

**APLIKASI ABSORBEN DAN FILTER CHITOSAN DARI LIMBAH
CANGKANG KEPITING UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS AIR DARI LOGAM BERAT**



**Ngadino
Setiawan
Koerniasari**

**Program Studi Kesehatan Lingkungan
Politeknik Kesehatan
Surabaya
2013**

The application of chitosan from crab shell waste as an adsorbent and filter for increase water quality from heavy metals

Ngadino, Koerniasari, Setiawan

Study Programs of Environment Health, Health Polytechnic, Surabaya 60115, Indonesia

Abstract :

Chitosan is a natural polymer derived from crab shell waste through a process of deproteination, demineralization, and deacetylation. Chitosan reported to be an effective adsorbent to remove some heavy metals. The main objective of this study is to evaluate the effectiveness of chitosan from crab shell waste as an adsorbent and filter for increase water quality that contain heavy metals such as mercury (Hg) and lead (Pb). This experimental involved the determination of the adsorption and filter of chitosan for mercury and lead ion. It was used solution of 500 mg/L lead and 1 mg/L mercury and was added chitosan 0 %, 2 % and 4 %. Then the mixture was continuously stirred using magnetic stirrer for 1 hours at room temperature. After that solution was filtered and filtrate were analyzed using atomic adsorption spectroscopy to determine amount of lead and mercury adsorbed by chitosan. The result indicated that the adsorption capacity of chitosan depends strongly on concentration of chitosan and on the species of metallic ions in the water. The adsorption capacity for the mercury on chitosan was lower than lead. Chitosan, a type of biopolymer, is a good adsorbent to remove various kinds of heavy metal ions. Chitosan has the highest adsorption capacity for mercury and lead ions because they have functional groups such as hydroxyls and amines which can bind mercury and lead ions. This chitosan can be a good candidate as adsorbent for adsorption of not only mercury and lead ions but also other heavy metal ions in water.

Aplikasi adsorben dan filter chitosan dari limbah cangkang kepiting untuk meningkatkan kualitas air dari logam berat

Ngadino, Koerniasari, Setiawan

Program Studi Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan, Surabaya 60115, Indonesia

Abstrak :

Chitosan merupakan polimer alami yang berasal dari limbah cangkang kepiting melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Telah dilaporkan bahwa chitosan merupakan adsorben yang efektif untuk menghilangkan beberapa logam berat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas kitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai adsorben dan filter untuk meningkatkan kualitas air yang mengandung logam berat seperti merkuri (Hg) dan timbal (Pb) . Eksperimental ini melibatkan penentuan adsorpsi dan filter kitosan untuk ion merkuri dan timbal. Digunakan larutan yang terdiri dari 500 mg/L timah dan 1 mg/L merkuri dan ditambahkan chitosan 0 % , 2 % dan 4 % . Kemudian campuran terus diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 1 jam pada suhu kamar . Setelah itu larutan di filtrasi dan filtrat dianalisis dengan menggunakan serapan atom spektroskopi untuk menentukan jumlah timbal dan

merkuri yang diserap oleh kitosan . Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi kitosan sangat tergantung pada konsentrasi kitosan dan pada jenis ion logam berat di dalam air . Kapasitas adsorpsi untuk mercury pada kitosan lebih rendah dibandingkan timbal. Chitosan adalah biopolimer yang merupakan adsorben yang baik untuk menghilangkan berbagai macam ion logam berat . Chitosan memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi untuk merkuri dan ion timbal karena mereka memiliki kelompok fungsional seperti hidroksil dan amina yang dapat mengikat merkuri dan ion timbal. Chitosan ini bisa menjadi kandidat sebagai adsorben yang baik untuk adsorpsi tidak hanya merkuri dan timbal ion tetapi juga ion logam berat lainnya yang ada di dalam air .

PENGESAHAN
PROTOKOL STUDI RISBINAKES TAHUN 2013
POLTEKKES DEPKES SURABAYA

JUDUL
APLIKASI ABSORBEN DAN FILTER CHITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG KEPITING UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR DARI LOGAM BERAT

JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN

Telah diseminarkan di Poltekkes Depkes Surabaya pada :
Tanggal 3 Desember 2013

Peneliti Utama	Ngadino SSi, M.Psi	
Peneliti I	Setiawan SKM., M.Psi	
Peneliti II	drh. Koerniasari.MKes	

Mengetahui
Direktur
Poltekkes Depkes Surabaya

Ketua Jurusan

(Dr.Ir.H.Bambang Guruh Irianto.AIM.,MM)
Nip. 19580109198011001

Winarko,SKM.,MKes
NIP. 1963 0202 198703 1 004

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya, sehingga penelitian tentang aplikasi absorben dan filter chitosan dari limbah cangkang kepiting untuk meningkatkan kualitas air dari logam berat.

Dengan semakin tingginya kandungan logam berat dalam air akibat adanya pencemaran dari limbah industri yang dapat menurunkan kualitas air sehingga tidak layak dikonsumsi, maka perlu digalakkan penelitian untuk mencari bahan yang bisa menurunkan kandungan logam berat dalam air sebagai alternatif terutama yang berasal dari bahan alam untuk meningkatkan kualitas air. Penulis tertarik untuk meneliti kitosan yang diisolasi dari limbah kepiting. Hasil samping pengolahan kepiting berupa limbah cangkang, masih belum dimanfaatkan secara baik dan berdaya guna, bahkan sebagian besar merupakan buangan yang juga turut mencemari lingkungan. Salah satu alternatif upaya pemanfaatan limbah cangkang kepiting agar memiliki nilai dan daya guna yang menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi adalah pengolahan limbah cangkang kepiting menjadi kitosan yang dapat digunakan sebagai sebagai bahan absorben yang bisa meningkatkan kualitas air dari logam berat.

