

**PENGARUH VARIASI WAKTU PERENDAMAN MEMBRAN KITOSAN
DALAM LARUTAN Pb TERHADAP SIFAT KONDUKTANSI MEMBRAN
SEBAGAI ADSORPSI ION LOGAM Pb**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Jurusan Fisika FMIPA UNP Untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains Strata Satu (S-1)*



Oleh:

Mella Roza
NIM.84180/2007

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2012

PERSETUJUAN SKRIPSI

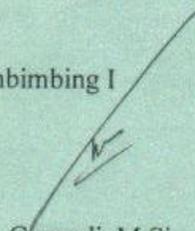
PENGARUH VARIASI WAKTU PERENDAMAN MEMBRAN KITOSAN DALAM LARUTAN Pb TERHADAP SIFAT KONDUKTANSI MEMBRAN SEBAGAI ADSORPSI ION LOGAM Pb

Nama : Mella Roza
NIM : 84180
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

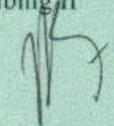
Padang, 6 Juni 2012

Disetujui Oleh

Pembimbing I


Drs. Gusnedi, M.Si
NIP. 19620810 198703 1 002

Pembimbing II


Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas
Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Membran
Kitosan Dalam Larutan Pb Terhadap Sifat
Konduktansi Membran Sebagai Adsorpsi Ion
Logam Pb

Nama : Mella Roza

NIM : 84180

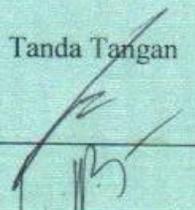
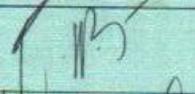
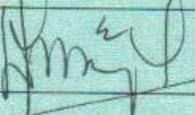
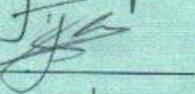
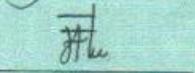
Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 6 Juni 2012

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Gusnedi, M. Si	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	4. 
5. Anggota	: Fatni MuFit, S.Pd, M.Si	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 6 Juni 2012

Yang Menyatakan,



Mella Roza

ABSTRAK

Mella Roza : Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Membran Kitosan Dalam Larutan Pb Terhadap Sifat Konduktansi Membran Sebagai Adsorpsi Ion Logam Pb

Limbah cair dari perindustrian dan pertambangan merupakan sumber utama polutan logam berat. Logam yang dapat membahayakan kehidupan manusia diantaranya logam Pb. Sebelum dialirkan ke lingkungan sebaiknya dilakukan pemisahan logam berat dari limbah industri, yaitu dengan menggunakan metoda adsorpsi. Membran kitosan merupakan adsorben yang mampu digunakan sebagai adsorpsi ion logam Pb. Pengkajian sifat listrik dari membran kitosan ini merupakan salah satu referensi dalam melihat kemampuan membran sebagai adsorpsi ion logam berat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sifat konduktansi dari membran kitosan yang berguna untuk melihat kemampuan membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan sampel membran dari kitosan yang direndam dalam larutan logam Pb. Variabel- variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, berupa lama waktu perendaman membran yaitu 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, 3 jam dan tanpa perendaman. Variabel kontrol berupa jenis membran, ukuran membran, larutan elektrolit, dan larutan Pb. Variabel terikat yaitu konduktansi dan arus-tegangan membran. Variasi lama waktu perendaman membran dalam larutan akan mempengaruhi sifat kelistrikan membran. Sifat kelistrikan membran didapat dengan pengukuran karakteristik Arus-tegangan dan konduktansi. Penentuan tegangan membran dilakukan dengan cara meletakkan membran yang telah direndam larutan Pb ke dalam *chamber* yang diisi larutan elektrolit KCl, kemudian dialiri arus dengan nilai tertentu, sehingga tegangan membran dapat diukur.

Hasil pengukuran untuk pengaruh variasi waktu perendaman membran kitosan dalam larutan logam Pb diperoleh hasil sebagai berikut: Nilai dari konduktansi untuk variasi waktu perendaman masing-masingnya adalah: pada 0,5 jam adalah $2,535 \times 10^{-6}$ mS, 1 jam adalah $3,138 \times 10^{-6}$ mS, 1,5 jam adalah $3,942 \times 10^{-6}$ mS, 2 jam adalah $4,900 \times 10^{-6}$ mS, 2,5 jam adalah $5,815 \times 10^{-6}$ mS, dan 3 jam adalah $9,867 \times 10^{-6}$ mS. Sedangkan pengukuran konduktansi membran tanpa perendaman larutan Pb adalah $2,918 \times 10^{-6}$ mS. Dari data tersebut diperoleh arus-tegangan karakteristik arus-tegangan membran dalam larutan adalah linier, semakin lama perendaman dalam larutan logam Pb, maka arus yang mengalir semakin besar. Semakin lama waktu perendaman membran kitosan dalam larutan Pb, maka nilai konduktansi semakin besar.

Kata Kunci: *Kitosan, Membran, Adsorpsi, Konduktansi*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta salawat beriring salam penulis sampaikan kepada Rasulullah S.A.W sebagai uswatun hasanah bagi kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul ” Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Membran Kitosan Dalam Larutan Pb Terhadap Sifat Konduktansi Membran Sebagai Adsorpsi Ion Logam Pb”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si sebagai Dosen pembimbing I yang telah tulus dan ikhlas memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Dosen pembimbing II yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Hj. Djusmaini Djamas, M. Si, Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si, dan Ibu Fatni Mufit, S.Pd, M. Si sebagai Dosen tim penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
6. Bapak Harman Amir, S.Pd, M.Si sebagai Penasehat Akademis bagi penulis telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
7. Bapak / Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Seluruh keluarga tercinta atas do'a dan dorongan semangat yang diberikan.
9. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
10. Semua Senior, teman-teman Fisika 2007 dan Junior yang telah banyak membantu.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis yakin bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi kita.

Padang, Februari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	4
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Kontribusi Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Kitin.....	7
B. Kitosan.....	9
C. Pembentukan Kompleks Kitosan dengan Logam	13
D. Logam Berat Pb (Timbal).....	16
E. Adsorpsi.....	18
F. Membran	19

G. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran	22
H. Mekanisme Transpor Pada Membran	23
I. Karakteristik Kelistrikan Membran.....	26
J. Elektroda	29
BAB III METODA PENELITIAN.....	32
Jenis Penelitian	32
Waktu dan Tempat Penelitian	32
Variabel Penelitian.....	33
Pengambilan Sampel.....	33
Bahan dan Alat	33
Perancangan Penelitian	37
Teknik Pengumpulan Data	43
Teknis Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Deskripsi Data.....	45
B. Analisis Data.....	47
C. Pembahasan	49
BAB V PENUTUP	53
A. Kesimpulan.....	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aplikasi dan fungsi kitosan di berbagai bidang	13
2. Karakteristik arus-tegangan membran kitosan terhadap lama perendaman dalam larutan Pb	45
3. Persen daya serap membran kitosan terhadap ion logam Pb dalam 100 mL larutan Pb	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Kitin.....	8
2. Struktur Kitosan	10
3. Mekanisme Pengikatan Logam Berat oleh Kitosan	16
4. Proses adsorpsi	19
5. Proses difusi pada membran.....	25
6. Bubuk Kitosan.....	33
7. Asam asetat 1 % (pelarut) dan NaOH 4%	34
8. <i>Chamber</i>	34
9. Neraca Analitik.....	35
10. Multimeter Digital	35
11. Audiogenerator.....	36
12. <i>Magnetic stirrer</i>	36
13. Elektroda kawat tembaga (Cu) dan seng (Zn).....	36
14. Resistor 1 K Ω	37
15. Kabel Penghubung.....	37
16. Cairan Kitosan.....	38
17. Cetakan Kaca.....	39
18. Membran Kitosan	39
19. <i>Atomic absorption spectroscopy (AAS)</i>	40
20. Skema rangkaian sistem pengukuran I-V	41

