

Efektivitas Kitosan Cangkang Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*) Terhadap Penurunan Logam Timbal (Pb) Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

*The Effectiveness Of Chitosan Golden Snail (*Pomacea Canaliculata*) On The Reduction Of Lead Metal (Pb) Blood Clam (*Anadara Granosa*)*

Nonny Setiawan^{1*}, Ulya Sarofah¹, Anugerah Dany Priyanto¹

¹Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik UPN Veteran Jawa Timur

*Korespondensi penulis : nonnysetiawan15@gmail.com

ABSTRACT

*Blood clam (*Anadara Granosa*) is an important fishery commodity and is favored by the people around Kenjeran Beach, Surabaya. Blood clams can accumulate heavy metals such as Pb due to their living in sediments. Chitosan which comes from golden snail shells can bind Pb metal levels in blood clams. The purpose of this study was to determine the effect of concentration treatment and soaking time of gold snail shell chitosan on the reduction of blood clam Pb metal. Chitosan was produced by deproteination with 4% NaOH, demineralization with 1.25 N HCL, and deacetylizization of chitin with 60% NaOH solution. The deacetylizization degree of golden snail shell chitosan was 77.38%. The experimental design used was factorial CRD with two factors. The first factor was the concentration of chitosan (1%, 2% and 3%), while the second factor was the soaking time of the chitosan (90 minutes, 120 minutes, and 180 minutes). The data obtained were analyzed by ANOVA, if there were significant differences, then continued with the Duncan Test (DMRT). The best treatment produced was with a concentration of 3% chitosan and 180 minutes of soaking time for chitosan which reduced the Pb metal content of blood clams by 96.93%.*

Keyword: Chitosan; Golden Snail; Lead Metal

ABSTRAK

Kerang darah (*Anadara Granosa*) merupakan komoditas perikanan yang penting dan digemari oleh masyarakat di sekitar Pantai Kenjeran Surabaya. Kerang darah dapat mengakumulasi logam berat seperti Pb karena hidupnya yang menetap di sedimen. Kitosan yang berasal dari cangkang keong mas dapat mengikat kadar logam Pb pada kerang darah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan konsentrasi dan lama perendaman kitosan cangkang keong mas terhadap penurunan logam Pb kerang darah. Kitosan dihasilkan melalui proses deproteinasi dengan NaOH 4%, demineralisasi dengan HCL 1,25 N, dan deasetilisasi kitin dengan larutan NaOH 60%. Derajat deasetilisasi kitosan cangkang keong mas yang dihasilkan sebesar 77,38%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL faktorial dengan dua faktor. Faktor I adalah konsentrasi kitosan (1%, 2% dan 3%), sedangkan faktor II adalah lama perendaman kitosan (90 menit, 120 menit, dan 180 menit). Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA, jika terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT). Perlakuan terbaik yang dihasilkan yaitu dengan konsentrasi kitosan 3% dan lama perendaman kitosan 180 menit yang menurunkan kadar logam Pb kerang darah sebesar 96,93%.

Kata Kunci : Kitosan; Keong Mas; Logam Pb

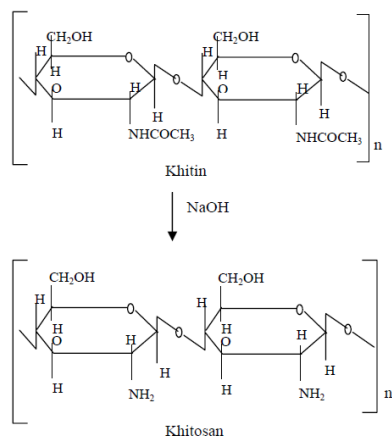
PENDAHULUAN

Logam berat merupakan limbah yang sering menimbulkan pencemaran laut. Penyebab utama logam berat tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan (Fernanda,2012). Logam berat yang masuk dalam perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi terutama di dalam tubuh biota laut yang menetap. Kelompok organisme yang mampu mengakumulasi logam berat adalah *bivalvia*. Kemampuan tersebut menjadikan *bivalvia* menjadi bioindikator suatu perairan (Putri, 2010). Kelompok *bivalvia* tersebut salah satunya adalah kerang darah.