Dari penelitian ini diharapkan dapat ditemukan bahan absorben logam berat yang murah, poten dan mudah didapatkan sehingga hasilnya dapat berguna bagi masyarakat banyak terutama untuk meningkatkan kualitas air.

Hasil penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada Direktur Poltekkes Surabaya, Ketua Jurusan Prodi Kesehatan Lingkungan Surabaya, dan kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini sehingga dapat terselesaikan..

Akhirnya penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Walaupun demikian, semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada masyarakat banyak,

Surabaya, Desember 2013

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTARV TABEL.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III. METODE PENELITIAN.....	8
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	11
BAB V. PEMBAHASAN.....	14
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	17
DAFTAR PUSTAKA	18

DAFTAR TABEL

Tabel:	Halaman
1. Kadar logam berat Merkuri (Hg) pada air yang diberi berbagai konsentrasi kitosan	12
2. Kadar logam berat Timbal (Pb) pada air yang diberi berbagai konsentrasi kitosan	13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Air merupakan faktor penting dalam kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Air yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seharusnya memenuhi standart kualitas air bersih. Apabila tidak memenuhi standart kualitas air bersih maka dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi air tersebut. Hal ini telah ditetapkan berdasarkan PERMENKES No. 492/MENKES/SK/IV/2010. Permasalahan yang timbul dan sering dijumpai bahwa kualitas air yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat bahkan di beberapa tempat bisa dikatakan tidak layak untuk diminum. Air yang layak diminum, mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisik, kimia, bakteriologis dan radiologist, sehingga dalam proses penyediaan air bersih ini perlu dilakukan suatu upaya mengurangi resiko negatif yang berdampak bagi kesehatan masyarakat. Air yang digunakan harus bebas dari kuman penyakit dan tidak mengandung bahan beracun seperti logam berat.

Pengadaan air bersih di Indonesia khususnya untuk skala besar masih terpusat di daerah perkotaan, dan dikelola oleh Perusahaan Air Minum (PAM) kota yang bersangkutan. Namun bahan baku air minum tersebut sudah banyak tercemar oleh limbah industri dan pada saat ini untuk daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PAM umumnya mereka menggunakan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, air sumber (mata air) dan lainnya yang tidak memenuhi standart kualitas air bersih.

Untuk mengatasi persoalan diatas, diperlukan sistem pengolahan air yang dapat mencukupi kebutuhan air yang layak di konsumen dengan menggunakan suatu teknologi skala rumah tangga yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas air dengan cara mudah dalam operasional dan murah dalam pembiayaan. Salah satu teknologi tersebut adalah rancangan sistem pengolahan air dengan menggunakan absorben chitosan dari limbah kepiting yang merupakan salah satu inovasi dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi multiguna yang efisien.

Struktur khitosan mempunyai kemampuan dalam menyerap ion-ion logam dan mampu membentuk kompleks dengan ion-ion logam. Hal ini dikarenakan gugus amina yang terdapat pada khitosan mampu membentuk khelat dengan ion-ion logam Fe, Hg,

Cd, Cu, Pb, Zn, Ni dan Mn (Saifudin dan kumaran, 2005; Nan Li dan Bai Renbi., 2006, Vieira dan Guibal,2007). Disamping itu chitosan juga mempunyai efek antimikrobal terutama untuk kuman Salmonela, Stapilokokus dan Eschericia coli (No et al., 2002; Ying chien et al.,2004; Nan Liu et al.,2006; Setiawan et al.,2010). Oleh karena itu sangat perlu dilakukan penelitian pengolahan air ini dengan menggunakan filter chitosan untuk mendapatkan air yang bebas logam berat dan E. coli yang layak dokonsumsi oleh masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pokok permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah penggunaan chitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai absorben dan filter pada pengolahan air dapat menurunkan kandungan ion logam merkuri (Hg) dalam air.
2. Apakah penggunaan chitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai absorben dan filter pada pengolahan air dapat menurunkan kandungan ion logam timbal (Pb) dalam air.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengisolasi dan menggunakan kitosan dari limbah kulit dan kepala udang sebagai bahan bahan absorben dan filtrasi logam berat untuk meningkatkan kualitas air.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Membuktikan bahwa chitosan dari limbah cangkang kepiting dapat digunakan sebagai absorben dan filter pada pengolahan air untuk menurunkan kandungan ion logam merkuri dalam air.
2. Membuktikan bahwa chitosan dari limbah cangkang kepiting dapat digunakan sebagai absorben dan filter pada pengolahan air untuk menurunkan kandungan ion logam timbal dalam air.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan IPTEK yang salah satunya dengan mengolah hasil limbah cangkang kepiting menjadi kitosan

yang merupakan suatu bahan bernilai ekonomi cukup tinggi karena bahan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan absorben dan filtrasi logam berat sehingga dapat meningkatkan kualitas air dari pencemaran logam berat terutama logam berat merkuri dan timbal.

1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan kitosan dari limbah cangkang kepiting dapat digunakan sebagai bahan absorben dan filtrasi logam berat yang murah, aman dan mudah didapatkan, sehingga dapat di manfaatkan oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas air yang tercemar logam berat .

