan mineral dalam cangkang kepiting dengan penambahan larutan asam klorida (HCl). Beberapa gram Serbuk cangkang kepiting didemineralisasi menggunakan HCl 1 N sebanyak 300 ml.

Tahap Deproteinasi, bertujuan untuk menghilangkan kandungan protein pada serbuk cangkang kepiting. Tujuan penghilangan protein ini adalah agar bahan tidak mengalami pembusukan. Jumlah serbuk cangkang kepiting yang akan dideproteinasi menggunakan NaOH 1 N dengan perbandingan 1 : 10 .

Tahap Deasetilasi, untuk menghilangkan gugus asetil dari kitin dengan pemanasan dalam larutan alkali berkonsentrasi kuat. Larutan yang digunakan dalam proses deasetilasi adalah NaOH 50%.

Selanjutnya kitosan disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No.41, lalu dikeringkan dioven setelah itu kitosan dapat dipakai sebagai koagulan.

Pengujian Koagulan

Dilakukan analisa awal pH dan *turbidity* pada bahan baku *water treatment*. Kemudian pengujian koagulan dilakukan dengan variasi jenis koagulan (kitin, kitosan dan tawas) terhadap kekeruhan air bahan baku *water treatment* pada proses koagulasi dan flokulasi. Pada koagulan-koagulan tersebut diberikan variasi konsentrasi koagulan yaitu 50, 75, 100, 150, dan 250 (mg/l). Dengan Kecepatan pengadukan 100, 120, 130,140 dan 150 rpm selama 1 menit. Setelah itu kecepatan pengadukan 60 rpm selama 10 menit. Kemudian dibiarkan flock mengendap. Setelah mengendap pH dan *turbidity* akhir dicek (% dan NTU) dengan menggunakan pH meter dan *Turbidimeter*.

Variabel

- Variabel Tetap, serbuk cangkang kepiting ukuran partikel 200 mesh dan sampel air limbah industri
- Variabel Bebas, Jenis Koagulan (Kitin , Kitosan dan Tawas), konsentrasi koagulan :50, 75, 100, 150, dan 250 (mg/L) dan kecepatan pengadukan : 100, 120, 130, 140 dan 150 (rpm).

Analisa Penelitian

Analisa penelitian ini meliputi analisa awal pengujian *turbidity* dan pH maupun analisa setelah pengujian.

Analisa Data

Analisa data dan pembahasan dilakukan dengan mengambil data yang telah diperoleh dari hasil uji kekeruhan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat removal dan persentase penurunan kekeruhan sampel air setelah diberi koagulan.

Besarnya persentase penurunan kekeruhan dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Penurunan Turbidity} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

dimana :

A : Nilai kekeruhan awal sebelum pengolahan (NTU)

B : Nilai kekeruhan akhir setelah pengolahan (NTU)

PT Pupuk Sriwidjaja Palembang menggunakan standard internal yang dibuat pengendali proses PT Pusri untuk mendukung lancarnya proses khususnya bagian utilitas. Air industri yang di produksi di instalasi *water treatment* dialirkan menuju pabrik pembuatan air demin, pabrik pembuatan *steam* dan sebagai penambahan air pendingin di *cooling tower*.

Tabel 1. Standard Internal Utilitas PT Pusri untuk Filter Water

Parameter	Spesifikasi
pH	7 – 7.5
Turbidity	< 1 NTU

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan cangkang kepiting sebagai koagulan penjernih air untuk menurunkan kadar kekeruhan dalam air bahan baku *Water Treatment*. Karakteristik air bahan baku *water treatment* sebelum diberi koagulan kitosan kepiting dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Karakteristik air Bahan Baku Water Treatment

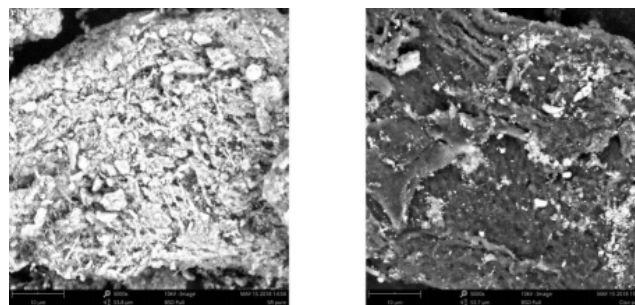
Parameter	Kondisi Awal
T (°C)	28
pH	7,49 ± 0,1
Kekeruhan (NTU)	2,45 ± 0,1

Karakterisasi Kitin dan Kitosan

Karakterisasi kitosan dilakukan untuk mengetahui morfologi, kandungan unsur dan gugus fungsi pada kitosan. Untuk mengetahui karakteristik kitosan cangkang kepiting, maka dilakukan analisis gugus fungsi dan analisis morfologi pada kitosan cangkang kepiting dengan Fourier Transfrom Infa-Red (FTIR) dan Scanning Electron Microscopy (SEM).

