



STUDI PENURUNAN TSS, *TURBIDITY*, DAN COD DENGAN MENGGUNAKAN KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG KEONG SAWAH (*Pila Ampullacea*) SEBAGAI NANO BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. PHAPROS, TBK SEMARANG

Mohammad NaffahAinurrofiq^{*)}Purwono^{**)},Mochtar Hadiwidodo^{**)}

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang-Semarang 50275
Email: m.naffah.a@gmail.com

Abstrak

Kitosan adalah jenis polimer alam yang mempunyai rantai lurus dan mempunyai rumus umum (C₆H₁₁NO₄) atau dikenal sebagai poly (β-(1-4)-2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose) adalah biopolimer yang mengandung gugus amino bebas dan gugus hidroksil pada rantai karbonnya sehingga membuat kitosan bersifat reaktif. Kitosan mempunyai sifat menyerap dan penggumpal yang baik, serta dapat meningkatkan reaktifitas dalam pembuatan turunannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dosis dan kecepatan pengadukan cepat yang optimum serta menentukan efisiensi penurunan parameter TSS, Turbidity, dan COD. Cangkang keong Sawah mengandung kitosan yang dapat digunakan sebagai bio koagulan, dengan penambahan inovasi ukuran kitosan berupa nano partikel diharapkan dapat meningkatkan efektifitasnya. Metode persiapan berupa deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Proses nano partikel menggunakan alat HEM, uji ukuran partikel menggunakan SEM dan uji gugus fungsi menggunakan FTIR. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan jarrest. Variasi penelitian dilakukan pada kecepatan pengadukan cepat yaitu: 100 rpm, 125 rpm dan 150 rpm; sedangkan untuk variasi dosis adalah 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L dan 300 mg/L. Karakteristik kitosan yang dihasilkan untuk tiap-tiap parameter yaitu: warna coklat abu-abu, ukuran partikel serbuk nano, kadar air 5,34 %, kadar abu 1,14 % dan derajat deasetil 25,27 %. Nilai konsentrasi awal air limbah untuk parameter TSS 223 mg/L, kekeruhan 63,3 NTU dan COD 435,7 mg/L. Penurunan konsentrasi TSS sebesar 55,19 %, kekeruhan 64,73 % dan COD 55,63 %. Dosis yang optimum adalah 200 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat 150rpm.

Kata kunci : Nano Biokoagulan, Keong Sawah, Limbah Cair Farmasi , Koagulasi, Flokulasi

Abstract

[Study of Reduction in TSS, Turbidity, and COD by Using Chitosan from Field Conch Shell as Nano Biocoagulant in Processing Waste Water of PT. Phapros, Tbk Semarang]. Chitosan is a natural polymer that has the kind of straight-chain and have the general formula (C₆H₁₁NO₄), otherwise known as poly (β- (1-4) -2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose) is a biopolymer containing free amino groups and clusters hydroxyl on the carbon chain thus

making chitosan reactive. Chitosan has ability to absorb and good coagulant, and also can increase the reactivity in the manufacture of derivatives. The Research aims to Analysis the optimum dose and the optimum quick stirring speed and also to determine the efficiencin redusing the parameters of TSS, Turbidity and COD. Field conch shell containing chitosan which can be used as bio coagulant, with the addition of chitosan measure innovation in the form of nano-particles is expected to increase its effectiveness. Supply methods such deproteination, demineralization and deacetylation. The nanoparticles using HEM, particle size using SEM and test the functional groups using FTIR. Research conducted in laboratory scale using a jar tesr. Variations in the research done on the stirring speed faster: 100rpm, 125rpm and 150rpm, whereas for dose variation is 150mg/L, 200mg/L, 250mg/L and 300mg/L. Characteristics of chitosan produced for each parameter : color brown, nano particle size, moisture content of 5,34%, ash content 1,14% and degree of deacetylation 25.27 %. The value of initial concentration of wastewater for parameters TSS is 219 mg/L, turbidity 61,9 NTU and COD 451 mg/L. TSS concentration decline by 55,19 %, turbidity 64,73 % and 55,63 COD. Optimum dose is 200 mg/L with rapid stirring speed 150 rpm.

Keyword : Nano-bio coagulant, Field conch, Farmation wastewater, coagulation, flocculation

PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Phapros, Tbk Semarang dalam proses pengolahan limbah menggunakan proses koagulasi flokulasi dengan jenis koagulan yang dipakai adalah bahan kimia yaitu PAC (*Poly Alumunium Chloride*). Koagulan sintetis seperti aluminium sulfat (alum) dan kalsium hipoklorit memiliki beberapa kelemahan, baik dari segi kesehatan maupun lingkungan. Dari aspek lingkungan, penggunaan koagulan sintetis dalam jumlah besar dan terus menerus, akan menimbulkan penumpukan sejumlah limbah lumpur sisa pengendapan yang sukardi degradasi, dan dapat mengubah keasaman air dan tanah disekitarnya, sehingga berdampak buruk bagi lingkungan (Hendrawati, 2016).