21. Rangkaian Alat Penelitian.....	41
22. Lembaran Membran Kitosan.....	42
23. Botol Larutan Pb.....	42
24. Grafik Hubungan Karakteristik Arus-Tegangan Membran Kitosan Kerhadap Lama Perendaman Dalam Larutan Ion Logam Pb	47
25. Grafik hubungan konduktansi membran kitosan dengan lama waktu perendaman dalam larutan ion logam Pb	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Karakteristik arus tegangan membran kitosan terhadap lama waktu perendaman dalam larutan ion logam Pb.....	56
2. Pengolahan data karakteristik arus tegangan dalam larutan logam Pb 10 ppm.....	57
3. Gambar Penelitian	60
4. Certificate of Analysis	61

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan jumlah industri akan selalu diikuti oleh penambahan jumlah limbah, baik berupa limbah padat, cair maupun gas. Masalah utama yang ditimbulkan dari perkembangan industri saat ini adalah masalah pencemaran lingkungan oleh limbah industri. Salah satu limbah industri yang berbahaya adalah logam berat. Logam berat banyak digunakan pada berbagai industri seperti industri kimia, semen, peleburan logam, pertambangan, baterai, cat dan industri lainnya. Masuknya limbah ini ke perairan laut telah menimbulkan pencemaran terhadap perairan.

Logam berat menjadi berbahaya karena tidak dapat didegrasi oleh tubuh, memiliki sifat toksisitas (racun) pada makhluk hidup walaupun pada konsentrasi yang rendah dan dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu (Buhani, 2007). Sebenarnya logam berat digolongkan menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial adalah logam yang keberadaannya dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan logam berat non esensial adalah logam berat yang keberadaannya dalam tubuh dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain. Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh, daya racun yang demikian akan bekerja sebagai penghalang kerja

enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen atau karsinogen bagi manusia (Herwanto. 2006).

Mengingat ancaman yang begitu besar dari pencemaran logam berat, maka dikembangkan berbagai metode alternatif untuk mengurangi konsentrasi logam berat yang dibuang ke perairan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk penanganan limbah logam berat yaitu metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses akumulasi substansi dipermukaan antara dua fasa yang terjadi secara fisika atau kimia, atau proses terserapnya molekul-molekul pada permukaan eksternal dan internal suatu padatan. Akumulasi yang terjadi dapat berlangsung pada proses cair-cair, cair-padat, dan padat-padat. Sedangkan komponen-komponen yang diserap disebut adsorbat contoh bahan yang biasa digunakan sebagai adsorbat antara lain : aluminium, karbon aktif, silica gel dan lain-lain. (Mc.Cabe,1999 dalam Meriatna. 2008). Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben logam berat dari air limbah adalah kitosan.

Kitosan adalah suatu rantai linear dari D-Glukosamin dan N-Asetil D-Glukosamin yang terangkai pada posisi $\beta(1-4)$. Kitosan dihasilkan dari deasetilasi kitin. Karena dalam bentuk kationik, bentuk kitosan yang tidak larut dalam air akan membentuk polielektronik dengan anion polielektrolit. Keberadaan gugus amida dalam kitin dan gugus amina dalam kitosan telah menjadikan kitin dan kitosan sebagai adsorben yang mampu mengikat logam berat. Hal ini terkait dengan adanya gugus amina terbuka sepanjang rantai kitosan (Kumar, 2000). Kemampuan kitosan membentuk senyawa kompleks dengan logam berat telah

mendorong lahirnya banyak penelitian seputar adsorpsi logam berat pada kitosan. Salah satu logam berat yang dikaji dalam penelitian ini adalah logam Pb. Logam Pb merupakan logam yang berbahaya dan banyak ditemui dalam limbah cair industri. Logam Pb dalam skala kecil masuk ke dalam tubuh akan mengakibatkan kerusakan dalam organ tubuh.

Penelitian ini mengkaji adsorpsi ion logam berat Pb pada kitosan dalam bentuk membran. Membran merupakan lapisan semipermeable yang dapat melewatkan komponen tertentu dan menahan komponen lain berdasarkan perbedaan ukuran komponen yang akan dipisahkan. Membran dapat berfungsi sebagai barrier atau penghalang tipis yang sangat selektif di antara dua fasa, hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan molekul, menahan partikel yang berukuran lebih besar dari pori-pori membran (Notodarmojo S, 2004).

Bahan untuk pembuatan membran dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: polimer sintetis (seperti: perfluoropolimer, karet, silicon, poliamide dan polisulfon), produk alam termodifikasi (seperti selulosa dan kitosan), dan bahan-bahan lain seperti bahan *inorganic*, keramik, gelas, metalik, membran cair dan zeolit. Membran yang sering digunakan dalam proses pengolahan air limbah adalah membran terbuat dari selulosa asetat, polisulfon dan poliakrilonitril, yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan suatu bahan baku alternatif yang relatif mudah dan murah dengan memanfaatkan bahan lain sebagai membran. Penggunaan membran kitosan dari bahan dasar limbah kulit udang merupakan solusi yang efisien dan tepat untuk pengolahan limbah industri, karena

membran ini dibuat dengan ukuran nanopori sehingga dapat menyerap semua ion logam berat yang terkandung dalam limbah industri (Kusumawati, 2009).

Ion logam berat yang diserap membran kitosan dapat mempengaruhi karakteristik dari membran kitosan. Salah satu sifat karakteristik membran yang terpengaruh adalah sifat fisika dari membran, khususnya sifat konduktansi membran. Karakterisasi sifat fisika dari suatu membran meliputi sifat listrik, termal, mekanik, dan sebagainya. Sifat kelistrikan dapat dilihat dengan melakukan pengukuran terhadap nilai konduktansi membran dan karakteristik Arus-Tegangan (I-V). Karakteristik ini dipengaruhi oleh aliran elektron dan ion-ion pada membran. Dari karakteristik arus-tegangan dapat ditentukan sifat ohmik-nya suatu membran, daya tahanan listrik dan energi dari arus yang melintasi membran (Juansah 2002).