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karakterisasi menggunakan SEM bertujuan untuk mengetahui bentuk dan permukaan dari kitosan cangkang kepiting (morfologi dan topologi). Pengujian ini dilakukan terhadap kitosan cangkang kepiting non destruksi dan kitosan cangkang kepiting destruksi. Data hasil uji SEM dapat dilihat pada Gambar 2.

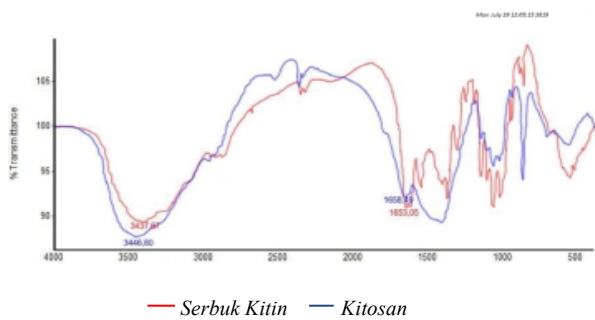


(a) Serbuk Kitin (b) Serbuk Kitosan

Gambar 2. Hasil Uji SEM dengan Pembesaran 5000 x

Gambar 2 menunjukkan bahwa serbuk Kitin memiliki bentuk permukaan yang tidak beraturan dengan banyaknya bentuk kristal pada permukaannya. Sedangkan kitosan memiliki struktur permukaan yang lebih beraturan dan berserat. Menurut Antonino, et al, 2017 pori pada kitosan terlihat lebih jelas dibanding serbuk kitin.

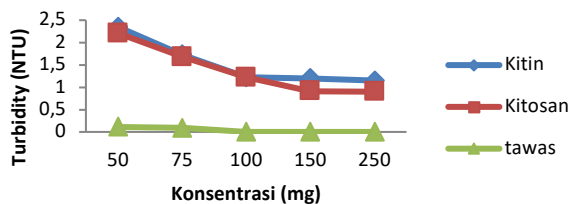
Fourier Transfrom Infa-Red (FTIR), Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada kitosan cangkang kepiting. Data hasil uji dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 3. Hasil Uji FTIR Kitin dan Kitosan

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil identifikasi gugus fungsi terlihat adanya serapan pada bilangan gelombang 3446,80 cm<sup>-1</sup> untuk serbuk kitin dan 3437,67 cm<sup>-1</sup> untuk kitosan. Menurut (Stefunny, dkk 2016) pada panjang gelombang tersebut menunjukkan tumpang tindih serapan vibrasi gugus hidroksil (O-H) dan gugus amina (-NH<sub>2</sub>). Gugus hidroksil dan amina menjadi titik yang sangat perlu diperhatikan karena kedua gugus tersebut memainkan peran penting pada mekanisme pembentukan flok. Kitosan berinteraksi dengan partikel-partikel koloid yang terdapat dalam air melalui proses jembatan antar partikel flok. Serapan pada bilangan gelombang 1658,49 cm<sup>-1</sup> dan 1653,05 cm<sup>-1</sup> adalah gugus C=O yang menunjukkan adanya gugus asetamida yang melebar. Serapan gelombang serbuk kepiting memiliki garis serapan yang melebar sedangkan kitosan memiliki garis yang lebih tajam. Hal ini menunjukkan bahwa gugus asetamida sudah berubah menjadi asam amina. Menurut Syahmani & Sholahuddin, 2009 pada proses deasetilasi, gugus asetilamino diubah menjadi gugus amino. Hal ini ditandai dengan hilangnya/berkurangnya serapan gugus C=O pada spektrum FTIR. Pada Gambar 4.3 juga menunjukkan bahwa grafik kitosan memiliki lebih banyak puncak dibanding serbuk kitin. Hal ini dikarenakan senyawa pengotor telah dihilangkan sehingga kandungan senyawa dalam kitosan lebih murni dibanding serbuk kitin. Sedangkan pada tawas Di dalam air, tawas akan terionisasi menjadi ion aluminium, Al<sup>3+</sup> dan ion sulfat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Ion aluminium ini lah yang akan menarik debu-debu negatif di dalam air. Karena tertarik kepada ion aluminium itu, maka debu-debu akan membesar, menjadi lebih berat, dan akhirnya mereka terpengaruh gravitasi bumi, lalu akan mengendap. Setelah kotoran air mengendap, air menjadi jernih.

Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Koagulan (mg) terhadap % penurunan Turbidity



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Koagulan(mg) terhadap Turbidity (NTU)

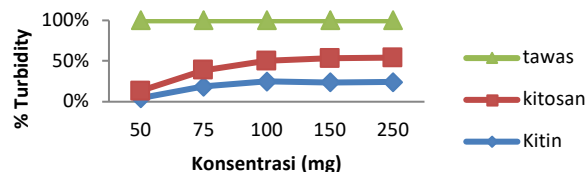
Pada Gambar 4 dan 5 terlihat bahwa sampel air dengan kekeruhan awal sebesar 2,45 NTU dapat disisihkan partikel koloidnya dengan variasi

konsentrasi koagulan yang berbeda. Konsentrasi yang didapat berasal dari pengujian ketiga koagulan dengan variasi konsentrasi yang berbeda yang mana mampu menyisihkan turbiditas dengan persentase tertinggi serta masuk dalam standar air bahan baku yang digunakan oleh PT Pusri. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh hanya koagulan Kitosan dan Tawas yang dapat menurunkan turbiditas sesuai standar tanpa ada penurunan pH yang signifikan. Pengujian konsentrasi 250 mg/l koagulan kitin memang mempunyai persentase penurunan turbiditas yang lumayan tinggi, tetapi pH dari air sangat turun sehingga tidak masuk standar yaitu 6,8. Dan tawas hanya membutuhkan konsentrasi 50 mg/l untuk masuk sesuai standar pH dan turbidity memiliki persentase penurunan turbiditas yang paling besar yaitu 100%. Sedangkan untuk koagulan kitosan pada konsentrasi 150 mg/l memiliki persentase penurunan turbiditas yang besar yaitu 62,8%.

Pada koagulan kitin, dari konsentrasi 50 mg/l hingga 250 mg/l mengalami penurunan turbiditas dengan persentase hingga 53,1%. 4,9% untuk konsentrasi 50 mg/l, 29,4 % untuk konsentrasi 75 mg/l, 50,2% untuk konsentrasi 100mg/l, 51.0% untuk konsentrasi 150 mg/l dan 53,1 % untuk konsentrasi 250 mg/l. Uji konsentrasi kitosan juga mengalami penurunan turbiditas hingga 65,3 %. 9,8 % untuk konsentrasi 50mg/l, 31,4% untuk konsentrasi 75mg/l, 50,2% untuk konsentrasi 100 mg/l, 62,8% untuk konsentrasi 150mg/l. Sedangkan untuk konsentrasi 250mg/l terjadi peningkatan turbiditas sebanyak 65,3%. Peningkatan turbiditas juga bisa terjadi karena penambahan koagulan yang melebihi batas sehingga banyak zat terlarut didalam air. Dan juga dapat diakibatkan karena terjadinya penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan terjadi gaya tolak-menolak antar partikel. Hal ini menyebabkan terjadinya deflokulasi flok yang mana menyebabkan larutan menjadi semakin keruh (Hendrawati, Sumarni.2015).

Prinsip kerja kitosan sebagai koagulan ialah adanya interaksi polielektrolit kation yang terdapat pada koagulan dengan partikel-partikel koloid yang terdapat pada sampel air dengan cara membentuk jembatan antar partikel. Partikel-partikel koloid dalam air biasanya bermuatan negatif. Muatan positif kitosan akan menetralkan muatan negatif partikel koloid sehingga akan membentuk flok-flok yang nantinya mudah untuk diendapkan.

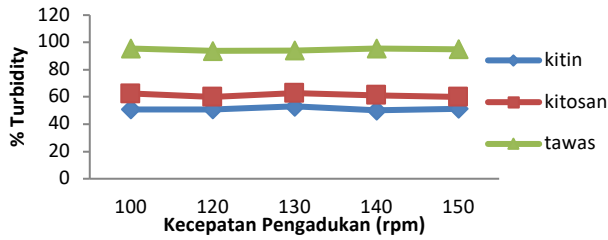
Proses pengadukan selama jar test berlangsung juga menunjang keberhasilan proses koagulasi. Proses pengadukan cepat (koagulasi) menghasilkan turbulensi air sehingga mendispersikan koagulan dalam air