Selain koagulan sintetis, terdapat pula koagulan alami atau dikenal dengan biokoagulan, yang diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang timbul akibat penggunaan koagulan sintetis

secara berlebihan. Kitosan adalah jenis polimer alam yang mempunyai rantai lurus dan mempunyai rumus umum ($C_6H_{11}NO_4$) atau dikenal sebagai poly (β -(1-4)-2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose) adalah biopolimer yang mengandung gugus amino bebas dan gugus hidroksil pada rantai karbonnya sehingga membuat kitosan bersifat reaktif. Kitosan mempunyai sifat biokompabilitas, biodegradasi, tidak beracun, tidak alergenik dan berkemampuan untuk formasi serat dan film (Hasan, 2007). Selain itu kitosan juga mempunyai sifat menyerap dan penggumpal yang baik, sifat ini dapat meningkatkan reaktifitas dalam pembuatan turunannya.

Penelitian ini menggunakan cangkang keong sawah sebagai nano biokoagulan dalam penyisihan TSS, *Turbidity*, dan COD pada limbah cair PT. Phapros, Tbk Semarang dengan memakai metode Jar test yang mengacu pada SNI

19-6449-2000. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dosis dan kecepatan optimum pengadukan cepat,sertamenentukanefisiensi penurunan konsentrasi TSS, *Turbidity*, dan COD limbah cair.

METODOLOGI

Ada tiga tahapan kegiatan dalam pelaksanaan penelitian ini:

- 1) Persiapan,
- 2) Pelaksanaan, dan
- 3) Penulisan Laporan

Pada tahap persiapan dilakukan persiapan bahan baku yaitu cangkang keong sawah, pengeringan, penghalusan, dan terakhir pengayakan dengan saringan ukuran 100 mest untuk menyeragamkan ukuran. Serbuk yang lolos melewati saringan dikumpulkan sampai mencapai 100 gram untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan kitosan.

Isolasi Kitin dari cangkang keong sawah

Isolasi kitin dilakukan dengan metode No dan Meyers (Sinardi, 2013). Melalui tiga tahap pemurnian yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi.

1. Deproteinasi

Deproteinasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan protein yang ada di dalam serbuk cangkang keong sawah. Serbuk cangkang keong sawah yang sudah lolos melalui saringan ukuran 100 mest sebanyak 100 gram kemudian dilarutkan dengan larutan NaOH 3 % dengan perbandingan (b/v) 1:10. Kemudian dipanaskan dengan kompor listrik dengan suhu 85 °C sambil diaduk dengan magnet stirrer selama 30 menit, setelah itu disaring dan Padatan yang diperoleh dicuci

dengan aquades beberapa kali sampai pH netral. kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam.

2. Demineralisasi

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral – mineral yang ada di dalam serbuk cangkang keong sawah. Sisa hasil dari proses deproteinasi setelah melalui proses pengeringan, kemudian dilarutkan dengan larutan HCL 1 N dengan perbandingan (b/v) 1:15. Kemudian dipanaskan dengan kompor listrik dengan suhu 75 °C sambil diaduk dengan magnet stirrer selama 1 jam, setelah itu disaring dan Padatan yang diperoleh dicuci dengan aquades beberapa kali sampai pH netral. kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam.

3. Deasetilasi

Deasetilasi digunakan untuk memutus rantai gugus asetil (-COCH₃) dari kitin dengan menggunakan larutan alkali sehingga fungsi dari gugus asetil digantikan dengan gugus amina (-NH₂). Untuk membuat kitosan dari kitin hasil proses demineralisasi perlu melalui proses deasetilasi dengan larutan NaOH 50% dengan perbandingan (b/v) 1:10. Panaskan dengan hot plate suhu 85 °C sambil diaduk dengan magnet stirrer selama 1 jam, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam.

Pembuatan Kitosan Menjadi ukuran Nano

Pembuatan nanobiokoagulan kitosan dengan menggunakan alat HEM (*high Energy Milling*) yang dilakukan

di Laboratorium Material FMIPA Universitas Diponegoro.

Karakterisasi Kitosan

Setelah dilakukan proses isolasi kitin menjadi kitosan selanjutnya dilakukan uji karakteristik kitosan yang bertujuan untuk mengetahui kandungan dan mutu / kualitas dari koagulan.

1. Ukuran Partikel

Proses pembuatan partikel kitosan menjadi berukuran nano dilakukan di laboratorium material Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang. Peneliti tidak ikut terlibat dalam proses karena keterbatasan pengetahuan tentang alat dan juga prosedur dari laborat. Parameter yang digunakan adalah 600 rpm dalam waktu 1 jam per sample. Selanjutnya sampel di bawa ke Laboratorium Terpadu untuk dilakukan uji SEM.

Sedangkan untuk uji FTIR dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang. Proses ini juga sepenuhnya diserahkan kepada pihak laborat karena prosedur dan peraturan yang sudah ada.

2. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang sangat penting untuk menentukan mutu kitosan. *Protan Laboratories Inc* menetapkan standar mutu untuk kadar air kitosan adalah $\leq 10\%$ (Bastaman, 1989). Pengujian kadar air dapat dilakukan dengan metode AOAC (*Association of Analytical Communities*).

Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Sudarmaji, 1994):

$$\% \text{ kadar air} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a : Beratwadah + sampelbasah (g)

b : Beratwadah + sampelkering (g)

c : Beratsampelbasah (g)

3. Kadar Abu

Pengujian Kadar Abu digunakan untuk mengetahui total mineral dalam kitosan. *Protan Laboratories Inc* menetapkan nilai kadar abu yang baik pada kitosan adalah $\leq 2\%$ (Bastaman, 1989). Pengujian kadar air dapat dilakukan dengan metode AOAC (*Association of Analytical Communities*).

Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Sudarmaji, 1994):

$$\% \text{ kadar air} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan :

a :berat wadah + sampel awal (g)

b :berat wadah + sampel akhir (g)

c :berat sampel awal (g)

4. SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Karakterisasi SEM dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang dengan perbesaran 10.000 kali.

5. FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Karakterisasi dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang dengan alat FTIR. Sampel kitosan serbuk disiapkan sebanyak 0,2 gram kemudian dimasukkan kedalam plat.

Untuk mengetahui derajat deasetilasinya (DD) digunakan metode *base line* yang diusulkan oleh Domszy dan

Rovert (Khan *et al.*, 2002), seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 1:

$$\% DD = \left(1 - \left(\frac{A_{1,655}}{A_{3,450}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right) \times 100 \%$$

Dengan :

A = - log %T

A1588 = Absorbansi pada panjang gelombang 1655cm- untuk serapan gugus amida/asetamida

A3410 = Absorbansi pada panjang gelombang 3450cm- untuk serapan gugushidroksil (OH)

Aplikasi kitosan nano biokoagulan keong sawah

Aplikasi kitosan dari keong sawah sebagai koagulan menggunakan *Jartest* Flocculator SW1 (*Stuart Scientific*) pada limbah cair PT. Phapros, Tbk Semarang.

Penelitian dilakukan secara *batch* dalam skala laboratorium dengan menggunakan *jar-test*, yang juga merupakan simulasi dari operasional proses pengolahan konvensional (koagulasi, flokulasi, dan pengendapan), *jar-test* dilakukan pada suhu kamar. 1 gram kitosan dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 1% untuk mendapatkan 10.000 mg/l kitosan induk (1% b:v).

Pada penelitian ini, dilakukan variasi dosis dan juga kecepatan pengadukan cepat. Untuk variasi dosis diacu dari penelitian sinardi (2013). Variasi dosis yang digunakan pada penelitian ini adalah 150, 200, 250, dan 300 mg/l. Sedangkan untuk kecepatan pengadukan cepat, variasi nya adalah 100, 125 dan 150 rpm.

Pencampuran kitosan dengan asam asetat 1% dilakukan pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama kurang lebih 2 jam untuk memastikan kitosan terlarut sempurna. Untuk mendapatkan masing - masing dosis 150 mg/l, 200 mg/l, 250 mg/l dan 300 mg/l maka dilakukan pengenceran terhadap kitosan yang sudah dicampur asam asetat. Diambil masing – masing 15, 20, 25, dan 30 ml dari kitosan induk kemudian ditambahkan aquades sampai batas takar labu ukur 100 ml.

Sebanyak 900 mL limbah cair ditambahkan dengan 100 ml kitosan hasil pengenceran dimasukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml. Dilakukan proses *jartest* pada kecepatan pengadukan 100, 125 dan 300 rpm selama 1 menit setelah penambahan koagulan, kemudian dilanjutkan dengan *slow mixing* pada 45 rpm selama 15 menit. Setelah proses flokulasi selesai, flok yang telah terbentuk dibiarkan mengendap selama 30 menit. Setelah terpisah dari flok, sampel segera dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan data penurunan TSS, Turbidity, dan COD berdasarkan variasi dosis dan kecepatan pengadukan cepat, serta efisiensi nya adalah sebagai berikut :

1. Dosis Nano Biokoagulan Cangkang Keong Sawah (*Pila Ampullaceae*) Yang Optimal Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, Turbidity Dan COD

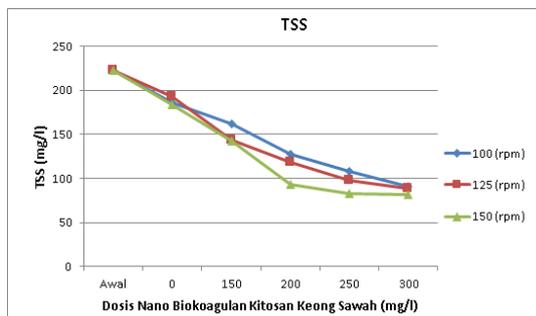
• Parameter TSS

Hasil uji *jar test* untuk parameter TSS ditampilkan pada **tabel 1** dan **gambar 1**

Tabel 1. Perbandingan Nilai Konsentrasi TSS

No.	DOSIS (mg/l)	KECEPATAN (rpm)	TSS (mg/l)	
			Hasil Analisa Awal (mg/l)	Hasil Analisa Setelah Perlakuan (mg/l)
1.	0	100	223	186
		125		193
		150		183
2.	150	100		162
		125		144
		150		142
3.	200	100		128
		125		118
		150		93.0
4.	250	100		108
		125		98.0
		150		83.0
5.	300	100		91.0
		125		88.0
		150		82.0