Baru-baru ini, untuk *drug targeting* (sasaran obat) dan pengontrolan sifat biofarmasi dari obat, telah dikembangkan sebagai bagian dari *drug delivery systems* (sistem penyampaian obat). Karena kitosan dan turunannya bersifat biokompatibel dan biodegradabel, maka kitosan dan turunannya digunakan untuk *drug delivery systems* (Goosen, 1996)

Kitin dan kitosan menunjukkan aktivitas antibakteri, antimetastatik, antiurikemik, antiosteoporotik dan immunoadjuvant (stimulator non spesifik respons imun), menunjukkan potensi yang besar dalam meredakan dan mencegah penyakit atau memberi kontribusi terhadap kesehatan yang baik. Material yang dapat terurai dan nontoksik dapat membantu penderita dalam mencegah infeksi dan mempercepat penyembuhan luka. Biokompatibilitas *in vitro* dari pembalut luka dalam term toksisitas untuk fibroblast telah dinilai dan dibandingkan dengan tiga pembalut luka komersial yang dibuat dari collagen, alginat dan gelatin. Kitosan metal pirrolidin dan collagen adalah bahan yang paling kompatibel. Penyembuhan luka terdiri dari suatu seri kompleks pengaturan proses biokimia oleh faktor humoral dan mediator anti inflamatori, dihasilkan dalam membangun kembali jaringan dan proteksi terhadap infeksi. Faktor pengatur meliputi zat-zat biokimia, faktor pertumbuhan dan mediator imunologi, yang pengaruhnya dapat ditentukan terutama selama phase awal dari pembangunan kembali jaringan. Pada dasarnya, proses penyembuhan luka terdiri dari tiga tahap yaitu: sel inflamatori dari jaringan sekeliling berpindah ke arah tempat luka. Fibblast kelihatan dan mulai menghasilkan serat penghubung collagen yang memberi *tensile strength* ke jaringan yang dihasilkan. Secara serentak, banyak kapiler-kapiler mulai terbentuk menyediakan tempat dengan nutrient dan oksigen; dan sel epithelial pada ujung dari luka mulai terisi pada daerah di bawah keropeng (scab). Epithelium terbentuk dan luka disembuhkan. Suatu pembalut luka harus meliputi suatu lapisan kontak (karboksimetil kitosan atau garam Ag nya) yang membantu penyembuhan, dan suatu *external layer* (garam-garam alginat, Ca, Zn, Ag dan pektin) yang menjamin bahwa exucade dihilangkan dari *contact layer* sebelum menjadi jenuh.

2. Penggunaan kitosan sebagai kosmetik

Kitosan dan turunannya dapat digunakan sebagai bahan kosmetik, pasta gigi, krim badan dan tangan serta produk perawatan rambut. Biopolimer ini juga telah diteliti sebagai bahan formulasi kosmetik khususnya untuk kulit yang sensitif. Kitosan dapat

mempengaruhi kelembaban kulit serta member perlindungan terhadap kerusakan mekanik serta efek anti elektrostatis pada rambut, tergantung pada berat molekul dan derajat deasetilasinya (Kumar,2000). Kitosan dengan berat molekul tinggi akan meningkatkan resistensi air terhadap emulsi, sehingga memberi perlindungan terhadap irradiasi dan meningkatkan kemampuan membentuk film. Krim kosmetik yang ditambahkan 1,0% kitosan akan meningkatkan bioaktivasi unsur-unsur lipofilik seperti vitamin, sehingga dapat meresap lebih baik pada permukaan kulit. Kapasitas pembentukan film dan sifat antiseptik kitosan melindungi kulit dari kemungkinan infeksi mikroba. Lagipula, glukosamin dari kitosan, mempengaruhi perkembangan struktur glikosaminoglikan dan glukoprotein yang menguntungkan dalam matriks ekstraselular kulit. Cairan dan pasta gigi yang mengandung kitosan, akan menurunkan permeabilitas dentin. Kitosan yang dimasukkan ke dalam produk tertentu, membentuk hidrogel yang dapat memperkuat gigi dan melindunginya dari infeksi mikroba sambil tetap mempertahankan difusi dari ion-ion dan air. Efek ini ditingkatkan dengan adanya kemampuan buffer dari kitosan.

3. Penggunaan kitosan untuk pertanian

Kitosan yang diperoleh dari dinding sel jamur atau dari kulit crustacean mampu menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri yang bersifat patogen dan menyebabkan resistensi tumbuhan terhadap infeksi jamur dan virus. Efek penghambatan meningkat segera setelah daun diberi kitosan. Resistensi terhadap jamur berkaitan dengan destruksi hidrolitik dinding selnya oleh kitinase tanaman dan glukonase serta pelepasan kitosan yang menginduksi sintesis phytoalexin. Produk ini berpotensi untuk menekan pertumbuhan jamur. Aktivitas antimikroba kitosan dan turunannya tergantung pada berat molekul rata-rata, kerentanannya terhadap degradasi enzimatis serta pelepasan Oligomer larut air. Mikrokristalin kitosan dan turunannya, khususnya garam-garam, menunjukkan aktivitas antivirus yang tinggi. Tanaman buncis yang disemprot dengan kitosan cair hampir seluruhnya terlindung terhadap infeksi virus. Penambahan kitosan dalam tanah, efektif mengurangi beberapa penyakit tanaman. Penggunaan polisakarida ini meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme kitinolitik dan menjadikannya dominan dalam tanah. Kitinolitik ini menghambat pertumbuhan patogen tanaman di dalam tanah maupun dalam sistem vascular, melalui hidrolisis dinding sel jamur oleh enzim

kitinolitik. Kitosan dan turunannya, juga cocok untuk intensifikasi perkecambahan biji seperti halnya pada mentimun dan arcis.