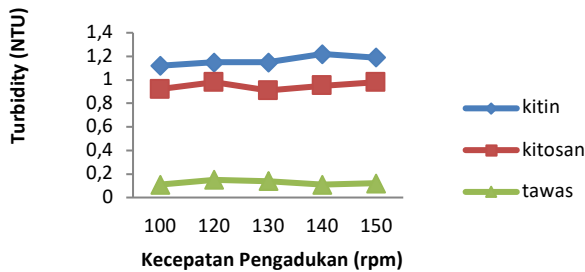
dan membantu partikel-partikel halus membentuk mikroflo. Setelah mikroflo terbentuk, dilakukan pengadukan lambat (flokulasi) dimana berperan dalam menggabungkan mikroflo menjadi makroflo yang kemudian dipisahkan dengan sedimentasi (Triastiningrum & Purnomo, 2016). Sehingga dari penelitian ini, Hasil Penelitian yang terbaik dan memenuhi Standard PT. Pusri pada konsentrasi kitosan 150 mg, sebesar 62,8%, tawas pada konsentrasi 50 mg persen turbidity 100%. Sedangkan

persen turbidity pada berbagai konsentrasi kitin tidak ada yang memenuhi standard PT.Pusri.

Kecepatan Pengadukan



Gambar 6. Pengaruh Kecepatan Pengadukan (rpm) terhadap % penurunan Turbidity



Gambar 7. Pengaruh Kecepatan Pengadukan (rpm) terhadap penurunan Turbidity (NTU).

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa masing-masing koagulan mampu menyisihkan turbiditas dalam variasi kecepatan yang telah dibuat.

Pada koagulan serbuk kitin, nilai persentase penurunan turbidity paling besar berada di kecepatan 130 rpm dengan persentase 53% dengan konsentrasi 250 mg tetapi tidak masuk dalam standar yang digunakan PT Pusri, sedangkan untuk koagulan kitosan nilai persentase penurunan turbidity yang besar dan masuk standar air bahan baku PT Pusri berada di kecepatan 130 rpm dengan persentase 63.5% dan untuk koagulan tawas nilai persentase turbidity paling besar berada di semua kecepatan dengan nilai sebesar 100%. Dari hasil yang didapat, masing-masing koagulan bekerja lebih baik pada rentang kecepatan 100 – 130 rpm untuk menyisihkan turbiditas.

Kitosan yang terdiri dari gugus hidroksil dan amina bersifat basa sehingga dapat bereaksi dengan asam. Menurut Muzzarelli, 1997, gugus amino pada kitosan apabila bereaksi dengan H<sup>+</sup>, Gugus NH<sub>3</sub><sup>+</sup> yang dihasilkan dapat mendestabilisasi partikel koloid yang bermuatan negatif. Selain memiliki gugus bermuatan negatif, kitosan juga memiliki gugus bermuatan negatif yang akan berikatan dengan senyawa hidroksido logam. Saat kitosan bereaksi dengan asam maka kedua gugus tersebut akan membentuk garam. Namun pada pH < 3 terjadi kompetisi antara ion H<sup>+</sup> dalam larutan dengan gugus NH<sub>3</sub><sup>+</sup> kitosan. Semakin tinggi derajat keasaman larutan maka jumlah muatan (H<sup>+</sup>) semakin meningkat. Muatan negatif (partikel tersuspensi) yang seharusnya distabilisasi oleh muatan (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) tidak sepenuhnya distabilisasi oleh muatan positif (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) melainkan dengan muatan positif lainnya (H<sup>+</sup>). Hal ini menyebabkan tidak terbentuknya flok yang lebih besar karena jembatan polimer tidak terhubung satu sama lain. Hal ini menyebabkan partikel tersuspensi

semakin susah untuk mengendap. Pada saat pH basa, koagulan serbuk kepingan dan kitosan mengalami penurunan turbiditas yang rendah karena terjadinya kejenuhan. pada pH diatas 7 stabilitas kelarutan kitosan akan terbatas karena cenderung terjadi pengendapan dan larutan kitosan membentuk kompleks polielektrolit dengan hidrokoloid anionik menghasilkan gel.

Dan dalam penelitian ini kecepatan pengadukan pada koagulan kitin dan kitosan yang paling baik adalah 130 rpm sedangkan tawas dalam semua kecepatan pengadukan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada penelitian ini koagulan yang digunakan adalah serbuk kitin dan kitosan kepingan. Hasil yang didapat dari kedua koagulan ini dibandingkan dengan koagulan tawas dengan alasan tawas adalah koagulan yang paling banyak digunakan dalam proses pengolahan air. Dari perbandingan hasil serbuk dan kitosan kepingan dengan tawas, maka dapat dilihat efektifitas serbuk kitin dan kitosan kepingan sebagai koagulan.