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 1. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi TSS

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dari grafik diatas diketahui bahwa konsentrasi TSS mengalami penurunan relatif secara bertahap dari dosis 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L dan 300 mg/L. Pemberian dosis berpengaruh besar dalam keberhasilan proses koagulasi flokulasi. Seperti terlihat pada grafik di atas bahwa pemberian dosis yang terlalu kecil mengakibatkan proses pembentukan flok menjadi kekurangan inti flok sehingga menyisakan partikel koloid yang lebih

banyak. Dengan semakin bertambahnya dosis yang diberikan maka partikel koloid yang bergabung membentuk makroflok semakin banyak dan menyisakan koloid yang lebih sedikit pada hasil akhir.

Namun Pemberian dosis yang melebihi batas optimum mengakibatkan terhambatnya proses pembentukan flok, karena kation yang terlalu banyak mengakibatkan gaya elektrostatis pada koloid yang sudah menyatu pada makroflok menjadi besar dan mengakibatkan rusaknya ikatan yang telah terbentuk. Hal ini dapat diamati pada grafik diatas, terlihat pada dosis 250 dan 300 mg/l pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm, terjadi penurunan yang sangat sedikit.

Menurut Akhtar, dkk (1997) naiknya kembali kadar TSS diakibatkan oleh restabilisasi partikel koloid akibat dari dosis yang berlebih. Dimana restabilisasi ini merupakan proses pembalikan muatan partikel koloid yang pada umumnya hampir semua partikel koloid di dalam perairan bermuatan negatif dan berubah menjadi positif akibat penyerapan dari dosis berlebih yang menghasilkan kembali gaya tolak menolak antar partikel koloid karena memiliki muatan yang sama sehingga tidak dapat membentuk flok yang lebih besar dan menyebabkan peningkatan kembali kadar TSS pada sampel.

Dari hasil penelitian ini, untuk parameter TSS penurunan yang paling optimum adalah pada dosis 300 mg/l dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dengan nilai penurunan konsentrasi TSS sebesar 82 mg/l.

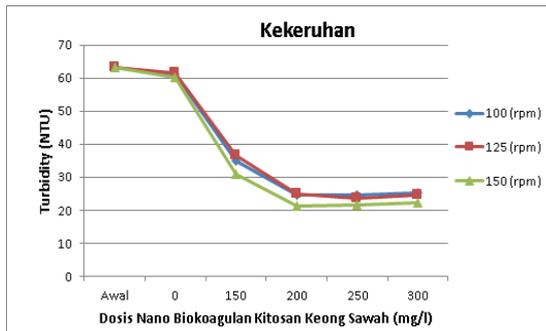
- **Parameter Turbidity**

Hasil uji *jar test* untuk parameter *Turbidity* ditampilkan pada **tabel 2** dan **gambar 2**

Tabel 2. Perbandingan Nilai Konsentrasi Turbidity

No.	DOSIS (mg/l)	KECEPATAN (rpm)	Kekeruhan (NTU)	
			Hasil Analisa Awal (NTU)	Hasil Analisa Setelah Perlakuan (NTU)
1.	0	100	63.3	61.1
		125		61.4
		150		60.1
2.	150	100		35.0
		125		36.5
		150		30.8
3.	200	100		24.5
		125		25.0
		150		21.2
4.	250	100		24.6
		125		23.6
		150		21.7
5.	300	100		25.3
		125		24.6
		150		22.4

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 2. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi Kekeruhan

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dalam penelitian ini, setelah dilakukan proses *jar test* dengan menambahkan kitosan nano biokoagulan keong sawah pada proses koagulasi flokulasi, terjadi penurunan kekeruhan. Penurunan kekeruhan ini, jika dibandingkan dengan penurunan TSS sama - sama memiliki trend penurunan yang hampir mirip. Namun proses

terjadinya penurunan TSS dan kekeruhan tidak selalu berhubungan secara linear. Karena belum tentu kadar TSS yang lebih kecil akan memiliki nilai kekeruhan yang lebih kecil pula, karena selain padatan tersuspensi penyebab kekeruhan juga terdapat faktor lain yang dapat disebabkan oleh warna dan lain - lain.

Dari grafik diatas diketahui bahwa kadar kekeruhan mengalami tren penurunan dengan penambahan berbagai dosis koagulan. Penurunan kadar kekeruhan dari air limbah berbeda - beda tergantung dari dosis dan pengadukan cepat yang dilakukan. Jika dihubungkan antara penurunan kadar TSS dengan kadar kekeruhan maka dapat disimpulkan bahwa penurunan kekeruhan relatif linier dengan penurunan TSS. Seperti pada grafik 2 dapat dihubungkan bahwa jika TSS yang disisihkan semakin besar, maka nilai kekeruhan yang terdapat pada grafik 3 juga mengalami penurunan.

Dari hasil penelitian ini, untuk nilai parameter kekeruhan paling optimum dalam menurunkan kekeruhan adalah pada dosis 200 mg/l dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm sebesar 21.2 NTU.