Pemberian kitosan, melindungi kentang dari kontaminasi penyakit yang menyebabkan kerusakan jaringan dan pembusukan. Kitosan juga menonaktifkan poligalakturonase, pectase lyase dan pectin-metilester yang dikeluarkan oleh patogen kentang. Lebih jauh lagi, kitosan membentuk membran semipermeabel pada permukaan produk.

4. Penggunaan kitosan untuk industri tekstil

Kitosan dan turunannya banyak digunakan sebagai *coating material* untuk serat selulosa, nilon, kapas, dan wool. Penggunaan sebagai serat termodifikasi antara lain meliputi bahan pembalut luka, tekstil, medikal, absorben yang sehat dan tidak alergenik, penghilangan bau dan pakaian dalam antimikroba, pakaian olahraga serta kaus kaki. Penambahan kitosan sebagai *coating* pada tekstil meningkatkan permeabilitas terhadap uap air. Serat wool yang mengandung kitosan/turunannya meningkatkan daya celup Synowiecki, 2003).

5. Penggunaan kitosan sebagai absorben logam berat

Kitosan dipilih sebagai material dasar adsorben logam berat karena biaya produksinya rendah, tidak menghasilkan limbah baru, dan efektif pada konsentrasi ionik rendah. Kitosan juga memiliki selektivitas dan kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap logam berat (Lin et al. 2007). Kitosan dapat mengadsorpsi logam berat pencemar dalam perairan karena adanya gugus amina dan hidroksil yang bersifat sangat reaktif dan bersifat basa. Kitosan akan mempertukarkan proton yang dimiliki logam pencemar dengan elektron yang dimiliki oleh nitrogen (N).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian:

-Limbah cangkang kepiting, ijuk, pipa PVC dengan diameter $\frac{3}{4}$ inci, drum air, kran air, pasir, kerikil dan air yang bebas logam berat

3.2. Prosedure Penelitian:

A. Isolasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting

Dilakukan penggilingan limbah cangkang kepiting menjadi tepung berukuran partikel sekitar 1,77- 3,25 mm. Selanjutnya dilakukan proses penghilangan mineral (demineralisasi) dengan menambahkan HCl 1 N ke dalam cangkang kepiting dengan rasio 1:7 sambil dipanaskan 90 °C selama satu jam. Campuran didekantasi, lalu dicuci kembali sampai pH netral dan dikeringkan. Setelah kering dilakukan proses penghilangan protein (deproteinasi) dengan penambahan larutan NaOH 3,5% rasio 1:10, lalu dipanaskan pada 90 °C selama satu jam (Kumar, 2000; Khan et al., 2002)

Setelah itu didinginkan, didekantasi kembali, dicuci dengan air sampai pH netral, lalu dikeringkan. Proses pemutihan (*bleaching*) dengan penambahan H₂O₂ 2% rasio 1:10 sehingga diperoleh tepung kitin berwarna putih.

Produksi kitosan dilakukan dengan cara deasetilasi tepung kitin dengan penambahan larutan NaOH 50%, lalu dipanaskan pada 80 °C selama 1 jam (Puspawati dan Simpen, 2010).

B. Penggunaan Chitosan Sebagai Absorben Dan Filter Untuk pengolahan Air

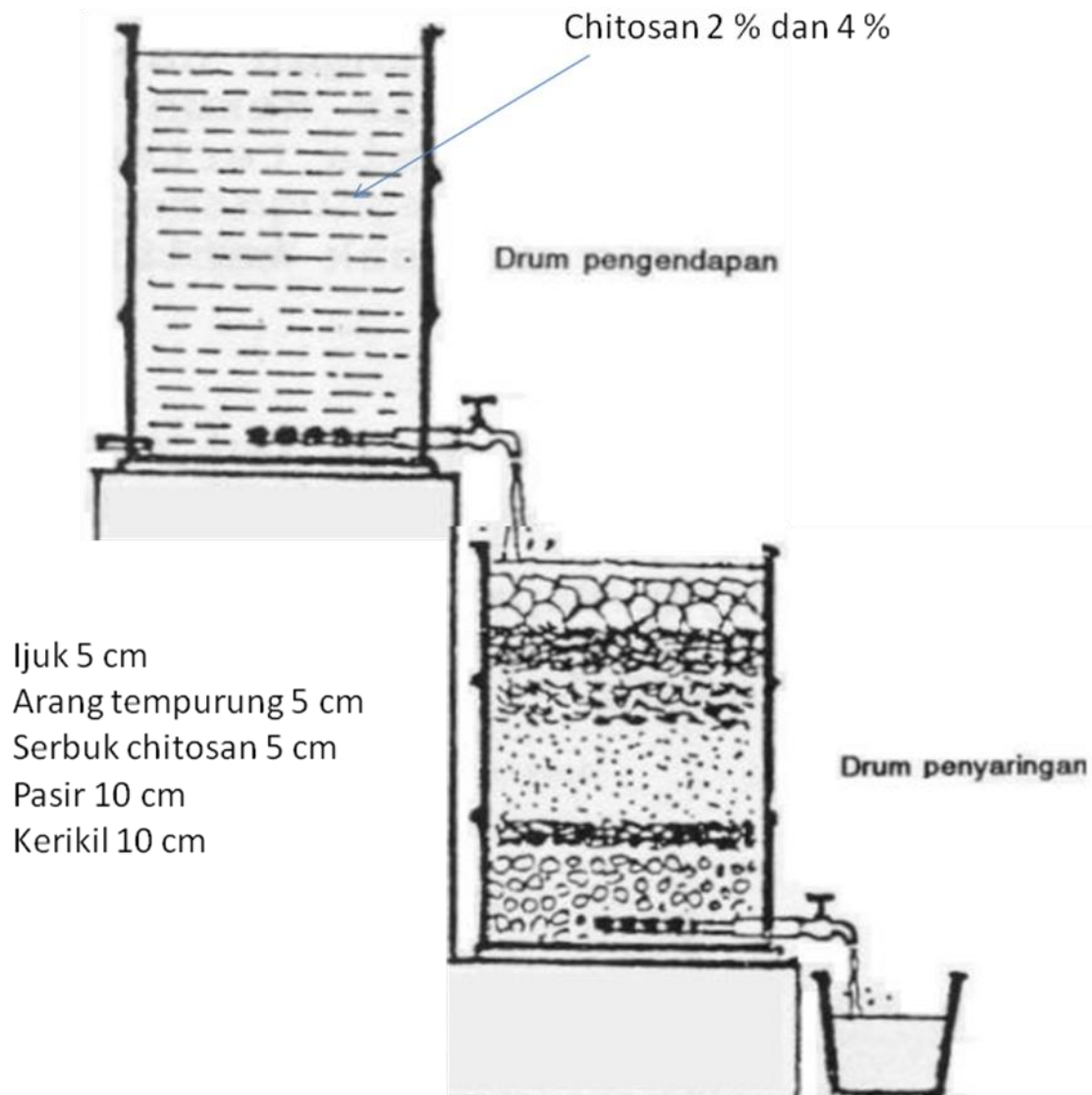
1. Penggunaan chitosan sebagai absorben pada drum pengendapan