Meskipun hasil dari koagulasi dengan kitosan kepingan pada penelitian ini masih dibawah hasil koagulan tawas, namun penggunaan kitosan sebagai bahan koagulan mempunyai beberapa keunggulan karena mudah diperoleh dari bahan-bahan yang berlimpah (limbah cangkang) dan juga merupakan bahan yang tidak beracun (non-toxic) serta mudah terurai sehingga tidak menghasilkan bahan pencemar baru setelah proses pengolahan air/limbah. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut maka kitosan dapat dijadikan alternatif untuk pengolahan yang bersifat ramah lingkungan.

Hasil Penelitian yang terbaik dan memenuhi Standard PT. Pusri untuk kitosan pada konsentrasi 150 mg/L, kecepatan pengadukan 130 rpm, persen turbidity sebesar 62,8%, tawas pada konsentrasi 50 mg, kecepatan pengadukan 130 rpm persen turbidity 100%. Sedangkan kitin, hasil yang terbaik pada konsentrasi 250 mg/L, kecepatan pengadukan 130 rpm persen turbidity 53,1%, tetapi tidak yang memenuhi standard PT.Pusri.

**4. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian, dapat diketahui, kitosan pada cangkang kepingan mampu menjadi koagulan karena merupakan biopolimer yang bersifat polielektrolit kation sehingga mampu mengikat partikel koloid didalam air dengan mekanisme penetralisasian muatan. Hasil karakteristik dengan menggunakan FTIR menunjukkan bahwa kitin dan kitosan mengandung gugus amina dan hidroksil yang memainkan peran penting pada mekanisme pembentukan flok. Persentase penyisihan turbidity yang terbaik pada koagulan kitin yaitu pada konsentrasi 250 mg/l pada kecepatan 130 rpm dengan persentase penyisihan turbiditas 53,1 % sedangkan persentase penyisihan turbidity koagulan kitosan yang terbaik yaitu pada konsentrasi 150 mg/l pada kecepatan 130 rpm dengan persentase penyisihan turbiditas 62,8%. Tetapi hanya koagulan kitosan yang dapat masuk standar pH dan persen turbidity standard PT Pusri. Koagulan Tawas masih menjadi koagulan yang % turbidity paling tinggi sebesar 100% pada Konsentrasi,50 mg/L pada kecepatan pengadukan 130 rpm, dibandingkan koagulan kitin dan kitosan hanya saja tidak ramah lingkungan. Koagulan Kitosan dapat dikembangkan sebagai koagulan alternatif pengganti koagulan sintetik dalam pengolahan air bahan baku sehingga pengolahan air menjadi lebih ramah lingkungan.

---

## Referensi

- Enrico, B. (2018). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara.
- Fernando, L. A. T., Poblete, M. R. S., Ongkiko, A. G. M., & Diaz, L. J. L. (2016). Chitin Extraction and Synthesis of Chitin-Based Polymer Films from Philippine Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Shells. *Procedia Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.039>
- Hendrawati, S., & Sumarni, N. (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.314>
- Manurung, Tambak, dkk. 2015. Efektivitas Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Pada Pengolahan Air Sumur Tercemar Limbah Domestik. Dalam *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT's*. Vol 8, No.1: 37-41.
- Martati, E., Susanto, T., Yunianta, & Ulifah, I. A. (2017). Isolasi Khitin dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Kajian Suhu dan Waktu Proses Deproteinasi*. Jurusan Teknik Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Mohadi, R., Kurniawan, C., Yuliasari, N., & Hidayati, N. (2014). Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Rajungan dan Tulang Cumi dengan Spektrofotometer FT-IR Serta Penentuan Derajat Deasetilasi Dengan Metode Baseline. *Seminar Nasional FMIPA UNSRI 2014*.
- Putra, R., Lebu, B., Munthe, M. H. D. D., & Rambe, A. M. (2013). Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Medan.
- Rahayu, L. H., & Purnavita, S. (2017). Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Kimia Industri*.
- Risdianto, D. (2013). Optimisasi proses koagulasi flokulasi untuk pengolahan air limbah industri jamu ( studi kasus pt. sido muncul ). Thesis Universitas Diponegoro.
- Setiawan, D. (2014). Perbandingan efektifitas Kitosan dari Kepiting Rajungan dan Kepiting Hijau sebagai Biokoagulan, serta PAC sebagai Koagulan Kimia. Thesis Universitas Indonesia.
- Stefunny, Titin Zaharah, Harlia, 2016, Sintesis, Karakteristik dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Udang Wangkang sebagai Koagulan dalam Menurunkan Kadar Bahan Organik pada Air Gambut.
- Zemmouri, H., Drouiche, M., Sayeh, A., Lounici, H., & Mameri, N. (2013). Chitosan application for treatment of Beni- Amrane's water dam. *Energy Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.064>