

---

## **Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau**

**Hendrawati, Susi Sumarni, Nurhasni**

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

*Email: hendrawati.wibowo@yahoo.co.id*

Received: January 2015; Revised: February 2015; Accepted: May 2015; Available Online: August 2016

---

### **Abstrak**

Pengolahan air tanah dan air permukaan yang masih kotor, yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan koagulan sintesis Poli Aluminium Clorida (PAC). Padahal penggunaannya dapat beresiko bagi kesehatan dan lebih mahal. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh kitosan dari limbah kulit udang sebagai koagulan alami pengganti koagulan sintesis. Kitosan pada konsentrasi 20 ppm mampu menurunkan turbiditas air danau sebesar 94.43%, menurunkan pH, menurunkan jumlah bakteri  $\pm 99.18\%$ , menurunkan kadar logam terlarut dalam air danau seperti Mangan, Magnesium dan besi. Kitosan tidak mengubah tempeatur air danau maupun air hasil perlakuan. Kitosan tidak menurunkan nilai BOD dan tidak menurunkan kadar kalsium.

**Kata kunci:** *Kitosan, koagulan alami, koagulan sintesis.*

### **Abstract**

Treatment of groundwater and surface water is still dirty often done using synthetic coagulant poly aluminum Chloride (PAC). In fact, its use may pose a risk to health and more expensive. This study was conducted to see the effect of chitosan from shrimp shell waste as a natural coagulant synthetic substitute. Chitosan at a concentration of 20 ppm lower the lake water turbidity of 94.43%, lowering the pH, decreases the amount of bacteria  $\pm 99.18\%$ . Lower levels of dissolved metals in the water of the lake, such as manganese, magnesium and iron. Chitosan does not change temperature lake water and water treatment results. Chitosan not lower BOD value and not lower levels of calcium.

**Keywords:** *Chitosan, coagulant Natural, Synthetic coagulant.*

**DOI :** <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3148>.

## **1. PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan utama bagi manusia. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan minum, kebutuhan rumah tangga, keperluan industri, dan lain-lain. Tanpa air, manusia dan makhluk hidup lainnya tidak dapat hidup. Tubuh kita sebagian besar terdiri atas air, di mana air dapat berfungsi sebagai alat angkut zat dari bagian tubuh yang satu ke bagian tubuh yang lain. Bertambahnya jumlah penduduk, dengan sendirinya akan menyebabkan naiknya kebutuhan air yang bersih. Sumber air bersih yang tersedia secara alami sangat terbatas, untuk itu diperlukan

proses pengolahan air. Koagulasi dan flokulasi merupakan salah satu langkah dalam pengolahan sumber air keruh menjadi air minum dengan cara menghilangkan kekeruhannya. Kekeruhan dapat dihilangkan dengan menambahkan koagulan dan flokulan. Koagulan berfungsi untuk mengikat partikel atau kotoran yang terkandung di dalam air yang dilanjutkan dengan flokulasi yang menjadikan partikel-partikel yang telah berikatan menjadi gumpalan yang mempunyai ukuran lebih besar sehingga akan lebih mudah mengendap (Suharto, 2011). Dalam proses koagulasi-flokulasi yang biasa dan sudah sering digunakan sebagai koagulan dan

flokulan adalah alum (tawas), sodium aluminat, ferri sulfat, dan *Polyaluminium Chlorida* (PAC).

Penggunaan koagulan sintetik yang berlebihan atau terus-menerus pastinya akan menimbulkan dampak negatif karena akan terakumulasi dalam tubuh. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa air limbah dapat dijernihkan dengan menggunakan koagulan alami seperti biji kelor, biji asam jawa dan biji kecipir yang telah diteliti oleh Yuliastri (2010) dan Syamsumarsih (2011). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan bahan alami sebagai bahan pengolahan air danau. Bahan yang akan digunakan sebagai koagulan alami dalam penelitian ini adalah kitosan yang merupakan turunan dari kitin.

Kitosan berasal dari limbah udang yang berupa kulit, kepala, dan ekor mengandung senyawa kimia berupa kitin, yang digunakan sebagai absorben untuk menyerap logam berat seperti Seng (Zn), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Kobalt (Co), Nikel (Ni) dan Besi (Fe) dalam skala lab. Mengingat besarnya manfaat dari senyawa kitosan serta tersedianya bahan baku yang banyak dan mudah didapatkan maka perlu pengkajian dan pengembangan dari limbah ini sebagai bahan penyerap terhadap logam-logam berat di perairan (Agusnar, 2003). Kitosan memiliki kemampuan sebagai koagulan karena memiliki banyak kandungan nitrogen pada gugus aminanya. Gugus amina dan hidroksil menjadikan kitosan bersifat lebih aktif dan bersifat polikationik, sifat tersebut dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan air gambut yang dapat menyerap logam Fe lebih besar dibandingkan dengan PAC (Rumapea, 2009).

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk melihat kemampuan kitosan sebagai koagulan pengolahan air danau menjadi air bersih sebagai bahan baku air minum yang dibandingkan dengan koagulan PAC. Parameter kualitas air yang diuji dalam penelitian ini diantaranya turbiditas, konduktivitas, kadar logam, BOD, DO, Total Koliform, dan pH.