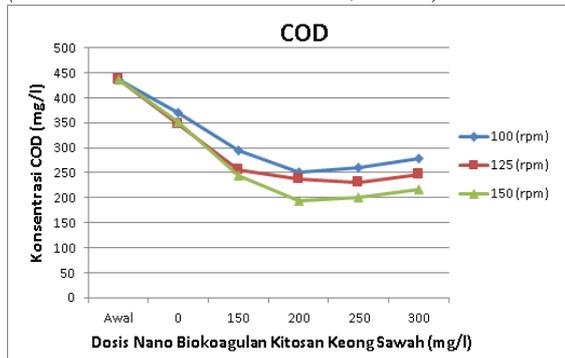
- **Parameter COD**

Hasil uji *jar test* untuk parameter COD ditampilkan pada **tabel 3** dan **gambar 3**

Tabel 3. Perbandingan Nilai Konsentrasi COD

No.	DOSIS (mg/l)	KECEPATAN (rpm)	COD (mg/l)	
			Hasil Analisa Awal (mg/l)	Hasil Analisa Setelah Perlakuan (mg/l)
1	0	100	435.7	370.981
		125		346.418
		150		350.512
2	150	100		294.016
		125		255.533
		150		244.071
3	200	100		250.621
		125		232.608
		150		193.306
4	250	100		260.446
		125		237.520
		150		199.856
5	300	100		277.641
		125		245.954
		150		217.870

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 3. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi COD

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dari grafik diatas diketahui bahwa penambahan koagulan kitosan keong sawah memberikan dampak terhadap penurunan konsentrasi COD. Konsentrasi awal COD tanpa penambahan koagulan adalah 435,7 mg/L dan setelah proses jartest konsentrasi COD yang paling mendekati baku mutu mencapai 193.306 mg/l.

Hal ini disebabkan oleh padatan yang mengendap setelah proses koagulasi flokulasi merupakan bahan-bahan organik yang sebelumnya terukur dalam analisa

TSS. Kemudian setelah partikel-partikel organik tersebut mengendap maka hasil COD yang terukur menjadi lebih kecil. Selain itu kenapa pada pengukuran parameter TSS didapatkan dosis optimal sebesar 300 mg/l sedangkan pada pengukuran *Turbidity* dan COD didapatkan dosis optimal 200 mg/l. Hal ini disebabkan karena, pada parameter TSS selain sebagian besar pengukuran dipengaruhi oleh banyaknya partikulat – partikulat yang tersuspensi di dalam air limbah, juga dipengaruhi oleh zat – zat yang terlarut di dalamnya. Seperti warna yang didapatkan dari bahan – bahan yang digunakan dalam proses pembuatan obat – obatan. Dari hasil pengamatan di lapangan, hasil outlet dari pengolahan Limbah cair PT. Phapros, Tbk sendiri masih menunjukkan bahwa limbah masih berwarna atau tidak jernih. Warna yang terlihat , tergantung dari bahan baku pembuatan obat hasil produksi yang digunakan.

Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pada pengukuran TSS membutuhkan dosis yang lebih besar karena jumlah partikel yang tersuspensi seperti zat – zat organik dan lumpur halus lebih besar nilainya dibandingkan dengan zat – zat yang terlarut. Sehingga walaupun zat – zat organik dan lumpur halus sudah berhasil terendapkan, air limbah masih terlihat keruh. Hasil pengukuran parameter kekeruhan dan COD dipengaruhi oleh zat – zat yang terlarut di dalam air limbah.

2. Kecepatan Pengadukan cepat Nano Biokoagulan Cangkang Keong Sawah (*Pila Ampullaceae*) Yang Optimal Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, *Turbidity* Dan COD

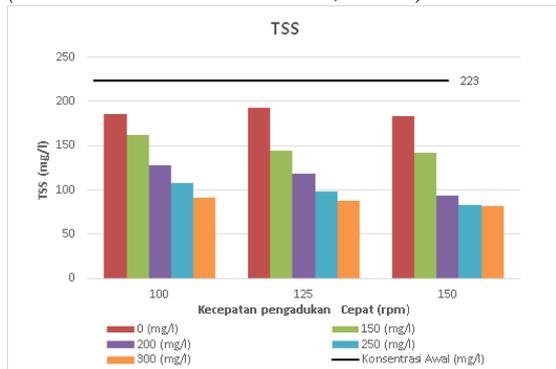
• Parameter TSS

Hasil uji *jar test* untuk parameter TSS ditampilkan pada **tabel 4** dan **gambar 4**

Tabel 4. Perbandingan Nilai Konsentrasi TSS

No.	KECEPATAN (rpm)	Sebelum	DOSIS (mg/l)				
			0	150	200	250	300
1	100	223	186	162	128	108	91.0
2	125	223	193	144	118	98.0	88.0
3	150	223	183	142	93.0	83.0	82.0

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 4. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi TSS

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai penurunan konsentrasi TSS paling maksimal adalah pada kecepatan 150 rpm dan dosis 300 mg/l yaitu sebesar 82 mg/l. Hal ini disebabkan oleh adanya pengadukan cepat sehingga membantu dalam proses pencampuran bahan koagulan dalam air limbah secara merata. Dengan demikian koagulan yang telah tersebar di dalam air limbah akan dapat mengikat bahan padatan tersuspensi yang lebih banyak, oleh sebab itu akan diperoleh hasil endapan terhadap padatan tersuspensi yang lebih baik.