Berdasarkan sifat kelistrikan membran diatas, maka membran kitosan yang digunakan sebagai adsorpsi ion logam Pb perlu dikaji sifat kelistrikannya. Ion-ion logam dari logam berat yang terserap oleh membran akan memberikan pengaruh terhadap nilai konduktansi membran. Dari nilai konduktansi akan menunjukkan tingkat aliran arus yang melintasi membran. Hubungan karakteristik arus-tegangan dengan variasi waktu perendaman larutan, digunakan untuk memberikan informasi tentang mampu atau tidaknya suatu membran kitosan sebagai adsorpsi, sedangkan konduktansi untuk melihat respon membran terhadap karakteristik ion-ion logam yang terserap pada membran. Untuk itu peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Sifat Konduktansi Membran Kitosan Sebagai Adsorpsi Ion Logam Pb Terhadap Variasi Waktu Perendaman Dalam Larutan Pb”.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membran kitosan yang digunakan berasal dari limbah cangkang udang
2. Sifat fisis yang dikaji dari membran kitosan berupa karakteristik arus-tegangan dan konduktansi membran sebagai adsorpsi ion logam Pb
3. Dalam pembuatan membran kitosan massa kitosan yang digunakan adalah 7,5 gram bubuk kitosan dalam 250 ml asam asetat 1%, sehingga menghasilkan komposisi membran kitosan 3%. Pembuatan ini berdasarkan penelitian Meriatna (2008), dimana dengan komposisi tersebut menghasilkan membran yang baik.
4. Waktu perendaman dari 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, dan 3 jam.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan suatu masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik arus-tegangan membran kitosan pada variasi waktu perendaman dalam larutan logam Pb.
2. Bagaimanakah hubungan antara konduktansi membran kitosan dengan variasi waktu perendaman dalam larutan logam Pb.
3. Bagaimanakah kemampuan membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui:

1. Karakteristik arus-tegangan membran kitosan pada variasi waktu perendaman dalam larutan logam Pb
2. Hubungan antara konduktansi membran kitosan dengan variasi waktu perendaman dalam larutan logam Pb.
3. Kemampuan membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb

E. Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya bagi pengembangan KBK material dan biofisika.
2. Peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi Fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang penelitian Fisika
3. Peneliti lain, sebagai tambahan informasi tentang nilai konduktansi membran untuk melihat aspek dan aplikasi lain.
4. Mengetahui kajian sifat listrik dari membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kitin

Kitin berasal dari bahasa Yunani "Kiton" yang berarti baju rantai dari besi. Hal ini sesuai dengan fungsinya sebagai jaket pelindung untuk hewan-hewan golongan invetebrata. Kitin tersebar luas di alam dan merupakan senyawa organik kedua yang sangat melimpah di bumi setelah sellulosa. Setiap tahun dari perairan (laut) dihasilkan sekitar 1011 ton kitin namun kurang dari 0,1% yang dimanfaatkan kembali (Skjak-Braek & Sanford,1989 dalam Silitonga, 2009).

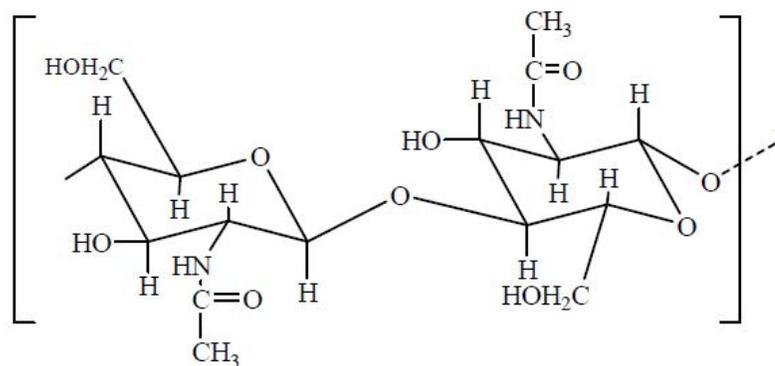
1. Sumber Kitin

Kitin merupakan biopolimer alami yang melimpah pada kulit luar kepiting, udang,dan juga dinding sel jamur dan serangga. Pada saat ini hanya sedikit dari jumlah limbah cangkang yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau bahan sumber kitin, sehingga pengelolaan kerang-kerangan menimbulkan pencemaran lingkungan. Akhir akhir ini nilai komersial dari kitin melonjak karena sifat sifat yang menguntungkan dari turunannya yang larut sehingga cocok untuk industri kimia, bioteknologi, bidang pertanian, pengelolaan pangan, kosmetik, peternakan, kedokteran, proteksi lingkungan,dan industri pembuatan kertas dan tekstil. Produksi kitin masih terbatas pada limbah cangkang kerang kerangan di beberapa negara dan polusi lingkungan oleh basa selama proses deprotonasi pada pembuatan kitin yakni cairan yang mengandung basa dan hasil degradasi protein. Karena kitin dan turunannya yang larut dalam air merupakan komponen utama dari beberapa dinding sel beberapa Zygomycetes, perhatian telah dialihkan ke

jamur untuk digunakan sebagai sumber alternatif kitin dengan menggunakan mikroorganisme pada media yang sederhana dan tersedia dalam jumlah yang dibutuhkan (Kumar, 2000).

2. Struktur Kitin

Kitin adalah suatu polisakarida linear yang terdiri dari senyawa poli [β -(1,4)-2 asetamido deoksi-D-glukopiranosose. Struktur kristal kitin serupa dengan selulosa didalam ikatan hidrogen didalam rantai dan antara satu rantai dengan rantai yang lainnnya. Struktur kitin dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kitin

(Sumber : Silitonga, 2009)

Unit penggunaan struktur kitin mengandung dua residu heksosa dan ketobiosa. Kitin mempunyai rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ yang mengandung jumlah atom C = 47,29%, H = 6,45%, N = 6,89%, dan O = 39,37% (Austin ,1981). Dalam struktur kitin (N-asetil D-glukosianin) bahwa β -piranosa merupakan komponen utama dari kitin (substansi yang dibentuk dari skleton dan arthropoda) (Kitin merupakan komponen yang larut dalam air dan sangat tahan pada hidrolisa

yang terjadi dan salah satu bagian dari sakarida. Kitin adalah polimer kedua terbanyak di alam setelah selulosa (Silitonga, 2009).

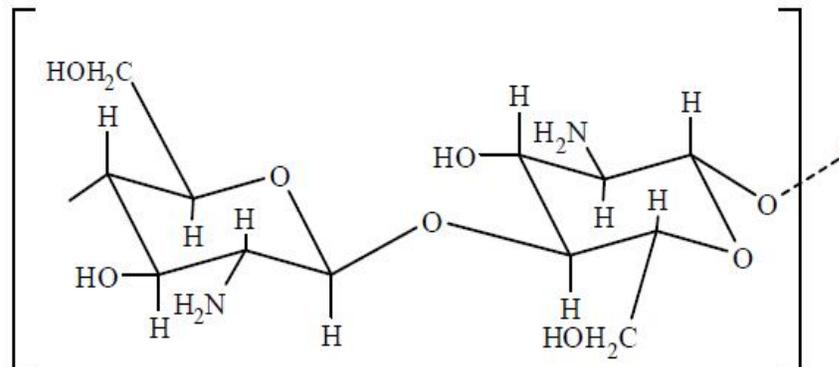
3. Sifat Fisika Kitin

Kitin merupakan bahan yang mirip dengan selulosa yang sama-sama memiliki sifat-sifat dalam hal kelarutannya dan reaktifitasnya yang rendah. Kitin yang berwarna putih, keras, tidak elastis, polisakarida yang mengandung nitrogen. Kitin dapat larut dalam HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, dikloroasetat, trikloroasetat dan asam formiat. Kitin juga larut dalam larutan pekat garam netral yang panas (Synowiecki,2003 dalam Silitonga. 2009).