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer* (Heidolph MR 3001 K), *portable pH meter*

dan *conductivimeter* (Myron LARHI), *portable turbidimeter* (HANNA instrument), *atomic absorption spectrophotometer* (SSA) (Shimadzu AA-6800), DO-meter (SCHOOT), *laminar air flow*, *autoclave* (ALP), *inkubator* (Memmert), *cuvet*, tabung Durham, dan peralatan gelas lainnya. Sampel air keruh yang diambil dari danau daerah Cipondoh, Limbah Udang, dan Kitosan Komersial. *Polyaluminium Chlorida* (PAC), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 25% (merck), natrium hidroksida (NaOH) 10% (merck), larutan buffer pH 4 dan 7 (merck), natrium klorida (NaCl) 0,1 M dan 0,01 M (merck), kadmium sulfat heptahidrat ( $CdSO_4 \cdot 8H_2O$ ) 100 ppm (merck), tembaga sulfat anhidrat ( $CuSO_4$ ) 100 ppm (merck), dan aquades.

### Persiapan Sampel Kitin

Kitin yang digunakan sebagai sampel adalah kitin dari kulit udang. Kulit udang dibersihkan, dikeringkan dan di tepungkan sampai ukuran butir tepung maksimal 0,5 mm. Dilakukan proses deproteinasi menggunakan natrium hidroksida 1N pada suhu  $65^{\circ}C$  selama 2 jam. Proses selanjutnya penghilangan mineral atau demineralisasi menggunakan asam klorida 1 N selama 24 jam (Mu'minah, 2008).

### Persiapan Sampel Kitosan

Kitin yang telah dihasilkan dimasukkan dalam *beaker glass* 500 ml, ditambahkan NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 sampai terendam seluruhnya dipanaskan dalam penangas air selama 4 jam pada suhu  $100^{\circ}C$ . Kemudian disaring dan di cuci dengan *aquades* sampai pH netral. Kitosan dikering anginkan pada suhu terbuka selama 24 jam dan dimasukkan dalam oven dengan suhu  $50^{\circ}C$  untuk menghilangkan sisa-sisa air yang masih ada pada kitosan (Mu'minah, 2008).

### Prosedur Penelitian

Sampel air danau terlebih dahulu diukur suhu, pH, konduktivitas, dan turbiditas awal. Kitosan dan PAC dimasukan dalam *beaker glass* yang berbeda, dan satu *beaker glass* untuk air danau yang tidak ditambahkan koagulan (kontrol). Kemudian Sampel diteliti dengan menggunakan metode *jar test*, yang terdiri atas pengadukan cepat (*rapid mixing*) dan pengadukan lambat (*slow maxing*). Pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan putaran 150 rpm selama 10 menit sedangkan

pengadukan lambat pada putaran 50 rpm selama 15 menit. Setelah tahap *jar test* sampel didiamkan selama ±1 jam. Setelah didiamkan hingga pengotor mengendap, sejumlah cairan supernatan diambil sebagai sampel uji untuk parameter turbiditas, temperatur, pH, konduktivitas, kadar logam, total koliform, dan oksigen terlarut (DO).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan air keruh menjadi air bersih dapat dilakukan dengan penambahan koagulan. Koagulan alami yang dipakai dalam penelitian ini adalah Kitosan yang berasal dari limbah kulit udang, dan koagulan sintetik yang dipakai adalah PAC yang hasilnya nanti dibandingkan. Dalam penelitian ini sampel air yang digunakan adalah air danau cipondoh. Sampel air danau diambil pada tanggal 2 Juli 2012 ± pukul 7.30. Karakteristik air danau situ cipondoh sebelum ditambahkan koagulan dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik air danau Cipondoh

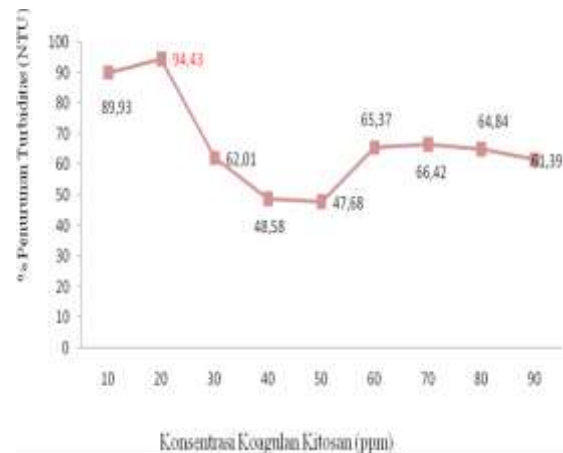
Parameter	X	Batas Ambang (MENKES 1990)
T (°C)	30.17 ± 0.29	Suhu udara ± 3°C
pH	8.12 ± 0.02	6.5-8.5
Cond. (µS)	0.28 ± 0.00	-
Turb. (NTU)	9.53 ± 0.01	5

Dari parameter yang telah diuji seperti yang ditunjukkan pada tabel 1, kualitas Air Danau Cipondoh tidak memenuhi syarat kualitas air bersih yang ditentukan oleh PERMENKES No.416/MENKES/PER/IX/1990. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperbaiki kualitas air danau sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dengan menentukan konsentrasi optimum koagulan yang dibutuhkan untuk memperbaiki kualitas air danau tersebut yang hasilnya akan dibandingkan dengan koagulan PAC.