Pada drum pengendapan digunakan tawas dengan konsentrasi 0.5 % untuk proses koagulasi air yang keruh, dan chitosan dengan konsentrasi 1 % dan 2 % untuk

menyerap ion logam berat Hg, Cd, Pb, Fe, Mn, dan untuk membunuh kuman terutama E. coli.

2. *Penggunaan chitosan sebagai filter pada drum penyaringan*

Pada drum penyaringan digunakan ijuk, arang tempurung, serbuk chitosan, pasir dan kerikil seperti pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Teknologi Sederhana Pengolahan Air Dengan Menggunakan Absoben Dan Filter Chitosan

3. *Perlakuan sampel air dengan menggunakan chitosan*

Pada penelitian ini digunakan pre post test eksperimental design. Sampel air diberi logam berat merkuri sebesar 1 ppm (1 mg/L) dan timbal sebesar 500 ppm (500 mg/L), kemudian dibagi menjadi 3 kelompok sebagai berikut

1. Kelompok kontrol : Sampel air yang mengandung merkuri 1 ppm dan timbal 500 ppm dimasukkan dalam drum pengolahan air yang tanpa adanya absorben dan filtrasi chitosan seperti pada gambar 1, kemudian dilakukan pemeriksaan kadar logam berat merkuri dan timbal.
2. Kelompok Perlakuan I : Sampel air yang mengandung merkuri 1 ppm dan timbal 500 ppm dimasukkan dalam drum pengolahan air yang diberi absorben dan filtrasi chitosan 2 % selama 1 jam seperti pada gambar 1, kemudian dilakukan pemeriksaan kadar logam berat merkuri dan timbal.
3. Kelompok Perlakuan II : Sampel air yang mengandung merkuri 1 ppm dan timbal 500 ppm dimasukkan dalam drum pengolahan air yang tanpa adanya absorben dan filtrasi chitosan 4 % selama 1 jam seperti pada gambar 1, kemudian dilakukan pemeriksaan kadar logam berat merkuri dan timbal.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan chitosan dari limbah cangkang kepiting yang digunakan sebagai bahan absorben dan filtrasi pada air yang tercemar logam berat merkuri dan timbal yang hasilnya sebagai berikut :

4.1. Proses Pembuatan Chitosan dari Limbah Kulit Udang

Proses pembuatan kitosan pada penelitian ini diawali dengan proses isolasi kitin dari limbah cangkang. Proses isolasi kitin dilakukan melalui dua tahap proses, yaitu : deproteinasi, dan demineralisasi. Pada tiap tahap terjadi pengurangan massa. Pengurangan massa pada proses deproteinase disebabkan karena adanya protein yang terambil dari cangkang kepiting sesuai dengan tujuan proses deproteinase. Pada percobaan didapatkan pengurangan massa sebesar 50-62 %. Pada proses demineralisasi, pengurangan massa disebabkan karena adanya mineral yang terambil dari kitin. Tahap pemisahan mineral bertujuan untuk menghilangkan senyawa anorganik yang terdapat pada limbah cangkang kepiting yang berupa mineral. Kandungan mineral utamanya adalah CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam jumlah kecil. Pada demineralisasi terjadi pengurangan massa sebesar 20-50 %. Setelah itu dapat dihasilkan kitin yang dapat diproses lebih lanjut menjadi kitosan dengan proses deasetilasi. Pengurangan massa pada deasetilasi berkisar antara 12-20 %. Pengurangan massa ini terjadi karena adanya transformasi dari gugus asetil yang berikatan dengan atom nitrogen menjadi gugus amina (terjadi penghilangan gugus asetil) dimana berat molekul gugus asetil yang berikatan dengan atom nitrogen lebih besar daripada gugus amina. Pada penelitian ini dari limbah kulit udang kering sebanyak 1 kg dapat dihasilkan chitosan sebanyak kurang lebih 175 gr.