Kerang darah banyak ditemukan pada substrat yang berlumpur dan bersifat infauna yaitu hidup dengan cara membenamkan diri di bawah permukaan lumpur (Latifah, 2011). Kadar logam berat kerang darah menurut penelitian Septiani (2018) kandungan kadar logam Pb kerang darah yang berasal dari perairan Kenjeran yaitu 0,519 ppm, kadar logam Pb kerang darah tersebut telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh BPOM tahun 2017 tentang cemaran logam Pb yaitu 0,20 ppm. Tingginya kadar logam Pb kerang darah ini akan mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia, sehingga dilakukan upaya untuk mengurangi kadar logam Pb kerang darah tersebut dengan kitosan.

Kitosan dihasilkan dari deasetilisasi kitin, kitin merupakan bahan organik utama yang terdapat pada kelompok hewan *crustacea*, *insecta*, *fungi*, *mollusca* dan *arthropoda*. Penggunaan kitosan dari cangkang udang, kepiting, rajungan, kerang sudah banyak dimanfaatkan sebagai kitosan. Bahan lain yang digunakan untuk mendapatkan kitin adalah cangkang keong mas, cangkang keong mas mengandung kitin sebesar 20-50% (Atika, 2013). Sehingga kitosan yang digunakan pada penelitian ini yang berasal dari cangkang keong mas.

Kitosan mempunyai struktur kimia yang sama dengan kitin, terdiri dari rantai molekul yang panjang. Perbedaan antara kitin dan kitosan adalah pada setiap cincin molekul kitin terdapat gugus asetil (CH_3CO) pada atom karbon kedua, sedangkan pada kitosan terdapat gugus amina (NH). Kitosan dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilisasi yaitu dengan cara direaksikan dengan menggunakan alkali konsentrasi tinggi dengan waktu yang relatif lama (Pratiwi, 2014). Deasetilisasi kitin menjadi kitosan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Deasetilasi kitin menjadi kitosan

Sumber : Stevano, dkk (2016)

Secara umum proses pembuatan kitosan meliputi 3 tahap, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Proses deproteinasi bertujuan mengurangi kadar protein dengan menggunakan larutan alkali encer dan pemanasan yang cukup. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk mengurangi kadar mineral (CaCO_3) dengan menggunakan asam konsentrasi rendah untuk mendapatkan khitin, sedangkan proses deasetilasi bertujuan menghilangkan gugus asetil dari kitin melalui pemanasan dalam larutan alkali kuat dengan konsentrasi tinggi (Yunizal dkk, 2001). Kualitas dan penggunaan produk kitosan ditentukan dari sebesar besar derajat deasetilasi (Stevano dkk, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam penelitian dilakukan pengujian efektivitas kitosan cangkang keong mas terhadap kadar logam Pb pada kerang darah.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah cangkang keong mas didapatkan dari kabupaten Gresik, Kerang darah didapatkan dari perairan Kenjeran Surabaya. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa adalah aquades, NaOH 4%, HCL 1,25 N, NaOH 60%, asam asetat 2%.

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan kitosan meliputi : *cabinet dryer*, neraca analitik, timbangan, magnetic stirrer, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), FTIR. Alat-alat untuk analisa meliputi kertas saring, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, tabung reaksi, *beaker glass*, batang pengaduk, corong.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial terdiri dari 2 faktor, faktor I adalah konsentrasi kitosan (1%, 2%

dan 3%) dan faktor kedua adalah lama perendaman (90, 120, dan 180 menit) dengan 2 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisa dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan's (DMRT).

Ekstraksi Kitin

Proses ekstraksi kitin dari cangkang keong mas dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

Deproteinasi

Serbuk cangkang keong bakau ditambahkan NaOH 4 % (perbandingan 1:10 (b/v) ke dalam erlenmeyer. Kemudian campuran dikocok dengan kecepatan 520 rpm selama 1 jam menggunakan magnetic stirrer pada suhu 80°C. Campuran yang telah dipanaskan disaring, setelah itu residu yang diperoleh dicuci dengan akuades hingga pH-nya netral dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama ±8 jam, kemudian ditimbang.