#### Pengaruh Koagulan Terhadap Turbiditas

Kekeruhan pada air dapat disebabkan karena adanya zat padat tersuspensi dalam air, baik zat organik maupun zat anorganik. Zat anorganik biasanya berupa lapukan batuan, pasir, lumpur dan logam terlarut. Sedangkan

zat organik berasal dari buangan limbah domestik maupun industri yang dapat dijadikan makanan bakteri dan perkembangbiakan bakteri. Selain itu mikroorganisme, alga, plankton juga dapat menyebabkan kekeruhan pada air. Pengaruh penambahan koagulan terhadap turbiditas dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi koagulan terhadap turbiditas

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi optimum koagulan kitosan berada pada konsentrasi 20 ppm dengan persen penurunan sebesar 94.43 %. Penambahan koagulan yang melebihi batas optimum akan menyebabkan kenaikan nilai turbiditas karena terlalu banyak zat terlarut sehingga nilai turbiditas akan menjadi naik, dan juga diakibatkan terjadinya penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan terjadi gaya tolak-menolak antar partikel, sehingga terjadi deflokulasi flok. Hal ini juga di dukung oleh Budiman (2008), deflokulasi flok akan menyebabkan larutan menjadi semakin keruh dan akan meningkatkan nilai turbiditas. Koagulan PAC digunakan sebagai pembanding dari koagulan kitosan. Dari hasil variasi konsentrasi diatas, bahwa koagulan kitosan bekerja optimum pada konsentrasi 20 ppm. Sehingga koagulan PAC yang digunakan pun pada konsentrasi yang sama dengan kitosan yaitu 20 ppm. Penambahan koagulan PAC sebagai pembanding dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan koagulan kitosan dan PAC dalam turbiditas

Kode Sampel	Turbiditas (NTU)	% penurunan turbiditas
Sampel	20.34	-
Kontrol 1 (sampel+aquades)	18.44	9.36
Kontrol 2 (sampel+a.asetat)	18.54	8.85
Kitosan	0.62	96.95
PAC	7.63	62.49

Tabel 2 menunjukkan bahwa koagulan kitosan dan PAC mampu menurunkan nilai turbiditas. Namun, kitosan memiliki nilai penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan koagulan PAC yang hanya dapat menurunkan nilai turbiditas sebesar 62.49%. Penurunan terjadi karena adanya interaksi polielektrolit kation yang terdapat pada koagulan dengan partikel-partikel koloid yang terdapat pada sampel sehingga membentuk flok-flok yang akan mudah diendapkan. Protein yang terdapat pada kitosan mengandung gugus amina aktif ( $\text{NH}_4^+$ ) yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut akan terdestabilisasikan membentuk ukuran partikel yang lebih besar atau membentuk flok sehingga dapat terendapkan. Proses pengadukan selama *jar test* berlangsung juga menunjang keberhasilan proses koagulasi. Pengadukan cepat (koagulasi) untuk menghasilkan turbulensi air sehingga dapat mendispersikan koagulan dalam air. Pengadukan cepat dapat membantu partikel-partikel halus membentuk mikroflok. Kemudian diberi perlakuan pengadukan lambat (flokulasi) yang berperan untuk menggabungkan mikroflok menjadi flok-flok yang ukurannya lebih besar (makroflok) yang kemudian dipisahkan dengan sedimentasi selama  $\pm 1$  jam.

Mekanisme yang paling mungkin terjadi pada proses koagulasi adalah adsorpsi dan netralisasi tegangan atau adsorpsi dan ikatan antar partikel yang tidak stabil. Dari kedua mekanisme tersebut, untuk menentukan mekanisme mana yang terjadi merupakan

suatu hal yang sulit karena kedua mekanisme tersebut mungkin dapat terjadi secara simultan. Menurut Agusnar (2003), umumnya mekanisme koagulan kitosan terjadi dengan mekanisme adsorpsi dan jembatan partikel.

### Pengaruh Koagulan Terhadap Nilai pH

Nilai pH untuk air minum dan air bersih berdasarkan PP Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah berkisar antara 6.5-9.00. Perlakuan proses koagulasi dan flokulasi dilakukan pada pH netral atau tanpa perlakuan variasi pH, karena dimaksudkan penelitian ini untuk air yang dapat dikonsumsi. Pengaruh penambahan koagulan terhadap pH dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Pengaruh koagulan kitosan terhadap pH

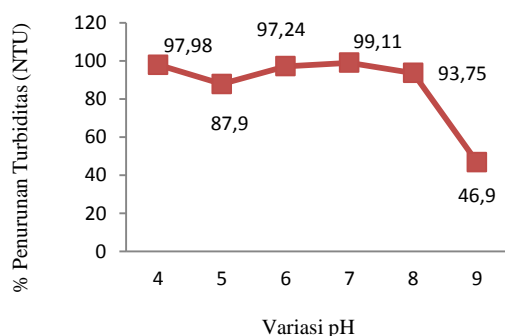
Konsentrasi Koagulan(ppm)	pH		$\chi$
	1	2	
20	6.9	7.2	7.05 $\pm$ 0.21
30	7.44	7.41	7.43 $\pm$ 0.02
40	7.27	7.27	7.27 $\pm$ 0.00
50	7.05	7.1	7.08 $\pm$ 0.035
60	6.69	6.7	6.7 $\pm$ 0.007
70	6.63	6.62	6.63 $\pm$ 0.007
80	6.3	6.35	6.33 $\pm$ 0.035
90	6.1	6.11	6.11 $\pm$ 0.007