Namun pada dosis yang lebih besar akan terjadi penurunan kecepatan pengendapan yang tidak terlalu besar. Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa pada dosis koagulan 250 mg/l dan 300 mg/l terjadi penurunan konsentrasi TSS yang

sangat sedikit. Hal ini disebabkan penambahan dosis yang terlalu besar mengakibatkan ion positif yang berlebih menghasilkan gaya tolak yang cukup besar yang menyebabkan adanya gerakan partikel dalam air dan mengganggu proses stabilisasi yang telah terjadi. Hal ini dapat menyebabkan gagalannya pengikatan dan pembentukan flok (Amir, 2010).

Selain itu menurut Kuntty (2007) meningkatnya nilai TSS disebabkan oleh pengadukan yang terlalu cepat, pada pengadukan yang terlalu cepat akan menimbulkan tingkat kejenuhan dalam proses koagulasi sehingga pengikatan antar partikel koagulan dengan partikel tersuspensi pada air tidak berlangsung sempurna dan dapat berpengaruh terhadap pembentukan Flok (gumpalan). Flok yang telah terbentuk akan terpecah atau rusak kembali sehingga hasil pengendapan kurang optimal.

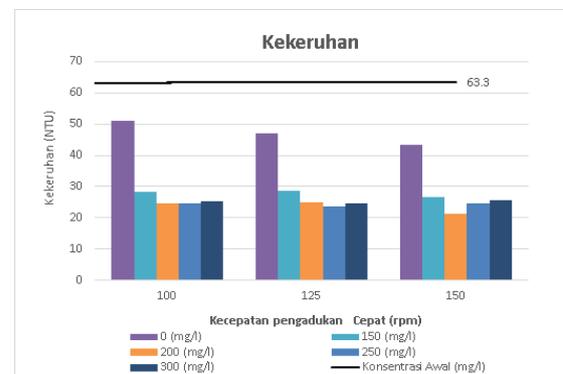
• **Parameter Turbidity**

Hasil uji *jar test* untuk parameter *Turbidity* ditampilkan pada **tabel 5** dan **gambar 5**

Tabel 5. Perbandingan Nilai Konsentrasi Turbidity

No.	KECEPATAN (rpm)	Sebelum	DOSIS (mg/l)				
			0	150	200	250	300
1	100	63,3	61.1	28.2	24.5	24.6	25.3
2	125	63,3	61.4	28.6	25.0	23.6	24.6
3	150	63,3	60.1	26.5	21.2	24.7	25.6

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 5. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi Kekeruhan

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai penurunan konsentrasi kekeruhan paling optimal adalah pada kecepatan 150 rpm dan dosis 200 mg/l yaitu sebesar 21.2 mg/l. Hal ini disebabkan oleh adanya pengadukan cepat sehingga membantu dalam proses pencampuran bahan koagulan dalam air limbah secara merata. Dengan demikian koagulan yang telah tersebar di dalam air limbah akan dapat mengikat bahan padatan tersuspensi yang lebih banyak, oleh sebab itu akan diperoleh hasil endapan terhadap padatan tersuspensi yang lebih baik.

Namun pada dosis yang lebih besar akan terjadi penurunan kecepatan pengendapan yang berlangsung secara lambat. Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa pada dosis koagulan 250 mg/l dan 300 mg/l terjadi penurunan kekeruhan yang sangat sedikit. Hal ini terjadi karena penambahan dosis yang terlalu besar mengakibatkan ion positif yang berlebih menghasilkan gaya tolak yang cukup besar yang menyebabkan adanya gerakan partikel dalam air dan mengganggu proses stabilisasi yang telah terjadi. Hal ini dapat menyebabkan gagalnya pengikatan dan pembentukan flok (Amir, 2010).

Proses koagulasi flokulasi yang dilakukan mengeliminasi sejumlah partikel yang awalnya terdapat dalam air limbah. Akibatnya pada pengukuran kekeruhan penghambat cahaya yang masuk kedalam air menjadi semakin sedikit sehingga kekeruhan yang terukur menjadi semakin kecil. Dengan kata lain, berkurangnya partikel setelah proses menyebabkan

kekeruhan pada air juga semakin berkurang.

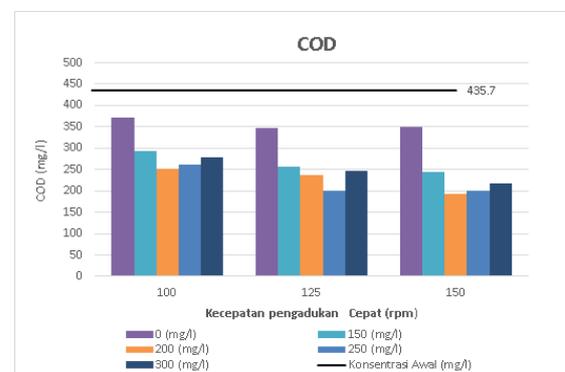
• Parameter COD

Hasil uji *jar test* untuk parameter COD ditampilkan pada **tabel 6** dan **gambar 6**