Demineralisasi

Proses berikutnya adalah menghilangkan kandungan mineral seperti kalsium karbonat, magnesium fosfor dan mineral-mineral lain. pada serbuk kering yang telah dideproteinasi. Demineralisasi dilakukan dengan penambahan HCl 1,25 N ke dalam erlenmeyer yang berisi serbuk hasil deproteinasi dengan perbandingan 1:10 (b/v). Campuran dikocok dengan kecepatan 520 rpm menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruang selama 3 jam. Setelah itu campuran disaring dan residu yang diperoleh dicuci dengan akuades hingga pH-nya netral. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C ±8 jam, kemudian ditimbang.

Pembuatan Kitosan

Serbuk kitin direaksikan dengan larutan NaOH 60% dengan perbandingan 1:10 (b/v). Selanjutnya dikocok dengan dengan magnetic stirrer sambil dipanaskan pada suhu 100°C selama 180 menit. Campuran disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH-nya netral. Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C sampai kering (±12 jam), kemudian ditimbang.

Hasil deasetilasi yang diperoleh dianalisis dengan spektroskopi infra merah untuk mengidentifikasi gugus fungsi NH dan OH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Kerang Darah Awal

Tabel 1 menunjukkan bahwa kerang darah yang berasal dari perairan Kenjeran mengandung kadar logam yang tinggi yaitu sebesar 6,51 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa hasil analisa kerang darah lebih tinggi dibandingkan dengan Septiani (2018) yaitu kadar Pb kerang darah sebesar 0,519 ppm. Perbedaan hasil kadar logam Pb kerang darah ini kemungkinan disebabkan pengambilan kerang darah di perairan Kenjeran dan banyaknya limbah yang semakin meningkat di perairan kenjeran sehingga mengendap di dasar perairan Kenjeran. Hal ini menurut Landi, dkk (2016) menyebutkan bahwa sebaran

konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen di perairan Kenjeran berkisar 1,7034-13, 5933 ppm. Tingginya kadar logam Pb di sedimen perairan kenjeran ini akan berpengaruh terhadap kerang darah yang hidup di perairan Kenjeran. Dampak yang akan ditimbulkan jika kerang darah dikonsumsi secara terus menerus akan menyebabkan gangguan kesehatan. Menurut Sri (2017) dampak pencemaran logam berat Pb bagi kesehatan akan menimbulkan efek dalam jangka panjang.

Hasil analisa kerang darah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Kerang Darah

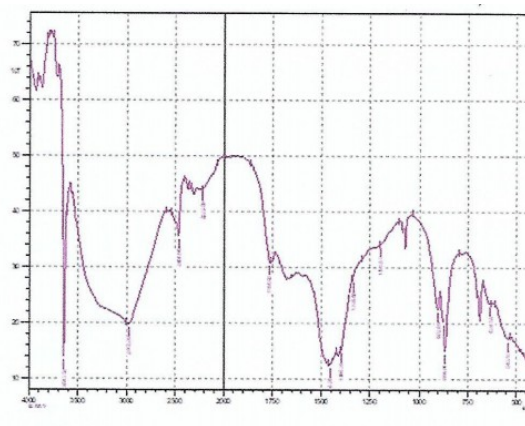
Parameter	Kerang Darah	
	Analisa	Literatur
Kadar Logam Pb (ppm)	6,51	0,519 ^{a)}

Sumber: a) Septiani (2018)