Tabel 3 menunjukkan nilai pH sampel yang telah ditambahkan koagulan dengan variasi konsentrasi koagulan. Dari hasil yang ditunjukkan penambahan koagulan kitosan berpengaruh terhadap nilai pH. Makin banyak konsentrasi koagulan kitosan yang ditambahkan maka pH akan makin turun. Selain dikarenakan larutan kitosan yang sudah bersifat asam yaitu sebesar 4.14, penurunan tersebut juga dapat terjadi karena keberadaan polielektrolit kationik yang terdapat pada kitosan. Penurunan terjadi sebesar 13.17% dari sampel awal pada kondisi koagulan optimum yaitu 20 ppm. Tabel 4 menunjukkan perbandingan koagulan kitosan dan PAC terhadap pH.

**Tabel 4.** Perbandingan koagulan kitosan dan PAC terhadap pH

Kode Sampel	pH		χ
	1	2	
S (sampel) K1 (Kitosan+aquades)	8.13	8.1	8.11±0.02
K2 (Kitosan+a.asetat)	7.6	7.59	7.59±0.007
Kitosan	4.51	4.51	4.51±0.00
PAC	6.9	7.2	7.05±0.21
	6.7	6.71	6.70±0.07

Sampel awal menunjukkan pH basa dan setelah ditambahkan koagulan nilai pH tersebut menurun karena adanya protein kationik pada kitosan. Menurut Suptijah (2008) kitosan bersifat polikationik yang menyebabkan terjadinya penerimaan proton dalam air dan dapat mengikat ion-ion H<sup>+</sup> dalam air. Pada koagulan PAC, penurunan nilai pH disebabkan terdapatnya ion hidrogen bebas (H<sup>+</sup>) yang dihasilkan dari reaksi hidrolisis, yaitu ketika koagulan bereaksi dengan air. Nilai pH yang ditunjukkan oleh koagulan PAC agak sedikit asam yaitu sebesar 5.4. Secara umum semakin banyak koagulan PAC yang digunakan maka semakin besar pula penurunan yang terjadi. Kontrol satu (K1) mengalami penurunan pH juga dikarenakan air dapat menurunkan nilai pH dengan adanya reaksi hidrolisis, sedangkan pada kontrol dua (K2) pH sangat asam karena sampel ditambahkan dengan asam asetat pada proses pelarutan koagulan yang sudah memiliki pH asam. Pengaruh variasi pH terhadap turbiditas dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh variasi pH terhadap turbiditas.

Gambar 2 menunjukkan penggunaan variasi pH terhadap nilai turbiditas. Variasi pH dimaksudkan untuk melihat pada pH berapa

kitosan dapat efektif untuk menurunkan turbiditas. Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa pada kondisi optimun untuk menurunkan turbiditas pada kondisi pH netral hingga mencapai penurunan sebesar 99.11%. Pada saat pH basa penurunan turbiditas makin rendah karena terjadi kejenuhan yang diakibatkan oleh koagulan kitosan. Menurut Kaban (2009), pada pH di atas 7 stabilitas kelarutan kitosan akan terbatas karena cenderung terjadi pengendapan dan larutan kitosan membentuk kompleks polielektrolit dengan hidrokoloid anionik menghasilkan gel.

**Pengaruh Koagulan Terhadap Nilai Konduktivitas**

Nilai konduktivitas merupakan ukuran terhadap konsentrasi total elektrolit di dalam air. Kandungan elektrolit yang pada prinsipnya merupakan garam-garam yang terlarut dalam air, berkaitan dengan kemampuan air di dalam menghantarkan arus listrik. Semakin banyak garam-garam yang terlarut semakin baik daya hantar listrik air tersebut.

Dari hasil yang ditunjukkan pada tabel 5, penambahan koagulan kitosan tidak terlalu menunjukkan hasil yang konstan karena adanya turun naik nilai konduktivitas pada penambahan koagulan. Penurunan nilai konduktivitas dapat terjadi karena adanya penetralisiran muatan listrik yang terdapat pada partikel-partikel koloid yang terdapat pada sampel. Namun penggunaan koagulan kitosan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap nilai konduktivitas. Pada tabel 6 dapat dilihat hasil penambahan kedua koagulan terhadap konduktivitas.