B. Kitosan

1. Struktur Kitosan

Kitosan adalah suatu rantai linear dari D-Glukosamin dan N-Asetil DGlukosamin yang terangkai pada posisi $\beta(1-4)$. Kitosan dihasilkan dari deasetilasi kitin. Karena dalam bentuk kationik, bentuk kitosan yang tidak larut dalam air akan membentuk polielektronik dengan anion polielektrolit. Kitosan telah digunakan dalam bidang biomedikal dan farmasi karena kitosan bersifat biokompatibel,biodegradasi dan tidak beracun (Adriana *et al*,2003). Kitosan juga terdapat secara alami dalam beberapa jamur namun tidak sebanyak kitin. Struktur idealnya dapat dilihat dari Gambar 2:



Gambar 2. Struktur Kitosan
(Sumber : Silitonga, 2009)

Karena adanya gugus amino, kitosan merupakan polielektrolit kationik ($pK_a \approx 6,5$) hal yang sangat jarang terjadi secara alami. Sifat yang basa ini menjadikan kitosan:

- Dapat larut dalam media asam encer membentuk larutan yang kental sehingga dapat digunakan dalam pembuatan gel. Dalam beberapa variasi konfigurasi seperti butiran, membran, pelapis kapsul, serat dan spons.
- Membentuk kompleks yang tidak larut dengan air dengan polianion yang dapat juga digunakan untuk pembuatan butiran gel, kapsul dan membran.
- Dapat digunakan sebagai pengkhelat ion logam berat dimana gelnya menyediakan sistem produksi terhadap efek destruksi dari ion (Meriaty, 2002 dalam Silitonga, 2009)

2. Sifat-Sifat Kitosan

Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis, tidak beracun dan baik sebagai flokulan dan koagulan serta mudah membentuk membran atau film. Kitosan merupakan suatu biopolimer alam yang reaktif yang dapat melakukan

perubahan-perubahan kimia. Karena ini banyak turunan kitosan dapat dibuat dengan mudah menurut Robert (Meriatna, 2008).

Beberapa turunan kitosan yang telah dihasilkan dan juga telah diketahui kegunaannya antara lain:

- a. N-karboksialkil kitosan, digunakan sebagai pengumpul ion logam
- b. Asetil kitosan, digunakan dalam industri tekstil dan membran
- c. Kitosan gluka, digunakan sebagai pengkhelat ion logam dan agen penggumpal.

Sifat kationik, sifat biologi dan sifat biologi kimia dai kitosan adalah sebagai berikut:

- a. Sifat kationik
 - 1) Jumlah muatan positif tinggi: satu muatan per unit gugus glukosamin, jika banyak material bermuatan negatif (seperti protein) maka muatan positif kitosan berinteraksi kuat dengan permukaan negatif.
 - 2) Flokulan yang baik: gugus NH_3^+ berinteraksi dengan muatan negatif dari koloid.
 - 3) Mengikat ion-ion logam (Fe, Cu, Cd, Hg, Pb, Cr, Ni, Pu, dan U)
- b. Sifat biologi:
 - 1) Dapat terdegradasi secara alami
 - 2) Polimer Alami
 - 3) Nontoksik

c. Sifat Kimia:

- 1) Linear poliamin (poli D-glukosamin) yang memiliki gugus amini yang baik untuk reaksi kimia dan pembentukan garam dengan asam
- 2) Gugus amino yang selektif
- 3) Gugus hidroksil yang reaktif (C3-OH, C6-OH) yang dapat membentuk senyawa turunnya.

d. Sifat Fisika Kitosan

Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kitosan merupakan molekul polimer yang mempunyai berat molekul tinggi. Kitosan dengan berat molekul yang tinggi didapati dengan mempunyai viskositas yang baik dalam suasana asam. Kitosan hasil destilasi kitin, larut dalam asam encer seperti asam asetat, asam formiat, dll. Kitosan dapat membentuk gel dalam n-metilmorpin n-oksida yang dapat digunakan dalam formulasi pelepasan obat terkendali. Kandungan nitrogen dalam kitin berkisar 5-8% tergantung pada tingkat deasetilasi sedangkan nitrogen pada kitosan kebanyakan dalam bentuk gugus amino. Maka kitosan bereaksi melalui gugus amino dalam pembentukan Nasilasi yang merupakan reaksi yang penting (Kumar, 2000).

Karena sifat polikationiknya, kitosan dapat dimanfaatkan sebagai pengumpul dalam penanganan limbah terutama limbah berprotein yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pada penanganan limbah cair, kitosan dapat menyerap logam beracun seperti merkuri, timbal, timah, tembaga, pluranarium dan uranium dalam perairan dan untuk mengikat zat warna tekstil

dalam air limbah (Meriatna, 2008). Aplikasi dan fungsi kitosan dalam berbagai bidang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aplikasi dan fungsi kitosan di berbagai bidang

Bidang Aplikasi	Fungsi
1. Pengolahan limbah	<ul style="list-style-type: none"> – Bahan koagulasi/flokulasi untuk limbah cair – Penghilangan ion-ion metal dari limbah cair
2. Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> – Dapat menghilangkan kadar asam sayur, buah, dan ekstrak kopi – Sebagai pupuk
3. Industri tekstil	<ul style="list-style-type: none"> – Bahan anti microbial – Serat tekstil
4. Bioteknologi	<ul style="list-style-type: none"> – Meningkatkan ketahanan warna
5. Klasifikasi/penjernihan:	<ul style="list-style-type: none"> – Bahan-bahan immobilisasi enzim
– Limbah industri pangan	<ul style="list-style-type: none"> – Koagulasi/flokulasi
– Industri sari buah	<ul style="list-style-type: none"> – Flokulan pektin/mikroba
– Pengolahan minuman beralkohol	<ul style="list-style-type: none"> – Koagulasi
– Penjernihan air minum	<ul style="list-style-type: none"> – Flokulan mikroba
– Penjernihan kolam renang	<ul style="list-style-type: none"> – Pembentuk kompleks
– Penjernihan zat warna	<ul style="list-style-type: none"> – Pembentuk kompleks
– Penjernihan tanin	<ul style="list-style-type: none"> – Bahan untuk rambut dan kulit
6. Kosmetik	<ul style="list-style-type: none"> – Mempercepat penyembuhan luka
7. Biomedis	<ul style="list-style-type: none"> – Menurunkan kadar kolesterol
8. Fotografi	<ul style="list-style-type: none"> – Melindungi film dari kerusakan

Sumber : (Meriatna, 2008)

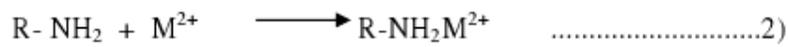
C. Pembentukan Kompleks Kitosan dengan Logam

Kitosan bersifat polikationik dapat mengikat lemak dan logam berat pencemar. Kitosan memiliki gugus amina yaitu pada unsur N yang bersifat sangat reaktif dan bersifat basa. Prinsip koagulasi adalah penukar ion dimana garam amina terbentuk karena reaksi amina dengan asam akan mempertukarkan proton yang dimiliki logam dengan elektron yang dimiliki oleh nitrogen (N).