Limbah cangkang kepiting mengandung protein, kitin dan kalsium karbonat. Kandungan kitin cangkang kepiting lebih besar jika dibandingkan dengan dari jenis udang. Kandungan kitin pada limbah udang mencapai 42% - 57%, pada limbah kepiting mencapai 50% - 60%, cumi-cumi 40% dan kerang 14%-35%. Karena bahan baku cangkang kepiting lebih mudah diperoleh maka sintesis kitin dan kitosan lebih banyak memanfaatkan limbah cangkang kepiting (Yurnaliza 2002).

4.2. Pengaruh Absorben Dan Filtrasi Chitosan Terhadap Kadar Logam Berat Merkuri yang terdapat dalam air

Pada uji ini bertujuan untuk membuktikan bahwa konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai bahan absorben dan filtrasi dapat menurunkan kadar logam berat merkuri yang terdapat dalam air. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dilakukan analisis yang ditunjukkan dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Kadar logam berat merkuri dalam air diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan

Kelompok	Kadar Logam Berat Merkuri (mg/L)
Kontrol	0.0052 ± 0.0001 ^a
Chitosan 2 %	0.0040 ± 0.0002 ^b
Chitosan 4 %	0.0026 ± 0.0001 ^c

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang bermakna

Pada uji ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang bermakna antar kadar logam berat merkuri dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan dengan kontrol ($p < 0.05$). Pada uji LSD terlihat bahwa kadar logam berat merkuri dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan 2 % dan 4 % menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan kontrol, juga ada perbedaan yang bermakna antara kadar logam berat merkuri dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan 2 % dengan chitosan 4 % ($p < 0.05$). Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai absorben dan filtrasi sangat mempengaruhi kandungan logam berat merkuri yang terdapat dalam air. Semakin besar konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai absorben dan filtrasi semakin kuat pula pengaruh chitosan dalam menurunkan kandungan logam berat merkuri yang terdapat dalam air.

4.3. Pengaruh Absorben Dan Filtrasi Chitosan Terhadap Kadar Logam Berat Timbal yang terdapat dalam air

Pada uji ini bertujuan untuk membuktikan bahwa konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai bahan absorben dan filtrasi dapat menurunkan kadar logam berat timbal yang terdapat dalam air. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dilakukan analisis yang ditunjukkan dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Kadar logam berat timbal dalam air diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan

Kelompok	Kadar Logam Berat Timbal (mg/L)
Kontrol	0.1218 ± 0.003^a
Chitosan 2 %	0.0860 ± 0.002^b
Chitosan 4 %	0.0480 ± 0.005^c

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang bermakna

Pada uji ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang bermakna antar kadar logam berat timbal dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan dengan kontrol ($p < 0.05$). Pada uji LSD terlihat bahwa kadar logam berat timbal dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan 2 % dan 4 % menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan kontrol, juga ada perbedaan yang bermakna antara kadar logam berat timbal dalam air yang diolah dengan absorben dan filtrasi chitosan 2 % dengan chitosan 4 % ($p < 0.05$).

Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai absorben dan filtrasi sangat mempengaruhi kandungan logam berat timbal yang terdapat dalam air. Semakin besar konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai absorben dan filtrasi, semakin kuat pula pengaruh chitosan dalam menurunkan kandungan logam berat timbal yang terdapat dalam air.

BAB V

PEMBAHASAN

Perkembangan industri dimasa yang akan datang dicirikan oleh suatu pemanfaatan material yang bersumber dari bahan baku terbarukan (*renewable resources*). Untuk itu perlu usaha memberdayakan sumber daya alam yang banyak terdapat di Indonesia. Pada penelitian ini diarahkan pada pengolahan bahan-bahan lokal terutama limbah yang dapat dipertimbangkan sebagai alternatif untuk bahan dasar absorben dan filtrasi logam berat.

Pada penelitian ini dari limbah cangkang kepiting kering sebanyak 1 kg dapat dihasilkan chitosan sebanyak 175 gr. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Nugroho et.al., 2011 yang telah melakukan isolasi chitosan dari limbah cangkang kepiting, hal ini karena cangkang kepiting memiliki potensi yang besar sebagai penghasil kitin. Kitin merupakan polisakarida utama yang terdapat pada cangkang kepiting, selain itu kitin juga terdapat pada kulit udang dan kerangka luar serangga. Kitin dapat diisolasi dan ditransformasi menjadi kitosan melalui proses deasetilasi (Cervera et.al., 2004). Khan et al., 2002 telah berhasil mensintesis kitosan dari kulit udang dengan tahapan deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi dengan menggunakan larutan NaOH atau KOH dalam skala laboratorium. Kitin dan Kitosan dapat diaplikasikan dalam bidang industri maupun kesehatan. Beberapa aplikasinya antara lain di industri tekstil, fotografi, kedokteran, fungisida, kosmetika, pengolahan pangan dan penanganan limbah (Synowiecki et.al., 2003).

Sejak kasus kecelakaan merkuri di Minamata Jepang tahun 1953 yang secara intensive dilaporkan, issue pencemaran logam berat meningkat sejalan dengan pengembangan berbagai penelitian yang mulai diarahkan pada berbagai aplikasi teknologi untuk menangani polusi lingkungan yang disebabkan oleh logam berat.

Kecemasan yang berlebihan terhadap hadirnya logam berat di lingkungan dikarenakan tingkat keracunannya yang sangat tinggi dalam seluruh aspek kehidupan makhluk hidup (Suhendrayatna, 2001).