**Tabel 5.** Pengaruh koagulan kitosan terhadap konduktivitas

Konsentrasi koagulan (ppm)	Konduntivitas (μs)		X
	1	2	
20	0.25	0.26	0.255±0.007
30	0.23	0.24	0.24±0.007
40	0.22	0.22	0.22±0.00
50	0.22	0.22	0.22±0.00
60	0.26	0.25	0.255±0.007
70	0.24	0.23	0.235±0.007
80	0.24	0.24	0.24±0.00
90	0.24	0.25	0.245±0.007



**Tabel 6.** Perbandingan koagulan kitosan dan PAC terhadap konduktivitas

Kode Sampel	Konduktivitas (µs)		X
	1	2	
S (sampel)	0.28	0.28	0.28±0.00
K1 (Kitosan+ aquades)	0.25	0.26	0.255± 0.001
K2 (Kitosan+ a.asetat)	0.31	0.31	0.31±0.00
Kitosan	0.25	0.26	0.255± 0.001
PAC	0.28	0.28	0.28±0.001

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa penambahan kedua koagulan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap konduktivitas. Nilai konduktivitas yang tinggi dapat terjadi berdasarkan adanya ion-ion mineral dan senyawa organik yang terlarut dalam air. Penambahan koagulan kitosan dan PAC akan menyebabkan sebagian dari ion-ion mineral dan senyawa organik tersebut terdispersi kedalam flok-flok yang terbentuk saat proses flokulasi yang kemudian akan mengendap dan terpisah dari larutannya. Inilah yang mengakibatkan penurunan daya hantar listrik. Tiap ion memiliki nilai konduktivitas yang berbeda-beda. Semakin tinggi angka kekeruhan atau angka turbiditas sampel, maka makin tinggi pula nilai konduktivitasnya. Menurut Karamah (2005), angka konduktivitas seimbang dengan jumlah zat padat terlarut (garam terlarut). Nilai konduktivitas tinggi pada larutan dengan jumlah zat padat terlarut yang tinggi pula.

**Pengaruh Koagulan Terhadap Temperatur**

Penggunaan koagulan kitosan dengan variasi temperatur tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (tabel 7), suhu paling besar ditunjukkan pada konsentrasi koagulan 30 ppm sebesar 30.1 °C. dan suhu terendah pada konsentrasi 20 ppm.

Penggunaan kedua Koagulan terhadap temperatur dapat dilihat pada tabel 8, yang membandingkan keefektifan koagulan. Tabel 8 menunjukkan bahwa penambahan koagulan pada sampel tidak terjadi perubahan yang

signifikan. Penambahan koagulan kitosan menunjukkan temperatur sebesar 29.5 °C sedangkan temperatur yang ditunjukkan dengan penambahan koagulan PAC sebesar 29.9 °C. kedua koagulan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang jauh jika dibandingkan dengan sampel awal yaitu 30.25 °C.

**Tabel 7.** Pengaruh koagulan kitosan terhadap temperatur

Konsentrasi biokoagulan (ppm)	Suhu (°C)		χ
	1	2	
20	29.5	29.5	29.5±0.00
30	30.1	30.1	30.1±0.00
40	30	29.5	29.75±0.35
50	30.1	30.2	30.15±0.071
60	29.7	29.7	29.7±0.00
70	29.7	29.7	29.7±0.00
80	30	29.8	29.9±0.14
90	30	30	30±0.00

**Tabel 8.** Perbandingan koagulan kitosan dan PAC terhadap temperatur

Kode Sampel	Suhu (°C)		χ
	1	2	
S (sampel)	30	30.5	30.25±0.35
K1 (Kitosan+ aquades)	30	30	30±0.00
K2 (Kitosan+ a.asetat)	29	29.8	29.4±0.56
Kitosan	29.5	29.5	29.5±0.00
PAC	29.8	30	29.9±0.14

**Pengaruh Koagulan Terhadap Total Coliform**

Bakteri *coliform* merupakan indikator dalam substrat air untuk kehadiran mikroorganisme berbahaya yang terdapat pada air, poulasi mikroorganisme akuatik dalam air menentukan kualitas air. bakteri *coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen.

Tabel 9, menunjukkan pengaruh penambahan koagulan terhadap pertumbuhan bakteri *coliform* dalam sampel air danau yang diuji dengan uji MPN. Uji ini dilakukan dengan menggunakan 9 tabung yang berisi *microba Lactose Broth* (masing-masing 3 seri) yang diinkubasikan selama 24-48 jam pada suhu 37 °C. Penggunaan kitosan sebagai koagulan juga mampu menurunkan nilai total *coliform* pada sampel air. Kitosan dapat menurunkan nilai total *coliform* hingga mencapai 99.18%. Kitosan memiliki gugus amina yang merupakan sisi reaktif yang dapat berkaitan dengan dinding sel bakteri. Menurut Suptijah (2008) Terjadinya proses pengikatan ini disebabkan oleh perbedaan keelektronegatifan antara kitosan dengan permukaan sel bakteri. Selain itu wulandari (2007) menuturkan bahwa kitosan berperan aktif sebagai antibakteri.

Hasil penelitian Sutapa 2007 menunjukkan bahwa PAC juga mampu menurunkan nilai total *coliform* sebesar 58.18% sedangkan dalam penelitian ini penurunan yang dihasilkan oleh kitosan sebesar 99.18%. Kitosan dan PAC mampu mempengaruhi jumlah bakteri pada proses koagulasi dengan membentuk flok-flok yang menarik partikel-partikel negatif dari membran sel bakteri. Muatan negatif ini akan diadsorpsi oleh muatan positif yang terdapat pada masing-masing koagulan. Akibatnya jumlah bakteri yang ada dalam air berkurang.