2. Analisis FTIR Kitosan dan Derajat Deasetilisasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa adanya serapan pada bilangan panjang gelombang 3500-3650 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus OH dan NH, menurut Fessenden (1986) dalam Darman, dkk (2016) gugus OH dan NH terdapat antara bilangan 3000-3700 cm^{-1} . Serapan pada bilangan gelombang 2978,09 cm^{-1} mengindikasikan adanya gugus C-H dari alkana yaitu menunjukkan vibrasi ulur $-\text{CH}_2$. Pita serapan lemah pada bilangan gelombang 2466,96 dan 2222 cm^{-1} merupakan akibat dari vibrasi rentangan NH dari amina. Sedangkan pada pita serapan 1766 cm^{-1} merupakan serapan gugus C=O dari amida, menurut Ghaee, dkk (2012) kitosan mempunyai dua gugus fungsi penting yang dapat digunakan untuk menyerap logam berat, gugus fungsi penting dari kitosan adalah gugus amina (NH_2) dan gugus hidroksil (OH). Pita serapan pada panjang gelombang 1456,26 dan 1398,39 cm^{-1} merupakan vibrasi rentang C-H dari CH_3 . Pada pita serapan panjang gelombang 1338,6; 1195,87; dan 902,69 cm^{-1} merupakan rentang C-O. Vibrasi pembentukan NH_2 dari amida primer terjadi pada pita lemah bilangan gelombang 634,58 cm^{-1} . Proses analisis FTIR berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi kitosan. Hasil analisa FTIR dapat dilihat di Gambar 2.

Penentuan derajat deasetilisasi dilakukan untuk mengetahui terbentuknya kitosan dari kitin. Menurut Habibie (1996) dalam Agusnar (2007) penentuan derajat deasetilisasi yang paling berperan adalah pita serapan amida dan hidroksil. Semakin tinggi kandungan amina yang terkandung di dalam kitosan, maka semakin tinggi derajat deasetilisasi yang dihasilkan. Berdasarkan analisa kitosan diketahui bahwa derajat deasetilisasi kitosan cangkang keong mas yaitu 77,38%, hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Darman, dkk (2016) yaitu derajat deasetilasi kitosan cangkang keong bakau 64%.



Gambar 2. Hasil Analisa FTIR

Perbedaan ini menunjukkan bahwa kandungan amina yang terdapat dalam cangkang keong keong mas lebih tinggi dibandingkan dengan cangkag keong bakau. Hal ini juga sesuai *Protan Laboratories* (1989) tentang derajat deasetilisasi kitosan harus $\geq 70\%$. Berdasarkan derajat deasetilisasi kitosan cangkang keong mas yang diperoleh yaitu 77,38%, dengan besarnya derajat deasetilisasi kitosan cangkang keong mas yang dihasilkan ini akan berpengaruh terhadap kemampuan kitosan dalam mengikat ion logam Pb pada Kerang darah. Reaksi deasetilisasi kitin menjadi kitosan menurut Stevano, dkk (2016) proses deasetilisasi dengan menggunakan alkali pada suhu tinggi akan menyebabkan terlepasnya gugus asetil (CH_3CO) dari molekul khitin. Gugus amida pada khitin akan berikatan dengan gugus hidrogen yang bermuatan positif sehingga membentuk gugus amina bebas (NH_2). NH_2 akan mengikat logam berat Pb yang terdapat pada kerang darah sehingga kadar logam Pb yang terdapat pada kerang darah akan berkurang.

3. Analisa Kitosan

Tabel 2 menunjukkan bahwa kitosan cangkang keong mas memiliki ukuran partikel berupa serbuk, dan kitosan larut dalam asam asetat 2%, hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Darman dkk (2016) yang menggunakan cangkang keong bakau yang menghasilkan ukuran partikel berupa serbuk dan larut dalam asam asetat 2%. Hal ini juga sesuai dengan *Standar Protan Laboratories*. Kelarutan kitosan dalam asam asetat adalah salah satu parameter utama dalam penilaian mutu kitosan. Menurut Sugita (2009) menyatakan bahwa kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 2%.

Hasil analisa rendemen kitosan cangkang keong mas menghasilkan rendemen sebesar 49,17% sedangkan berdasarkan penelitian Darman dkk (2016) rendemen yang dihasilkan cangkang keong bakau sebesar 37,62%. Menurut Partia (2013) Jumlah rendemen kitosan dipengaruhi oleh konsentrasi reagen, temperatur, waktu reaksi dan