Tabel 6. Perbandingan Nilai Konsentrasi COD

No.	KECEPATAN (rpm)	Sebelum	DOSIS (mg/l)				
			0	150	200	250	300
1	100	435,7	370.98	294.02	250.62	260.45	277.64
2	125	435,7	346.42	255.53	236.70	199.86	245.95
3	150	435,7	350.51	244.07	193.31	199.86	217.87

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)



Gambar 6. Grafik Hubungan Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi COD

(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai efisiensi penurunan konsentrasi COD paling maksimal adalah pada kecepatan 150 rpm dan dosis 200 mg/l yaitu sebesar 193,306 mg/l. Hal ini disebabkan oleh adanya pengadukan cepat sehingga membantu dalam proses pencampuran bahan koagulan dalam air limbah secara merata. Dengan demikian koagulan yang telah tersebar di dalam air limbah akan dapat mengikat bahan padatan tersuspensi yang lebih banyak, oleh sebab itu akan diperoleh hasil endapan terhadap padatan tersuspensi yang lebih baik.

Padatan yang mengendap setelah proses koagulasi flokulasi merupakan bahan-bahan organik yang sebelumnya

terukur dalam analisa TSS. Kemudian setelah partikel-partikel organik tersebut mengendap maka hasil COD yang terukur menjadi lebih kecil. Penambahan koagulan kitosan yang tepat serta pengaturan kecepatan pengadukan yang tepat dalam proses jartest dapat menurunkan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD diakibatkan oleh penyisihan bahan-bahan organik yang berupa padatan koloid organik yang terdapat dalam air limbah.

Namun pada dosis 250 dan 300 mg/l terlihat bahwa konsentrasi COD mengalami penurunan yang kurang signifikan. Hal ini terjadi karena pemberian dosis yang melebihi batas optimum mengakibatkan terhambatnya proses pembentukan flok, karena kation yang terlalu banyak mengakibatkan gaya elektrostatis pada koloid yang sudah menyatu pada makroflok menjadi besar dan mengakibatkan rusaknya ikatan yang telah terbentuk.

3. Efisiensi Penyisihan Penurunan Konsentrasi TSS, Turbidity dan COD

- Parameter TSS



Gambar 7. Efisiensi Penurunan TSS
 (Sumber : Analisis Penulis, 2016)

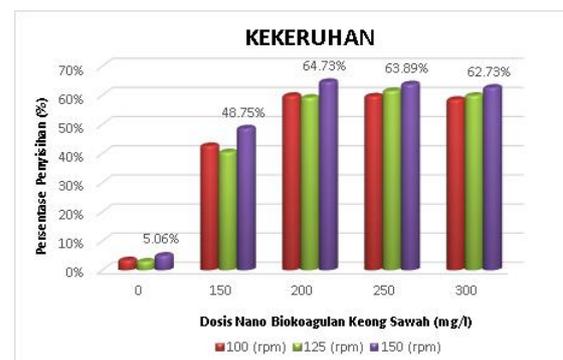
Dosis yang paling optimum dalam menyisihkan parameter TSS adalah dosis 300 mg/L dan kecepatan pengadukan 150

rpm dengan persentase penurunan sebesar 55,19 %.

Hal ini disebabkan oleh adanya gangguan proses stabilisasi koloid akibat kelebihan muatan positif yang terdapat dalam limbah (Hartati, 2008). Dimana muatan positif akibat ion amina yang terkandung dalam kitosan memiliki perbandingan yang pas dengan jumlah muatan negatif yang terdapat dalam air limbah sehingga proses netralisasi partikel koloid berlangsung dengan baik.

Kecepatan putaran pengadukan yang kurang justru akan menyebabkan koagulan tidak terdispersi dengan baik (Nugeraha, 2011). Dalam penelitian ini, kecepatan memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses pembentukan flok. Dari hasil penelitian menunjukkan kecepatan pengadukan optimum dalam penggunaan koagulan kitosan keong sawah adalah 150 rpm. Hal ini disebabkan karena pengadukan yang tepat dapat menyebabkan koagulan terdispersi di dalam air limbah. Sehingga potensi terjadinya tumbukan antar partikel dengan koagulan berjalan lebih baik.

- Parameter Kekeruhan



Gambar 8. Efisiensi Penurunan Kekeruhan

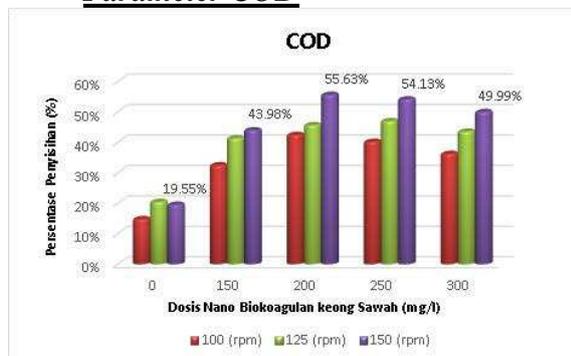
(Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Dosis optimum penurunan kadar kekeruhan pada 223 mg/l sejalan dengan

penyisihan TSS yang terjadi yang paling besar yaitu pada dosis yang sama 200 mg/l dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan persentase penurunan sebesar 64,73 %.