### **Pengaruh Koagulan Terhadap Kadar Logam**

Adanya pencemaran pada lingkungan dapat menimbulkan rusaknya kelestarian lingkungan dan keseimbangan sumber daya alam. Salah satunya limbah logam yang sering terdapat pada perairan adalah limbah logam yang dapat merusak lingkungan terutama jika tanpa disengaja dikonsumsi oleh manusia karena sifatnya yang toksik akan menimbulkan kematian dalam kadar yang tinggi. Maka dari itu diperlukannya pengolahan yang dapat mengantisipasi keberadaan logam dalam perairan. Tabel 10 menunjukkan pengaruh penambahan koagulan kitosan dan PAC dalam peranannya menurunkan kadar logam dalam sampel air. Dari data yang didapat, Kitosan dan PAC tidak memiliki pengaruh besar

terhadap kadar logam Mn, Mg, Cr dan Fe. Dan untuk logam Ca penambahan koagulan membuat nilai kadar logam Ca naik.

Menurut PP No. 416/MENKES/PER/IX/1990 kadar logam maksimum yang masih diperbolehkan untuk logam Mn 0.1 mg/L. Kadar Mn pada sampel awal menunjukkan hasil yang tinggi mencapai 0.4381 mg/L setelah penambahan kitosan kadar Mn menurun menjadi 0.0056 mg/L sedangkan dengan koagulan PAC menjadi 0.0257 mg/L. Dari hasil yang ditunjukkan penambahan kedua koagulan tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap penurunan kadar logam tersebut. penurunan yang terjadi dapat dikarenakan logam-logam yang terkandung ikut terjebak dalam flok-flok yang terbentuk saat proses *jarrest*. Menurut PP No. 416/MENKES/PER/IX/1990 kadar logam maksimum yang masih diperbolehkan untuk masing-masing logam tersebut adalah 0.05 mg/L, dan untuk Fe sebesar 0.3 mg/L.

Tabel 10 menunjukkan kenaikan kadar logam untuk Ca penambahan kedua koagulan. Sampel awal memiliki nilai Ca sebesar 11.53 dan saat ditambahkan koagulan kitosan kadar Ca pada sampel menjadi 11.67. Jika dilihat dari kandungan kitosan yang telah dibahas sebelumnya, kitosan mengandung mineral-mineral didalamnya sehingga dapat saja menyebabkan nilai Ca naik. Sampel air menunjukkan tidak terdetekdinya logam Cd. Oleh karena itu, untuk menunjukkan kemampuan kitosan dalam menurunkan logam berat Cd.

Mekanisme koagulasi dengan polimer atau polielektrolit adalah dengan adsorpsi dan jembatan antar partikel. Koagulan mampu untuk mendestabilkan partikel-partikel logam dan akan membentuk flok. Hal tersebut didukung oleh Rachdiati *et al.*, (2007) dan Agusnar (2003). Bila molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid, maka beberapa gugusnya akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada pada larutan. Selanjutnya pada partikel tersebut akan terikat pada bagian lain dari rantai polimernya yang berfungsi sebagai jembatan yang dapat mengurung partikel-partikel yang membentuk flok-flok yang lebih besar.

**Tabel 9.** Perbandingan Koagulan Kitosan dan PAC terhadap Total *Coliform*

Kode Sampel	Jumlah Tabung positif			Index MPN/100 ml
	SLB 0.1 ml	SLB 1 ml	DSL B 10 ml	
Sampel	3	3	3	>1100
K1 (Sampel+aquades)	3	3	3	>1100
K2 (Sampel+a.asetat)	2	3	3	1100
Kitosan	0	0	2	9
PAC	1	3	3	460

**Tabel 10.** Pengaruh koagulan kitosan dan PAC terhadap kadar logam

Kode Sampel	Logam				
	Mn	Ca	Mg	Fe	Cd
Sampel	0.4381	11.53	4.731	0.0046	ND
K1 (sampel+aquaes)	ND	12.23	4.667	0.023	ND
K2 (Sampel+a.asetat)	0.275	11.2	4.737	ND	ND
Kitosan	0.056	11.67	4.663	ND	ND
PAC	0.0257	12.12	4.687	ND	ND

Ket : ND = Not Detected

**Tabel 12.** Karakteristik penggunaan koagulan kitosan dan PAC

Parameter Uji	Kadar Maks	Kode Sampel				
		Sampel	Kontrol1	Kontrol2	Sampel+ Kitosan	Sampel+ PAC
Tubiditas (NTU)	25	20.34	1844	18.54	0.62	7.63
pH	6.5-9.00	8.11	7.59	4.51	7.05	6.70
Konduktivitas ( $\mu$ s)	-	0.28	0.255	0.31	0.255	0.28
Temperatur (OC)	Suhu udara $\pm$ 3 <sup>0</sup> C	30.25	30	29.4	29.5	29.9
Total Coliform (MPN/100ml)	50	>1100	>1100	1100	9	460
Mn (mg/L)	0.4	0.4381	-	0.275	0.056	0.0275
Mg (mg/L)		4.731	4.667	4.737	4.633	4.687
Cr (mg/L)	0.05	0.006	-	0.003	0.001	0.003
Ca (mg/L)	0.3	11.53	12.23	11.2	11.67	12.12
Fe (mg/L)	0.003	0.0046	0.023	-	-	-
BOD (mg/L)	3	5.15	1.8	45	9.78	2.62