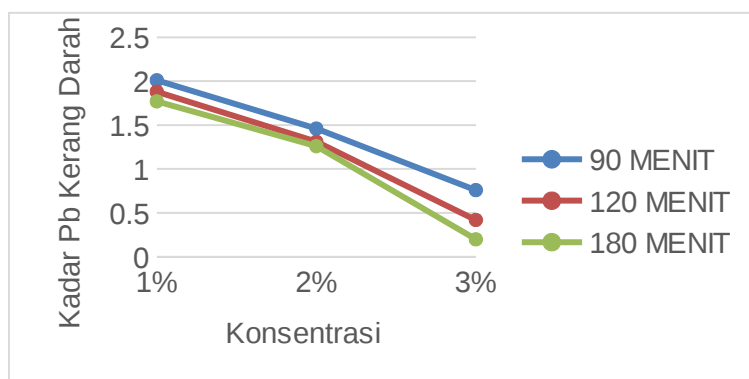
ukuran partikel. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan pada proses deasetilisasi kitin akan menurunkan rendemen kitosan. Rendemen kitosan tidak dijelaskan oleh *Standar Protan Laboratories*. Analisa kitosan cangkang keong mas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Kitosan

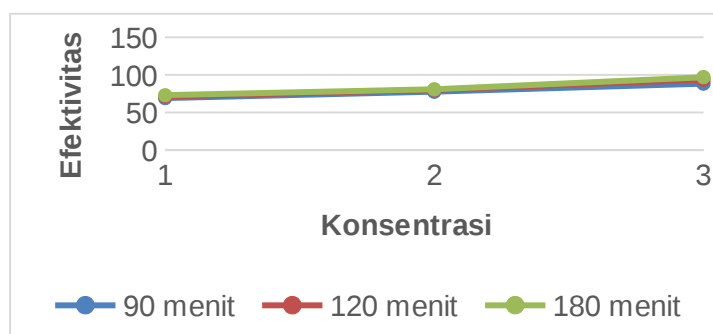
Parameter	Kitosan			Standar <i>Protan Laboratories</i> (1989)
	Cangkang Keong Mas	Cangkang Bakau	Keong	
Ukuran partikel	Serbuk	Serbuk		Serpihan sampai serbuk
Kelarutan dalam asam asetat 2%	Larut	Larut		Larut
Rendemen (%)	49,17	37,62		-

4. Kadar Pb

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan lama perendaman semakin tinggi penurunan kadar Pb kerang darah. Hal ini disebabkan karena semakin besar jumlah yang diberikan, maka semakin tinggi pula jumlah gugus amino (NH₂) yang mampu mengikat kadar logam berat Pb (Riswanda dkk, 2014). Grafik kadar Pb kerang darah setelah perlakuan dengan kitosan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar Pb kerang darah perlakuan konsentrasi dan lama perendaman