Berbagai usaha dilakukan untuk mengurangi logam berat dari lingkungan berair. Penghilangan logam berat dalam air pada konsentrasi tinggi dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengendapan kimia atau elektrokimia. Pada konsentrasi rendah, penghilangan logam berat lebih efektif dilakukan dengan menggunakan metode pertukaran ion (*ion-exchange*) atau adsorpsi dengan adsorben padat seperti karbon aktif (Imamoglu dan Teker, 1999) dan membran kitosan (Meriatna, 2008). Menurut penelitian Guzel dan Uzun (2000), adsorben kitosan jauh lebih efektif mengadsorpsi ion logam Fe^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} dibandingkan adsorben dari karbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan mempunyai potensi lebih besar dibandingkan karbon aktif untuk aplikasi adsorpsi logam-logam berat.

Chitosan memiliki 3 tipe gugus fungsi yang reaktif, yaitu sebuah gugus amino yang baik, gugus hidroksil primer dan gugus sekunder pada posisi C-2, C-3, dan C-6 secara berurutan (Fumsaki *et al.* 1996 dalam Shahidi *et al.* 1999). *Chitosan* juga mengandung gugus polar dan nonpolar sehingga reaktivitasnya tinggi, yang menyebabkan dapat mengikat air dan minyak. Melihat *chitosan* mempunyai gugus aminNH yang reaktif dan gugus hidroksil yang banyak serta kemampuannya membentuk gel maka *chitosan* dapat berperan sebagai komponen reaktif; pengkelat, pengikat, pengabsorpsi, penstabil, pembentuk film, penjernih, flokulan, koagulan (Shahidi *et al.* 1999).

Chitosan dipilih sebagai material dasar adsorben karena biaya produksinya rendah, tidak menghasilkan limbah baru, dan efektif pada konsentrasi ionik rendah. Kitosan juga memiliki selektivitas dan kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap logam berat (Lin *et al.* 2007).

Pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa chitosan yang digunakan sebagai adsorben dan filtrasi dapat menurunkan kandungan logam berat merkuri dan timbal yang terdapat dalam air. Konsentrasi chitosan sangat mempengaruhi penurunan kadar logam berat merkuri dan timbal dalam air. Semakin besar konsentrasi chitosan yang digunakan sebagai adsorben dan filtrasi semakin kuat pula penurunan kadar logam berat merkuri dan timbal dalam air. Hasil ini sesuai dengan penelitian dari Muzzarelli dan Rocchetti 1973 yang melaporkan bahwa *Chitin-chitosan* diketahui pula dapat mengikat logam berat zink, cadmium, timbale, merkuri dan tembaga pada pH normal (Muzzarelli

dan Rocchetti 1973). Proses pengikatan logam berat oleh *chitosan* disebabkan proses *chelating* akibat adanya gugus aktif NH₂- dan OH- yang mengakibatkan terikatnya merkuri dan timbal (Muzzarelli 1970).

Rosita (2005) melaporkan bahwa *chitosan* mampu mengikat senyawa organik yang ada di perairan, *chitosan* juga mampu mengkelat logam berat Pb sebesar 0,02 ppm. Mekanisme *chelating* digunakan oleh gugus amin dan gugus hidroksil. *Chitosan* juga telah dimanfaatkan sebagai pengikat Hg pada perairan yang tercemar logam berat. Adanya penurunan nilai kandungan merkuri (Hg) ini disebabkan pembentukan senyawa kompleks oleh *chitosan*. Melalui reaksi pengikatan (*chelating*), *chitosan* mampu menyerap logam berat merkuri, hal ini dimungkinkan dengan adanya gugus CH₂OH dan NHCOCH₃ yang merupakan gugus yang dapat mengikat ion logam (Muzarelli dan Rocchetti 1974).

Babel dan Kurniawan (2002) menyebutkan factor yang menyebabkan *chitosan* baik untuk mengadsorbsi logam berat, yaitu sifat hidrofilik yang tinggi yang ditandai dengan banyaknya gugus hidroksil (OH-), banyaknya gugus amine (NH₃ yang memiliki aktivitas yang tinggi, dan struktur rantai polimer yang fleksibel sehingga mampu disesuaikan untuk mengadsorbsi ion logam tertentu.