TSS memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekeruhan dalam air. Kekeruhan dalam air sesungguhnya adalah murni efek optik sebaran cahaya yang melewati air. Pengaruh dari TSS terhadap kekeruhan adalah TSS memiliki kontribusi yang besar terhadap pembatasan penetrasi cahaya ke dalam air yang menyebabkan nilai kekeruhan semakin tinggi dan terlihat lebih gelap. Dengan demikian pada dosis optimum 200 mg/l penambahan kitosan yang memiliki penyisihan TSS terbesar berdampak pada penurunan nilai kekeruhan akibat partikel yang terendapkan memberikan ruang bagi cahaya untuk masuk menembus bagian air. Penjelasan yang sama juga berlaku untuk kadar kekeruhan yang terukur di masing-masing penambahan dosis koagulan kitosan.

• **Parameter COD**



Gambar 9. Efisiensi Penurunan COD
 (Sumber : Analisis Penulis, 2016)

Setelah dilakukan proses jar test didapatkan bahwa dosis optimum untuk penyisihan COD dengan menggunakan koagulan kitosan keong sawah adalah pada dosis 200 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat optimum adalah 150

rpm dengan persentase penyisihan sebesar 55.63 %.

Pengaruh dosis dan kecepatan optimum dalam penyisihan COD memiliki kaitan yang sangat erat dengan kinerja proses dalam menyisihkan parameter *Total Suspended Solid* (TSS). Dosis yang tepat dapat menjadikan mekanisme pembentukan flok berjalan dengan baik dan berlanjut pada pengendapan yang maksimal. Kecepatan putaran pengadukan cepat juga memiliki pengaruh yang besar dalam memastikan bahwa proses agitasi dalam air tidak menyebabkan proses pengikatan yang terjadi mengalami kerusakan kembali. Proses yang optimum inilah yang pada akhirnya akan memberikan nilai akhir pengukuran yang paling baik diantara yang lain.

Penurunan COD maksimum pada dosis optimum 200 mg/l disebabkan oleh banyaknya partikel yang terendapkan (TSS) pada dosis optimum dimana sebagian besar partikel tersebut adalah bahan organik.

KESIMPULAN

1. Dosis nano biokoagulan cangkang keong sawah (*Pila Ampullaceae*) yang optimal dalam menurunkan konsentrasi TSS adalah sebesar 300 mg/L sedangkan untuk parameter *Turbidity* dan COD adalah sebesar 200 mg/l.
2. Kecepatan pengadukan cepat optimal dari nano biokoagulan cangkang keong sawah (*Pila Ampullaceae*) dalam menurunkan konsentrasi TSS, *Turbidity* dan COD adalah sebesar 150 rpm.
3. Efisiensi penurunan parameter TSS, *Turbidity* dan COD pada dosis

optimum berturut - turut adalah 55,44 % ; 64,73 % dan 55,63 %.

5.1 Saran

1. Dapat dilakukan penelitian yang sama dengan melakukan perbandingan antar kitosan dengan ukuran mikro dan ukuran nano.
2. Dapat dilakukan penelitian dengan metode yang sama, namun dengan limbah dan parameter yang berbeda.
3. Dengan melimpahny bahan baku keong sawah di Indonesia, seharusnya dapat dimanfaatkan oleh perusahaan-perusahaan baik yang termasuk dalam industri herbal maupun farmasi untuk memproduksi kitosan dan arang keong sawah sebagai koagulan pengganti koagulan sintesis.

Karena penggunaan koagulan kitosan dan arang keong sawah lebih ramah lingkungan dan mudah terdegradasi secara alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Alearts dan Santika, 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional
- Alvarenga Elson Sentiago de. 2011. *Biotechnology of Biopolymers*. In Tech Press : Brazil
- Anonymous. 2011. *Buku Petunjuk Laboratorium Lingkungan*. Semarang: Universitas Diponegoro

Amin. F. N, Afifah. D dan Indro Sumantri. 2013.

Pengolahan Limbah Cair dan Farmasi Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor Secara Shock loading Dalam Upaya Menghasilkan Biogas. Semarang : Eprint UNDIP

Hendrawati. 2013. *Pengembangan Nanobiokoagulan Dari Biji Kelor (Moringa Oleifera) Untuk Proses Penjernihan Air*. Penerbit ITB : Bandung

Kunty, Afshari, Suparman. 2007. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulan Limbah Cair Tahu*. Malang: Universitas Brawijaya

Mikrajuddin Abdullah, 2009. *Pengantar Nanosains*. Penerbit ITB : Bandung

Nasution, Poso. 2014. *Studi Penurunan TSS, Turbidity dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Keong Sawah (Pila Ampullacea) sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Sido Muncul*, Tbk Semarang. Universitas Diponegoro Semarang

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah

Rachmawati. 2009. *Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida*. Jakarta: Indomas Mulia, Konsultan Air Bersih dan Sanitasi

Roberts, 1992, *The Sorbents, Chitin, Chitosan and Derivatives, Gums*, Kelco Company California