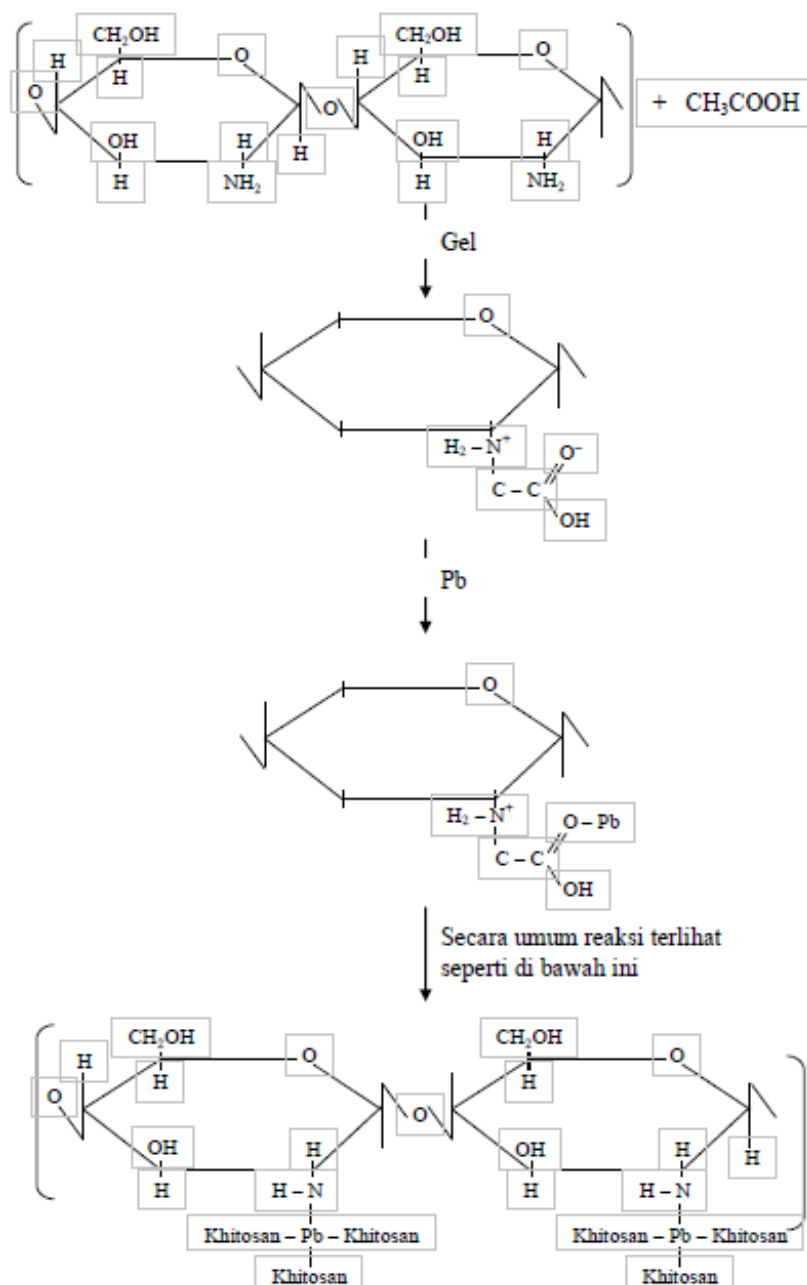


Gambar 4. Efektivitas Kitosan terhadap Kadar Pb kerang darah

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kadar logam Pb pada kerang darah awal tanpa perlakuan yaitu 6,51 ppm setelah dilakukan perlakuan kitosan kadar logam Pb pada kerang

darah berkurang menjadi 0,20 ppm. Efektivitas kitosan terhadap kadar Pb kerang darah dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 efektivitas kitosan terhadap logam Pb kerang darah menunjukkan efektivitas terbesar yaitu 96.93%. Penurunan kadar logam Pb pada kerang darah disebabkan karena kerang darah dilakukan perendaman dengan kitosan.



Gambar 5. Bentuk senyawa kompleks pengikatan logam berat oleh kitosan

Sumber : Hirano (1989) dalam Nirmala dkk (2012)

Tingginya derajat deasetilisasi kitosan kemungkinan berpengaruh terhadap penurunan kadar logam pada kerang darah. Hal ini sesuai dengan Rahayu dan Purnavita (2007) semakin tinggi derajat deasetilasi kitosan, maka semakin memperbesar kemampuan

kitosan dalam mengikat ion logam, karena semakin tinggi derajat deasetilisasi kitosan, maka semakin banyak gugus amina (NH_2). Reaksi kitosan dengan logam Pb dapat dilihat pada Gambar 5.

NH_2 yang akan mengikat logam Pb kerang darah sehingga kadar logam Pb yang terdapat pada kerang darah akan berkurang. Menurut Mariatna (2008) kemampuan kitosan menyerap logam karena adanya gugus amino dan hidroksil yang terikat sehingga menyebabkan kitosan dapat menyerap logam. Gugus amino (NH_2) akan mengikat logam Pb terdapat pada kerang darah, logam berat yang terikat dengan gugus amino (NH_2) akan membentuk kondisi yang stabil, sehingga kadar logam Pb pada kerang darah akan berkurang,

KESIMPULAN

Kitosan cangkang keong mas menghasilkan Derajat Deasetilisasi sebesar 77,38 dan konsentrasi kitosan 3% dengan lama perendaman 180 menit merupakan analisa perlakuan terbaik yang menunjukkan efektivitas kitosan cangkang keong mas terhadap kadar logam Pb kerang darah tertinggi dengan persentase penyerapan 96,93%