Sampel = air danau (Situ Cipondah),

Kontrol1 = sampel + aquades,

Kontrol 2 = sampel + asam asetat, kitosan



### Pengaruh Koagulan Terhadap BOD

Pada umumnya lingkungan air yang telah tercemar memiliki kandungan oksigen yang rendah. Hal tersebut terjadi karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk memecah atau mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap (yang ditandai dengan bau busuk). Dengan melihat kandungan oksigen yang terlarut di dalam air dapat ditentukan seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan telah terjadi (Arianto, 2008). Penguraian bahan organik secara biologis di alam, melibatkan bermacam-macam organisme dan menyangkut reaksi oksidasi dengan menghasilkan karbon dioksida dan air. Menurut Salmin (2005), secara teoritis, waktu yang dibutuhkan dalam proses oksidasi adalah tidak terbatas. Namun dalam prakteknya, biasanya berlangsung selama 5 hari yang disimpan pada suhu 20 °C dengan anggapan bahwa selama waktu itu presentase reaksi cukup besar dari total BOD. Tabel 11 menunjukkan hasil pengukuran BOD dengan penambahan koagulan.

**Tabel 11.** Pengaruh koagulan kitosan dan PAC terhadap BOD

Kode Sampel	DO <sub>0</sub> (mg/L)	DO <sub>5</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)
Blanko	5.86	5.59	0.27
S (sampel)	5.49	4.62	5.15
K1 (Kitosan+aquades)	5.53	5.17	1.8
K2 (Kitosan+a.asetat)	5.6	0.26	45
Kitosan	5.79	1.69	9.78
PAC	5.24	3.07	2.62

Penurunan yang terjadi pada hari kelima yaitu nilai DO<sub>5</sub> menunjukkan adanya peningkatan penggunaan oksigen untuk mengoksidasi zat bahan-bahan organik yang ada pada sampel sehingga kadar oksigen terlarutnya menjadi lebih rendah. Sampel awal menunjukkan nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 5.15 mg/L, dengan penambahan koagulan kitosan hasil yang ditunjukkan adalah kenaikan nilai BOD<sub>5</sub> menjadi 9.78 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena biokoagulan yang ditambahkan menambah jumlah bahan organik pada sampel air sehingga oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik tersebut

lebih banyak, yang mengakibatkan berkurangnya oksigen dalam air. sedangkan koagulan PAC menunjukkan penurunan nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 2.62 mg/L, nilai DO<sub>5</sub> turun dikarenakan penambahan koagulan PAC ini dapat menyebabkan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan bertambah sebagai pengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat pada sampel air.

Koagulan kitosan digunakan dengan pengenceran menggunakan asam asetat terlebih dahulu dan kemudian diencerkan kembali dengan aquades. Penentuan dosis optimum pada koagulan dengan *jartest* didapat pada konsentrasi 20 ppm, yang memberikan hasil paling baik dilihat dari penurunan turbiditas yang paling tinggi. Keefektifan koagulan kitosan dibandingkan dengan koagulan PAC pada konsentrasi yang sama agar dapat dilihat mana yang lebih baik. Tabel 12 menunjukkan karakteristik kedua koagulan terhadap seluruh parameter yang diuji.

Data dihasilkan dengan penambahan kedua koagulan jika dibandingkan dengan PP No. 416/MENKES/PER/IX/1990 menunjukkan bahwa koagulan kitosan dapat disebut sebagai Biokoagulan dan efektif dalam memperbaiki kualitas air danau. Dilihat dari penurunan nilai turbiditas, pH, dan total *Coliform*. Untuk logam Ca, kitosan memerlukan konsentrasi yang sesuai untuk menurunkannya. Sedangkan koagulan PAC memiliki kelebihan dalam menurunkan nilai BOD hingga mencapai 2.62 mg/L dari sampel awal yang memiliki nilai BOD sebesar 5.15 mg/L.

### 4. SIMPULAN

1. Penggunaan koagulan kitosan efektif dalam memperbaiki kualitas air danau cipondoh, dilihat dari penurunan Turbiditas sebesar 96.95% dengan konsentrasi 20 ppm. Dengan konsentrasi yang sama koagulan PAC dapat menurunkan turbiditas sebesar 62.49%. dari hasil yang ditunjukkan koagulan kitosan lebih efektif menurunkan turbiditas dibandingkan dengan PAC.
2. Koagulan Kitosan dan PAC dapat menurunkan jumlah bakteri berdasarkan nilai MPN per 100 mL. Untuk koagulan kitosan penurunan yang dihasilkan mencapai ± 99.18%. Sedangkan untuk PAC penurunan yang dihasilkan mencapai 58.18%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa koagulan kitosan efektif dalam