Situs aktif pada kitosan diperankan oleh atom N dari gugus amina(-NH₂) dan atom O dari gugus hidroksi (-OH). Kedua atom tersebut mempunyai elektron bebas yang dapat mengikat proton atau ion logam membentuk suatu kompleks. Antaraksi pasangan elektron bebas pada atom O lebih kuat daripada antaraksi pasangan elektron bebas pada atom N sehingga atom N cenderung mudah menyumbangkan pasangan elektron bebas daripada atom O. pasangan elektron bebas dari atom N ini, selanjutnya akan berikatan dengan ion logam, seperti reaksi berikut:



Reaksi (1) menunjukkan terjadinya protonasi dan deprotonasi gugus amino dalam kitosan. Saat kitosan ditambahkan dalam larutan ion logam akan terjadi reaksi seperti berikut :



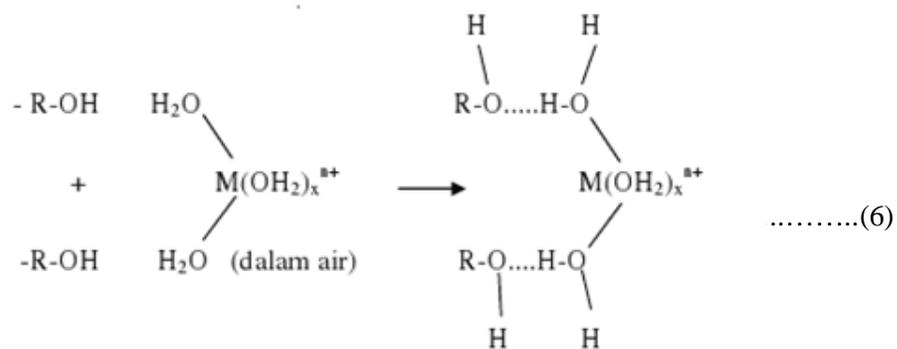
Ketika reaksi (2) berlangsung, elektron bebas dari atom N berinteraksi dengan ion logam. Reaksi (3) mempunyai mekanisme yang sama dengan reaksi (2), meskipun gugus NH₂-kitosan sudah berubah menjadi bernuatan positif akibat menerima ion H⁺ dari lingkungan, interaksi antara ion logam dengan atom N pada reaksi (3) (protonasi gugus amino). Hal ini disebabkan kekuatan interaksi elektrostatik antara pasangan elektron bebas dari atom N dengan ion logam polivalen lebih kuat daripada interaksi elektrostatik antara pasangan elektron bebas dari atom N dengan proton monovalen (H⁺) (Laksono, 2009).



R adalah gugus selain NH₂ dan OH dalam kitosan, RO yang terbentuk dapat berikatan dengan ion logam yang bermuatan positif, sedangkan M adalah logam:



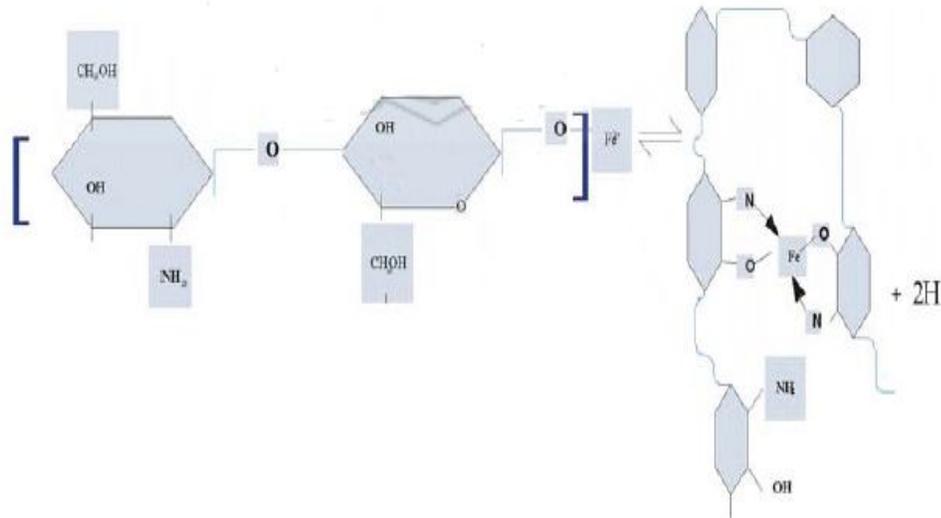
Hal ini berupa gugus -OH pada permukaan dapat juga mengalami reaksi dengan kompleks logam hidroksida (dalam air) membentuk kluster pada permukaan, seperti pada reaksi 5, dengan R adalah gugus selain -NH₂ dalam kitosan, sedangkan n adalah bilangan oksidasi logam M, dan x adalah bilangan koordinasi M dalam kompleks. Reaksi pembentukan kluster permukaan kitosan-ion logam. (Laksono, 2009).



Kitosan mempunyai kemampuan untuk mengikat logam dan membentuk kompleks kitosan dengan logam. Contoh mekanismenya adalah sebagai berikut: (Menurut Mc Kay (1987) dalam Rumapea, N, 2009),



Proses koagulasi logam berat oleh kitosan dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Pengikatan Logam Berat oleh Kitosan

(Sumber :Rumapea,N. 2009)

D. Logam Berat Pb (Timbal)

Timbal atau timah hitam (Pb) merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami maupun buatan. Apabila terhirup atau tertelan oleh manusia, akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Manusia terkontaminasi timbal melalui udara debu, air, dan makanan. Lambangnya diambil dari bahasa Latin *Plumbum*. Keberadaan timbal bisa juga berasal dari hasil aktivitas manusia, yang mana jumlahnya 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami yang terdapat pada kerak bumi. Pb terkonsentrasi dalam deposit bijih logam (Fauzi, 2008).

1. Sifat Fisika Dan Kimia Timbal

Timbal adalah logam berat, dengan nomor atom 82 berat atom 207,19 dan berat jenis 11,34. Timbal bersifat lunak dan berwarna biru keabu-abuan dengan kilau logam yang khas sesaat setelah dipotong. Kilaunya akan segera hilang sejalan dengan pembentukan lapisan oksida pada permukaannya, mempunyai titik leleh $327,5^{\circ}\text{C}$ dan titik didih 1740°C .

2. Keracunan Timbal

Ukuran keracunan suatu zat ditentukan oleh kadar dan lamanya paparan. Keracunan dibedakan menjadi keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan yang disebabkan oleh timbal dalam tubuh yang menjadi sasaran dari keracunan timbal adalah sistem peredaran darah, sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin, dan jantung (Fauzi, 2008).

Efek yang disebabkan oleh keracunan timbal pada anak-anak dan orang dewasa dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Tingkat Pb di darah pada anak-anak.

Kelompok	Kadar Pb di darah	Efek pada anak-anak
1	1-9 $\mu\text{g/dL}$	Gangguan belajar
2	10-14 $\mu\text{g/dL}$	Gangguan pendengaran, pertumbuhan lamban, masalah belajar
3	20-44 $\mu\text{g/dL}$	Sakit kepala, berat badan menurun, dan gangguan system saraf
4	45-69 $\mu\text{g/dL}$	Anemia, nyeri perut yang hebat
5	>69 $\mu\text{g/dL}$	Kerusakan otak mengakibatkan kematian

(Sumber : Fauzi, 2008)

Pada orang dewasa kadar Pb 10 $\mu\text{g/dL}$ mempengaruhi perkembangan sel darah, kadar 40 $\mu\text{g/dL}$ mempengaruhi beberapa fungsi dari kemampuan darah