Pembentukan khelat melalui reaksi antara *chitosan* dengan ion logam, yang dalam proses ini akan menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan dengan demikian juga akan kehilangan sebagian besar sifat toksiknya. Kompleks yang terjadi oleh pembentukan khelat ini dengan logam merkuri memang cukup baik dan relatif tidak toksik. Senyawa tersebut dapat dipadukan dengan komponen lain sehingga membentuk campuran yang memiliki kemampuan mengabsorbsi lebih kuat dan digunakan dalam mengabsorbsi logam berat (Kawamura *et al.* 1993).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Chitosan konsentrasi 2 % dan 4 % yang digunakan sebagai bahan adsorben dan filtrasi dapat menurunkan kandungan logam berat merkuri yang terdapat dalam air.
2. Chitosan konsentrasi 2 % dan 4 % yang digunakan sebagai bahan adsorben dan filtrasi dapat menurunkan kandungan logam berat timbal yang terdapat dalam air.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan kombinasi chitosan dengan adsorben lain untuk menurunkan kandungan logam berat yang lain
2. Perlu melakukan penelitian chitosan sebagai adsorben terhadap kandungan logam lain seperti kadmium, arsenik, tembaga dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Babel S, TA Kurniawan. 2002. Low-cost adsorbent for heavy metals uptake from contaminated water : a review. *Journal of Hazardous Materials*. B97: 219-243
- Kawamura M, Mitsunashi H, Tanibe H, Yoshi. 1993. Adsorption of metal ion on polyaminated highly porous chitosan chelating resin. *Ind. Eng. Chem. Res* 32:386-391.
- Khan, T.A., K. Kok dan S. Hung. 2002. Reporting degree of deacetylation values of chitosan: the influence of analytical methods. *J. Pharm. Pharmaceut. Sci.*, 5:205-212
- Kumar R.M.N.V. 2000. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers* .46(1) : 1-27
- Muzzarelli RAA, R Rocchetti. 1973. The determination of copper in seawater by AAS with graphite atomizer after elution from chitosan. *Journal Analytic Chemical* 69 :35-42.
- Rosita N. 2005. Efektivitas kitosan dalam menurunkan kandungan timbal (Pb) pada kerang hijau (*Mytilus viiidis*) dengan sistem resirkulasi sederhana. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- Saifuddin dan Kumaran, 2005, Removal of Heavy Metal from Industrial Wastewater Using Chitosan Coated Oil Palm Shell Charcoal, <http://www.ejbiotechnology.info>.
- Setiawan., Ngadino dan Koerniasari. Isolasi dan aplikasi kitosan dari limbah udang sebagai anti stafilokokus.2010. Buku, ISSN 978-602-8915-04-5. Penerbit dan Percetakan UPN Press. e-mail: upn_press_jatim @ yahoo.co.id
- Nan Liu, Xi-G, Hyun-Jin P, Chen-Guang L, Xiang-Hong M and Le-J.Y. 2006. Effect of MW and concentration of chitosan on antibacterial activity of *Escherichia coli*. *Carbohydrate Polymers* 64 (2006) 60–65
- Nan Li dan Bai Renbi, 2006, Novel Modification Of Chitosan Hidrogel Beads For Improved As An Asorbent, *Departemenn Of Chemical And Biomoleculer Engineering, Natioonal University Of singapore*
- No, H.K., N.Y. Park, S.H. Lee, dan S.P. Meyers, (2002), “Antibacterial activity of chitosan and chitosan oligomers with different molecular weight. *Int. J. Food Microbiol.*, 74 (1-2): 65-72.

Puspawati N.M dan Simpen I.N. 2010. Optimasi deasetilasi khitin dari kulit udang dan cangkang kepiting limbah restoran seafood menjadi khitosan melalui variasi konsentrasi NaOH. *J. Kimia*. 4(1): 79-90

Tsai G.J., dan W.H. Su., (1999), "Antibacterial activity of shrimp chitosan against *Escherichia coli*". *J. Food Prot.* 62(3): 239-243.

Ying-chien C, Ya-ping S.U, Chiing-chang C, Guang J.I , Huey-lan W, and Jaung-geng L.I N. 2004. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall *Acta Pharmacol Sin*; 25 (7): 932-936

Vieira R.S and Guibal.E. 2007. *Adsorption and desorption of binary mixtures of copper and mercury ions on natural and crosslinked chitosan membranes*. Springer Science Business Media, LLC

Lampiran 1: Kadar logam berat Merkuri (Hg) pada air yang diberi berbagai konsentrasi kitosan

N	Kadar Hg (mg/L)		
	Kontrol	Kitosan 2 %	Kitosan 4 %
1	0.0041	0.0047	0.0035
2	0.0063	0.0033	0.0017
3	0.0050	0.0040	0.0026
4	0.0054	0.0041	0.0033
5	0.0052	0.0039	0.0019

ANOVA KADAR LOGAM BERAT Hg DARI BERBAGAI KONSENTRASI KITOSAN

Data	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	2	.000	16.656	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	.000	14			

Multiple Comparisons

Data

LSD

(I) perlak	(J) perlak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Kitosan2%	.0012000*	.0004509	.021	.000218	.002182

	Kitosan4%	.0026000*	.0004509	.000	.001618	.003582
Kitosan2%	Kontrol	-.0012000*	.0004509	.021	-.002182	-.000218
	Kitosan4%	.0014000*	.0004509	.009	.000418	.002382
Kitosan4%	Kontrol	-.0026000*	.0004509	.000	-.003582	-.001618
	Kitosan2%	-.0014000*	.0004509	.009	-.002382	-.000418

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 2: Kadar logam berat Timbal (Pb) pada air yang diberi berbagai konsentrasi kitosan

N	Kadar Pb (mg/L)		
	Kontrol	Kitosan 2 %	Kitosan 4 %
1	0.143	0.097	0.043
2	0.110	0.075	0.052
3	0.131	0.066	0.034
4	0.102	0.108	0.048
5	0.123	0.084	0.038

ANOVA KADAR LOGAM BERAT Pb DARI BERBAGAI KONSENTRASI KITOSAN

Data	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.016	2	.008	38.775	.000
Within Groups	.002	12	.000		
Total	.018	14			

Multiple Comparisons

Data

LSD

(I) perlak	(J) perlak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound

Kontrol	Kitosan2%	.035800*	.008961	.002	.01628	.05532
	Kitosan4%	.078800*	.008961	.000	.05928	.09832
Kitosan2%	Kontrol	-.035800*	.008961	.002	-.05532	-.01628
	Kitosan4%	.043000*	.008961	.000	.02348	.06252
Kitosan4%	Kontrol	-.078800*	.008961	.000	-.09832	-.05928
	Kitosan2%	-.043000*	.008961	.000	-.06252	-.02348

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.