DAFTAR PUSTAKA

- Agusnar, H. 2007. Penggunaan Kitosan Dari Tulang Rawan Cumi-Cumi (*Loligo Pealli*) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Cd Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains Kimia*. 11(1) : 15-20
- Atika, D. S., Nurhafizah. R., dan Sabariah. 2013. Potensi Zat Kitin Pada Hama Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*) Sebagai Pengawet Organik Buah Klimaterik Lokal Kalimantan Barat Dalam Upaya Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional. Skripsi . Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) 2017. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan.
- Darman, P., Syaiful. B., Ni Ketut. S. 2016. Pemanfaatan Kitosan Cangkang Keong Bakau (*Telescopium sp*) Sebagai Pengikat Ion Logam Timbal (Pb) Dalam Larutan. *Jurnal Riset Kimia KOVALEN*. 2(1):14-21
- Fernanda, L. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Sifat Fraksionasinya Pada Sedimen Laut. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. 1986. Kimia Organik. Edisi Ketiga Jilid 1. Jakarta:Erlangga
- Ghaee, A. M., Shariaty. N., Barzin. J., Zarghan. A. 2012. Adsorption copper and nickel ions on macroporous chitosan membrane: Equilibrium study. *Appl Surf Sci*. 258(19): 7732-7743.

- Hirano, S.1989. Chitin and Chitosan. Republica of Germany : Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5 : 231-232
- Latifah, A., 2011. Karakteristik Morfologi Kerang Darah (*Anadara granosa*). Departemen Teknologi Hasil Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Laboratorium Protan .1989. Cation Polymer for Recovering Valuable by Product from Processing Waste. USA: Burgess
- Landi, P.H., Sri, Y. W dan Jarot, M. Studi Sebaran Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Dalam Sedimen di Pantai Kenjeran Surabaya. *Jurnal Oseanografi*. 5(2) : 277-285
- Meriatna. 2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Krom (Cr) dan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Tesis. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. USU. Medan
- Nirmala, K., Sekarsari J., dan Suptijah, P,. 2012. Efektivitas Kitosan Sebagai Pengkhelat Logam Timbal dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Awal Embrio Ikan Zebra. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(2) : 157-165
- Patria, A. 2013. Production and characterization of chitosan from shrimp shells waste. *International Journal of the Bioflux Society*. 6(4):339-344.
- Pratiwi, R. 2014. Manfaat Kitin Dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI. Jakarta
- Protan Laboratories Inc. 1987. Protan Biopolymers. Norway [NO]: Protan Laboratoris, Inc
- Putri, Fitriana Intan. 2010. Kandungan Logam Berat Hg, Cd, dan Pb pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Teluk Lada, Kabupaten Pandeglang, Banten. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Rahayu, L.H., dan Purnavita. 2007. Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Postunus pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Reaktor*. 11(1) : 45-49
- Riswanda, T., Rachmadiarti. F., dan Kuntjoro. S. 2014. Pemanfaatan Kitosan Udang Putih (*Lithopannaeus vannamei*) sebagai Bioabsorben Logam berat Timbal (Pb) pada Daging kerang Tahu di Muara Sungai Gunung Anyar. *Ejournal LenteraBio*. 3(3) : 266-271
- Septiani, W.L. 2018. Analisis Kandungan Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa L.*) Di Pantai Prigi Trenggalek dan Pantai Kenjeran Surabaya. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya
- Sri, M. I. 2017. Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*. 2(2) : 54 – 60
- Stevano, V.M., Andhika. B., dan Isna. S. 2016. Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*) Sebagai Adsorben Logam Berat Seng (Zn). Konversi.

Fakultas Teknik. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru Kalimantan Selatan.
5(1). 22-26

Sugita, P., Wukisari. T., Sjahriza. A., dan Wahyono. D. 2009. *Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan*. IPB Press. Bogor.

Yunizal, Y., Ninoek. I., dan Murdinah.M. 2001. Ekstraksi Khitosan dari Kepala Udang Putih (*Penaeus merguensis*). *Journal Agritech*. 21 (3) : 113-117.