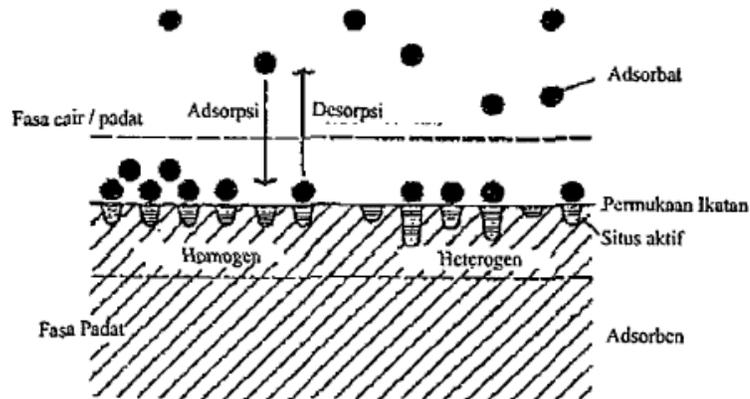
untuk membentuk hemoglobin, gangguan system saraf menyebabkan kelelahan, irritability, kehilangan ingatan dan reaksi lambat. Pb juga menyebabkna penyakit ginjal yang kronis dan gagal ginjal, sedangkan pada system reproduksi mengakibatkan berkurangnya jumlah sperma atau meningkatnya jumlah sperma yang abnormal.pada wanita hamil jumlah yang sangat tinggi akan mengakibatkan keguguran. Kadar Pb yang tinggi juga dapat menaikkan tekanan darah (Fauzi, 2008).

E. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses akumulasi substansi dipermukaan antara dua fasa yang terjadi secara fisika atau kimia, atau proses terserapnya molekul-molekul pada permukaan eksternal dan internal suatu padatan. Akumulasi yang terjadi dapat berlangsung pada proses cair-cair cair-padat, dan padat-padat. Sedangkan komponen-komponen yang diserap disebut adsorbat contoh bahan yang biasa digunakan sebagai adsorbat antara lain : aluminium, karbon aktif, silica gel dan lain-lain. (Mc.Cabe,1999 dalam Meriatna. 2008).

Adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya tarik dari permukaan adsorban dan energi kinetik molekul adsorbat, dapat berupa adsorpsi fisika, adsorpsi kimia dan adsorpsi isotherm. Pada adsorpsi fisika terjadi gaya van der Waaln antara molekul adsorbat dan adsorban unutm berikatan, hal ini terjadi akibat perbedaan energi gaya tarik elektrostatik oleh karena itu adsorpsi fisika merupakan reaksi reveaibel. Sedangkan adsorpsi kimia adalah merupakan interaksi antara elektron-elektron pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul adsorbat membentuk ikatan yang lebih kuat dibandingkan dengan adsorpsi fisika dan proses ini

merupakan irreversible (Bernasconi, 1995 dalam Meriatna. 2008). Proses adsorpsi dalam membran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses adsorpsi
(Sumber :Khasanah, 2009)

Adsorpsi juga merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau larutan kedalam suatu lapisan terkondensasi dari suatu permukaan padatan atau cairan. Molekul yang terkondensasi disebut adsirbat, sedangkan substrat (pemukaan padatan atau cair) disebut sebagai adsorben. Proses adsorpsi berlangsung dalam tiga tahap yaitu : pergerakan molekul-molekul adsorbat menuju permukaan adsorben, penyebaran molekul-molekul adsorbat kedalam rongga-rongga adsorben dan penarikan molekul-molekul adsorbat oleh permukaan aktif membentuk ikatan yang berlangsung sangat cepat. (Khasanah, 2009).

F. Membran

Membran dapat didefinisikan sebagai suatu lapisan yang memisahkan dua fasa dan mengatur perpindahan massa dari kedua fasa yang dipisahkan. Membran adalah bahan yang dapat memisahkan dua komponen dengan cara spesifik, yaitu

dengan menahan atau melewatkan salah satu komponen lebih cepat dari komponen lainnya. Membran dapat dibuat dengan menggunakan beberapa metode antara lain pelelehan, pengepresan, *track-etching* dan pembalikan fase.

Berdasarkan bahan pembuatannya, membran dibagi menjadi dua golongan, yaitu membran dengan bahan organik dan anorganik (Azizah, 2008).

1. Membran Organik

Untuk bahan organik membran di bagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a. Membran alami adalah membran yang terdapat di jaringan makhluk hidup.
Contoh: membran yang terbuat dari selulosa dan turunannya seperti selulosa nitrat dan asetat.
- b. Membran sintesis adalah membran yang dibuat sesuai dengan kebutuhan dan disesuaikan dengan sifat membran alami. Contoh : polisulfon, poliamida dan polimer sintetis lainnya (Azizah, 2008).

2. Membran Anorganik

Membran anorganik adalah membran yang berasal dari material anorganik. Material anorganik memiliki stabilitas kimia dan termal lebih baik dibandingkan dengan bahan polimer. Ada empat tipe membran anorganik yang sering digunakan, yaitu membran keramik, membran gelas, membran metal dan membran zeolit

Berdasarkan morfologi (bentuk) membran di bagi menjadi dua golongan, yaitu membran simetrik dan asimetrik. Membran simetrik memiliki struktur pori yang homogen dan relatif sama, sedangkan membran asimetrik memiliki ukuran dan kerapatan yang tidak sama.

Membran kitosan termasuk membran sintetik atau buatan yang berbahan dasar kitosan yang merupakan turunan kitin yang banyak terdapat pada kerangka atau kulit luar *Crustacea*. Membran kitosan memiliki kelarutan yang tinggi terhadap asam asetat 1% sehingga mudah untuk mendapatkan membrannya setelah pelarutnya diuapkan. Membran kitosan adalah membran pengkompleks pertama dari polimer alam dan telah digunakan untuk menarik unsur-unsur logam transisi dalam jumlah renik dari larutan garamnya (Meriatna, 2008)

Berdasarkan proses yang menyebabkan transfer zat atau mekanisme pemisahan dikenal dengan membran filtrasi, dialisis dan elektrodialisis.

- a. Filtrasi, yaitu suatu proses pemisahan dengan membran dimana penggerakannya yaitu berupa perbedaan tekanan.
- b. Dialisis, yaitu proses pemisahan dengan membran dimana tenaga penggerakannya berupa perbedaan konsentrasi.
- c. Elektrodialisis, yaitu proses pemisahan dengan membran dimana tenaga penggerakannya berupa beda potensial listrik.

Berdasarkan sifat listriknya membran buatan dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Membran tidak bermuatan tetap

Membran tidak bermuatan tetap, disebut juga membran netral. Membran ini terdiri dari polimer yang tidak mengikat ion-ion sebagai ion tetap dan bersifat selektif terhadap larutan kimia. Selektifitas membran netral ditentukan oleh unsur-unsur penyusun (monomer), ikatan kimia, ukuran pori-pori, daya tahan terhadap tekanan dan suhu, relativitas dan konduktansi serta karakteristik sifat listrik lain (Azizah, 2008).

b. Membran bermuatan tetap

Membran bermuatan tetap terbentuk karena molekul-molekul ionik yang menempel pada lattice membran secara kimia. Ion-ion tidak dapat berpindah dan membentuk lapisan tipis bermuatan pada membran. Membran ini dapat dilalui ion-ion tertentu. Membran ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- 1) Membran Penukar Kation / *Kation Exchange Membran (KEM)* adalah membran bermuatan anion tetap yang hanya dapat dilewati oleh kation.
- 2) Membran Penukar Anion / *Anion Exchange Membran (AEM)* adalah membran bermuatan kation tetap yang hanya dapat dilewati oleh anion.
- 3) *Double Fixed Charge Membran (DFCM)* adalah membran bermuatan yang memiliki muatan anion dan kation tetap pada bagian lattice tertentu yang merupakan gabungan KEM dan AEM (Azizah, 2008).

G. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran

Pembuatan membran mempunyai spesifikasi khusus tergantung untuk apa membran tersebut digunakan dan spesifikasi apa produk yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya sebagai berikut:

1. Ukuran Molekul

Ukuran molekul membran sangat mempengaruhi kinerja membran. Pada pembuatan mikrofiltrasi mempunyai spesifikasi khusus. Sebagai contoh untuk membran protein kedele yang dihidrolisis menggunakan ukuran membran 5000MWCO (*Molecular Weight Cut Off*).

2. Bahan Membran

Perbedaan bahan membran akan berpengaruh pada hasil penolakan dan distribusi ukuran pori. Sebagai contoh membran dari polysulfone dan membran dari selusosa asetat. Kedua membran ini menunjukkan rendahnya deviasi antara kedua membran dan ini mempunyai efek pada tekanan membran. Selain ini mempunyai efek pada tingkat penyumbatan pada membran.

3. Karakteristik Larutan

Pada umumnya berat molekul larutan garam dan gula mempunyai berat molekul yang kecil dari ukuran pori membran. Karakteristik larutan ini mempunyai efek pada *permeability* membran.

4. Parameter Operasional

Jenis parameter yang digunakan pada operasional umumnya terdiri dari tekanan membran, permukaan membran, temperatur, dan konsentrasi. Parameter tambahan adalah tingkat keasaman (Yunita, 2010).

H. Mekanisme Transpor Pada Membran

Membran merupakan penghalang bagi gerakan molekul dan ion zat-zat. Keleluasan gerak ion dan molekul sangat penting untuk menjaga kestabilan pH yang sesuai dan mengendalikan konsentrasi ion dalam larutan. Hal tersebut diatas dilakukan dengan cara difusi, osmosis, dan transpor aktif.

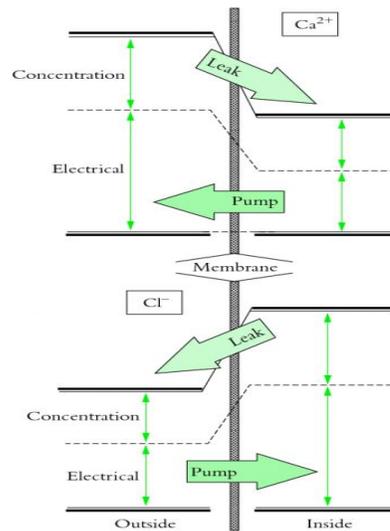
1. Difusi

Difusi dapat diartikan perpindahan zat (padat, cair, dan gas) dari larutan konsentrasi tinggi (hipertonis) ke larutan dengan konsentrasi rendah (hipotenis).

Dengan kata lain setiap zat akan berdifusi menuruni gradien konsentrasinya. Hasil dari difusi adalah konsentrasi yang sama antara larutan tersebut dinamakan isotonis. Kecepatan zat berdifusi melalui membran tidak hanya tergantung pada gradien konsentrasi, tetapi juga pada besar muatan, dan daya larut dalam lemak (lipid). Membran kurang permeabel terhadap ion-ion (Na^+ , Cl^- , K^+) dibandingkan dengan molekul kecil lebih cepat berdifusi melalui membran daripada molekul besar. Molekul-molekul yang bersifat hidrofobik dapat bergerak dengan mudah melalui membran daripada molekul-molekul hidrofilik. Molekul-molekul yang besar dan ion dapat bergerak melalui membran (Yunita, 2010).

Molekul berdifusi melintasi membran menuruni gradient potensial kimia, yaitu dari yang lebih tinggi ke potensial kimia lebih rendah. Difusi terus berlangsung sampai perbedaan potensial kimi sama dengan nol yaitu tercapainya kesetimbangan, arah gradient potensial kimia relative untuk mengangkut molekul melintasi membran yang penting karena menunjukkan apakah terdapat energi atau tidak ditambahkan pada transportasi.

Zat dipompa secara aktif melawan gradient potensial kimia melintasi membran, kadang-kadang ion bergerak melawan gradient konsentrasi bahkan ketika fluks sepenuhnya pasif (tidak ada input energy). Dalam hal ini, ion mengalir menurut gradient potensial kimia. Potensial kimia dari ion disebut sebagai potensial elektrokimia. Proses difusi pada membran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses difusi pada membran

(Sumber : Brian, 1999)

Proses difusi pada membran terjadi karena ion menyebar pada tingkat yang berbeda di seluruh membran, ketidakseimbangan muatan akan menimbulkan tegangan membran (Gambar 5). Tegangan ini pada gilirannya akan terjadi pergerakan ion agar cepat bergerak sehingga terjadi pergantian ion. Hasilnya adalah bahwa keseimbangan muatan murni tercapai (Brian, 1999).

2. Osmosis

Osmosis merupakan difusi air melalui selaput semipermeabel. Air akan bergerak dari daerah yang mempunyai konsentrasi larutan rendah ke daerah yang mempunyai konsentrasi tinggi. Tekanan osmosis dapat diukur dengan suatu alat yang disebut osmometer. Air akan bergerak dari daerah dengan tekanan osmosis rendah ke daerah dengan tekanan osmosis tinggi. Membran akan mengerut jika berada pada lingkungan yang mempunyai konsentrasi larutan lebih tinggi. Hal ini terjadi karena air akan keluar meninggalkan membran secara osmosis. Sebaliknya

jika membran berada pada lingkungan yang hipotonis (konsentrasi rendah) membran akan banyak menyerap air, karena air berosmosis dari lingkungan ke dalam membran.

3. Transpor aktif

Pada transpor aktif sangat diperlukan untuk melawan gradien konsentrasi. Transpor aktif sangat diperlukan untuk memelihara keseimbangan molekul-molekul di dalam membran. Sumber energi untuk transpor aktif adalah ATP (adenosin trifosfat) (Yunita, 2010).

I. Karakteristik Kelistrikan Membran

Setiap bahan akan memiliki sifat kelistrikan. Bahan tersebut dapat termasuk dalam konduktor, isolator, semikonduktor atau superkonduktor. Bahan organik pada umumnya bersifat konduktor karena memiliki kadar air yang cukup tinggi. Dalam bahan konduktor terdapat berbagai sifat kelistrikan yang meliputi kapasitansi, impedansi, dielektrik dan lain-lain.

1. Konduktansi Membran

Konduktansi merupakan salah satu sifat listrik yang menunjukkan tingkat aliran ion yang melintasi membran. Sifat ini muncul karena adanya interaksi antara ion dengan membran. Konduktansi ini sangat penting dalam proses pemisahan dalam membran karena dapat menentukan geometri dan dimensi pori. Konduktivitas suatu larutan pada setiap temperatur hanya bergantung pada ion-ion yang ada, dan konsentrasi tersebut. Bila larutan, konduktivitas akan turun karena lebih sedikit ion berada per cm^3 larutan untuk membawa arus. Jika semua larutan itu ditaruh antara dua elektroda yang terpisah 1 cm satu sama lain dan cukup besar

untuk mencakup seluruh larutan, konduktansi akan naik selagi larutan diencerkan. Ini sebagian besar disebabkan oleh berkurangnya efek-efek antar ionik untuk elektrolit kuat dan kenaikan derajat disosiasi untuk elektrolit-elektrolit lemah (Baker, 2004).