menurunkan total *Coliform* dalam sampel air.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Lab PLT dan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta (ID): ANDI.
- Agusnar Harry. 2003. Analisa Keefektifan Penggunaan Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Berat. *Jurnal Sains Kimia*. 7(1): 7-10.
- Anjayani Meylina. 2009. Karakteristik Benang Kitosan dari Kitin Iradiasi dan Tanpa Iradiasi. [*Skripsi*]. Universitas Islam Negeri : Jakarta.
- Arifin. 2007. Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di Instalasi Pengolahan Air Minum. PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri Tangerang.
- Brady James E. 1999. *Kimia Universitas: Asas dan Struktur*, Jilid 1 Edisi Kelima. Jakarta (ID): Binapura Aksara.
- Cahyana Paundra Eka. 2002. Koagulasi Pati Didalam Air Limbah Tapioka Oleh Poli Alumunium Klorida, *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Effendi Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fajariah Irma. 2008. Analisis Kadar Logam Berat (Cu, Cd, Pb, dan Hg) Pada Air Tambak di Sidoarjo Akibat Air Lumpur LAPINDO. [*Skripsi*]. Universitas Islam Negri: Jakarta.
- Firdaus Dery. 2008. Proses Pemurnian Air Dengan Modifikasi Filtrasi Kitosan. [*Skripsi*]. IPB, Bogor.
- Greenberg AE. 1992. *Standar Methods for the Examination of Water Wastewater*. 18<sup>th</sup> ed, Washington (USA): American Public Health Assosiation.
- Hadisubroto T. 1989. *Ekologi Dasar*. Jakarta (ID): Dep. Dikbud.
- Hendri John. 2008. Teknik Deproteinase Kulit Rajungan (Portunus Pelagious) Secara Enzimatik dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas Seruginosa* untuk Pembuatan Polimer Kitin dan Deasetilasinya. [*Skripsi*]. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Lampung.
- Kaban Jamaran. 2009. Modifikasi Kimia Dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan. [*Tesis*]. Universitas Sumatera Utara.
- Khopkar. 2004. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta (ID): UI Press.
- Mackereth FJH, Heron T, Talling JF. 1989. *Water Analysis*. Cumbria (UK): Freshwater Biological association.
- Mu'minah. 2008. Aplikasi Kitosan sebagai Koagulan untuk Penjernihan Air Keruh. [*Tesis*]. Program Studi Kimia ITB.
- Nurhasni. 2002. Penggunaan Genjer (*Limnocharis flava*) untuk Menyerap Ion Kadmium, Kromium dan tembaga Dalam Air Limba. [*Tesis*]. Universitas Andalas Padang.
- Palar H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Pararaja. 2008. Meninjau: Proses Koagulasi & Flokulasi dalam suatu Instalasi Pengolahan Air. <http://smk3ae.wordpress.com/2008/11/30/meninjau-proses-koagulasi-flokulasi-dalam-suatu-instalasi-pengolahan-air/>. Diakses tanggal 21 Desember 2011 pukul 20.05.
- Pelezar, Michael, ECS Chan. 1985. *Dasar-dasar mikrobiologi*. Jakarta (ID): UI Press.
- Pernitsky David J. 2003. *Coagulation*. Alberta: Assosiated Engeenging. <https://awwoa.ab.ca/pdfs/Coagulation%20101.pdf>. Diakses tanggal 31 Desember pada pukul 10.54.
- Purwanto Andi Tri. 2000. *Perangkat Manajemen Lingkungan*. [http://andietri.tripod.com/Tools\\_Manajemen\\_Lingkungan\\_a.pdf](http://andietri.tripod.com/Tools_Manajemen_Lingkungan_a.pdf). Diakses Tanggal 21 Desember 2012 pukul 20.35.
- Rosita Nina. 2005. Efektifitas Kitosan dalam Menurunkan Kandungan Timbak (Pb) pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) dengan Sistem Resirkulasi Sederhana, [*Skripsi*]. Universitas Indonesia.

- Rumapea Nurmidia. 2009. Pergunaan Kitosan dan Polyalumunium Chlorida (PAC) untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam Air Gambut. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara
- Said Muhammad. 2009. Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC). *Jurnal Penelitian Sains*. 09:12-08.
- Saleh Muhamad TA, Agustin P Suptijah, ES Heruwati. 1999. Pembuatan khitosan dari kulit udang windu (*Penaeus monodon*) dan uji koagulasi proteinnya. *Jurnal. Penelitian Perikanan Indonesia* (V) 3: 72-77.
- Schmuhl R, HM Krieg, K Keizer. 2001, Adsorption of Cu(II) and Cr(IV) ion by Chitosan : Kinetic Ad Equilibrium Studies, *Water.S.A.* 27(1).
- Siregar Mukhlis. 2009. Pengaruh Berat Molekul Kitosan Nanopartikel untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat warna pada Lmbah Industri Tekstil Jeans. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara.
- Sugita P. 2009. *Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan*. Bogor (ID): IPB Press.
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta (ID): ANDI.
- Syamsumarsih Delsi. 2011. Pergunaan Biji Asam Jawa (*Tumarindus Indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus L.*) Sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Jakarta.
- Tancung Andi Baso dan Ghufran, H Kordi. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Tsigos I, Martinou A, Kafetzopoulos D, Bouriotis V. 2000. Chitin Deacetylase: New, Versatile Biotechnology." *TIBTECH* 18:305-311.
- Underwood AL, RA Day. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Keenam. Jakarta (ID): Erlangga.
- Widowati W, Sastiono A, Yusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta.
- Yuliastri Indra Rani. 2010. Pergunaan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan dan Flokulan dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah dan Air Tanah. [Tesis]. Universitas Islam Negeri Jakarta.