Nilai konduktansi berbanding terbalik dengan nilai hambatan (R) dan biasanya diberi lambang G. Satuan konduktansi adalah mho (= ohm⁻¹), yang juga disebut Siemens (S). Nilai konduktansi yang besar menunjukkan bahwa bahan tersebut mampu mengkonduksikan arus dengan baik, tetapi nilai konduktansi yang kecil menunjukkan bahan itu susah mengalirkan muatan. Ion yang melintasi membran merupakan kuantitas elektrik, dinamakan sebagai arus (I) (Robbins, 2003). Konduktansi dan gradient elektrokimia ($V_m - V_x$) dapat digunakan untuk memprediksi arus, tegangan membran (V_m), Tegangan nerst (V_x). Secara matematis ditulis pada Persamaan 1 (Guljarani, 1998).

$$I = G (V_m - V_x) \dots\dots\dots (7)$$

$$G \approx \frac{1}{R} \dots\dots\dots (8)$$

Selain itu hambatan yang dihubungkan dengan tegangan membran (V_m) dapat ditulis dengan Persamaan berikut:

$$R = \frac{V_m}{I_s} \dots\dots\dots (9)$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_s} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana : I_s = arus yang diberikan (ampere)

V_s = tegangan referensi (volt)

R_s = Hambatan referensi (ohm)

R = Hambatan membran (ohm). (Guljarani, 1998).

2. Arus dan tegangan membran

Karakteristik arus-tegangan merupakan salah satu karakteristik kelistrikan membran. Karakteristik ini dipengaruhi oleh aliran elektron dan ion-ion pada membran. Aliran ion-ion berpengaruh pada aliran arus dalam membran dan proses transpor lainnya. Semua proses transpor dipengaruhi oleh faktor-faktor luar maupun dalam dari membran itu sendiri. Dari karakteristik arus-tegangan dapat ditentukan sifat *ohmik-nya* suatu membran, daya tahanan listrik dan energi diri ion yang melintasi membran. Rapat arus dari ion pembawa yang bergerak di dalam larutan dan menembus membran dapat diduga dari Persamaan berikut: (Juansah,2002)

$$J_p = kT \mu_p \frac{dP}{dx} - Pq\mu_p \frac{dV_m}{dx} \dots\dots\dots(11)$$

$$J_n = kT \mu_n \frac{dN}{dx} - Nq\mu_n \frac{dV_m}{dx}$$

N, P adalah Konsentrasi ion pembawa muatan negatif dan positif. T adalah suhu mutlak, J adalah rapat arus internal (A/m^2) dan μ_p, μ_n adalah mobilitas ion positif dan negatif (m/v.s) dengan V_m adalah beda tegangan (Volt) dan k adalah konstanta Boltzman. Variabel P, N , dan V_m merupakan fungsi dari x (koordinat normal dari membran) dan dihubungkan oleh Persamaan poisson sebagai berikut :

$$\frac{dV_m}{dx} = \frac{p(x)}{\epsilon} \dots\dots\dots(12)$$

Dengan memperhatikan persamaan (12) dapat dipastikan bahwa rapat arus dipengaruhi oleh besarnya tegangan (V_m) muatan pembawa (N, P). Semakin besar beda tegangan pada membran maka semakin besar pula arus yang mengalir pada membran. Pemecahan Persamaan (11) dan (12) sangatlah sulit. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metoda grafik. Bila konsentrasi muatan pembawa dibiarkan konstan maka dapat dibuat hubungan beda tegangan dan arus. Dengan memplotkan beda tegangan membran dan arus maka akan didapat karakteristik arus tegangan dari membran itu sekaligus persamaannya (Juansah, 2002).

J. Elektroda

Reaksi elektroda merupakan salah satu contoh reaksi elektrokimia yang sedang berkembang saat ini. Adapun elektroda yang secara umum dimanfaatkan adalah elektroda referensi sebagai elektroda setengah sel. Persyaratan umum dari elektroda referensi adalah mudah untuk disiapkan dan dipelihara, dan potensialnya stabil. Elektroda yang paling umum digunakan adalah reaksi elektroda yang disertai dengan saturasi ion larutan garam dengan menggunakan kawat tembaga (Cu) dan seng (Zn), selain itu selektroda tersebut relatif mudah diperoleh (Yunita, 2010)

Elektroda referensi menggunakan larutan KCl dengan konsentrasi tertentu. KCl dihubungkan dengan larutan ukur yang terhalang oleh lubang yang sangat kecil atau tutup berpori. Jika K^+ dan Cl^- terjadi difusi pada larutan ukur dan menghasilkan *potential junction*, difusi dapat dianggap tidak mempengaruhi

konsentrasi ion pada KCl. KCl dipilih karena koefisien difusi K^+ dan Cl^- sama sehingga potential junction pada KCl mendekati nol. Sehingga beda potensial untuk elektroda referensi identik (Azizah, 2008).

Beberapa jenis cairan dan larutan cair mampu menghantarkan arus listrik. Penambahan zat terlarut tertentu ke dalam air membentuk satu larutan yang merupakan penghantar listrik yang baik. Berdasarkan daya hantar listriknya (daya ionisasinya), larutan dibedakan dalam dua macam, yaitu:

1. Larutan elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.

a. Elektrolit kuat

Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang mempunyai daya hantar listrik yang kuat, karena zat terlarutnya di dalam pelarut (umumnya air), seluruhnya berubah menjadi ion-ion ($\alpha=1$). Yang tergolong elektrolit kuat adalah: asam-asam kuat, seperti: HCl, H_2SO_4 . basa-basa kuat, seperti: NaOH, KOH. Garam-garam yang mudah larut, seperti NaCl, KCl, dan lain-lain. (Azizah, 2008)

b. Elektrolit lemah

Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang daya hantar listriknya lemah dengan harga derajat ionisasi sebesar $0 < \alpha < 1$. yang tergolong elektrolit lemah: asam-asam lemah, seperti : CH_3COOH , HCN. Basa-basa lemah seperti: NH_4OH , $Ni(OH)_2$. garam-garam yang sukar larut, seperti: AgCl, $CaCrO_4$, dan lain-lain.

2. Larutan non elektrolit

Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, karena zat terlarutnya di dalam pelarut tidak dapat menghasilkan ion-ion (tidak mengion). Tergolong ke dalam jenis ini misalnya: larutan urea, sukrosa, glukosa, alkohol, dan lain-lain. (Azizah, 2008)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini telah mengkaji perubahan-perubahan sifat listrik dari membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb. Larutan tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap membran. Dari pembahasan dan analisa grafik sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik arus tegangan membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb pada variasi waktu perendaman adalah linier. Semakin kecil tegangan membran kitosan maka kuat arus yang diperoleh semakin besar.
2. Karakteristik arus tegangan membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb pada variasi waktu perendaman. Semakin lama waktu perendaman dalam larutan ion logam Pb maka semakin besar harga konduktansi membran kitosan.
3. Dari karakteristik arus-tegangan dan harga konduktansi yang diperoleh dapat kita ketahui bahwa membran kitosan mampu mengadsorpsi ion logam Pb.

B. Saran

Dari hasil penelitian ini diharapkan agar dalam penelitian selanjutnya dapat mengkaji sifat listrik lainnya dari membran kitosan sebagai adsorpsi ion logam Pb, seperti kapasitansi, resistansi, sensitivitas membran, dielektrik membran dan lain sebagainya.