



**SINTESIS MEMBRAN KITOSAN – PEG (POLIETILEN GLIKOL) DAN  
APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ION  $\text{Cr}^{6+}$  DAN ION  $\text{Ni}^{2+}$  DALAM  
LARUTAN**

Skripsi

Disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh

Taufik Hidayat

4350408028

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**


**2015**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul "Sintesis Membran Kitosan – PEG (Polietilen Glikol) Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion  $\text{Cr}^{6+}$  Dan Ion  $\text{Ni}^{2+}$  Dalam Larutan" telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Januari 2015

Pembimbing I



F. Widhi Mahatmanti, S. Si, M. Si  
NIP. 196912171997022001

Pembimbing II



Ir. Sri Wahyuni, M. Si  
NIP. 196512281991022001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Sintesis Membran Kitosan - PEG (Polietilen Glikol) Dan  
Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion  $\text{Cr}^{6+}$  Dan Ion  $\text{Ni}^{2+}$  Dalam  
Larutan

disusun oleh

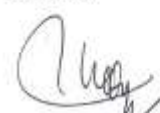
Nama : Taufik Hidayat

NIM : 4350408028

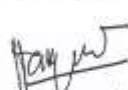
telah dipertahankan dihadapan Sidang panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang  
pada tanggal: Januari 2015.

Panitia:  
Ketua  
  
UNINP Prof. Dr. Wiyanto, M.Si  
NIP. 19631012 198803 1 001

Sekretaris

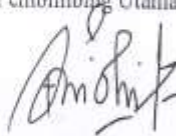
  
Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 19650723 199303 2 001

Ketua Penguji

  
Dr. Sri Haryani, M. Si  
NIP. 195808081983032002

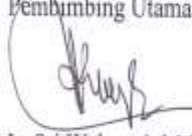
Anggota Penguji/

Pembimbing Utama

  
F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si  
NIP. 196912171997022001

Anggota Penguji/

Pembimbing Utama

  
Ir. Sri Wahyuni, M.Si  
NIP. 196512281991022001

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Januari 2015



Taufik Hidayat  
NIM. 4350408028

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO:

- Tuhan menciptakan rasa iri dihati hanyalah untuk motivasi, bukan untuk menjadi kronis dan memperburuk perlakuan.
- Ada dua cara menjalani hidup, yaitu menjalaninya dengan keajaiban-keajaiban atau menjalaninya dengan biasa-biasa saja
- Salah satu cara memecahkan masalah adalah jangan memulai dengan mempersoalkan bagaimana masalah itu terjadi, tetapi mulailah dengan bagaimana masalah tersebut dapat terselesaikan.
- Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan, Dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya. (Q.S. An Najm ayat 39-40)

### PERSEMBAHAN

Karya kecil ini ku persembahkan untuk:

- ❖ Allah SWT atas segala nikmat, karunia dan anugerahNya.
- ❖ Ibu dan Bapak yang senantiasa mencurahkan cinta, kasih sayang, semangat, doa, dan dukungannya selama ini.
- ❖ Adikku tercinta Abdul Rozaq Efendi terima kasih atas semangat, dukungan dan doanya.
- ❖ Seluruh Big Family Of Chemistry 2008 terimakasih atas bantuan, dukungan, semangat, dan kebersamaannya.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Sintesis Membran Kitosan – PEG (Polietilen Glikol) Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion  $\text{Cr}^{6+}$  Dan Ion  $\text{Ni}^{2+}$  Dalam Larutan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan Skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
4. Ibu F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu, arahan dan bimbingan dengan penuh kesabaran sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Ir. Sri Wahyuni, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan motivasi sehingga Skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Ibu Dr. Sri Haryani, M. Si selaku penguji utama yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan pengarahannya dalam penyempurnaan Skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang memberikan bekal ilmu kepada penulis selama menjalani studi.
8. Ibu Martin dan seluruh Laboran Laboratorium Kimia FMIPA UNNES terimakasih atas bantuan dan semangatnya.
9. Kedua orang tua, Bapak Sukholik dan Ibu Eko Istiyarningsih dan Adikku Abdul Rozaq Efendi serta seluruh keluarga yang telah mencurahkan kasih sayang, memberikan dukungan, doa tiada henti tanpa pernah mengharap balasan, terimakasih sebesar-besarnya sehingga Skripsi ini berjalan lancar.

10. Semua pihak yang terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Demikian ucapan terima kasih dari penulis, mudah-mudahan Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Semarang, 28 Januari 2015

Penulis

## ABSTRAK

Hidayat, Taufik. 2014. *Sintesis Membran Kitosan – PEG (Polietilen Glikol) Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Cr<sup>6+</sup> Dan Ion Ni<sup>2+</sup> Dalam Larutan*. Skripsi, Jurusan Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I: F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si., Pembimbing II: Ir. Sri Wahyuni, M.Si.

Kata Kunci: Membran, Kitosan, PEG, Kuat tarik, Cr<sup>6+</sup>, Ni<sup>2+</sup>.

Penelitian tentang membran kitosan cukup banyak dilakukan. Penelitian ini menambahkan PEG untuk meningkatkan porositas sehingga memenuhi sifat-sifat yang baik sebagai membran. Preparasi membran dilakukan dengan menambahkan asam asetat 2% sebagai pelarut. pembuatan membran dilakukan dengan memvariasi konsentrasi kitosan maupun PEG. Karakterisasi membran meliputi uji kuat tarik, uji swelling, uji gugus fungsi dengan menggunakan FTIR, uji morfologi dengan SEM. Membran digunakan sebagai adsorpsi ion Cr<sup>6+</sup> dan Ni<sup>2+</sup> dengan variasi pH dan konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran dengan variasi kitosan-PEG (1:0,45 b/v) (A) memiliki nilai kuat tarik 48,26 MPa, variasi kitosan-PEG (1,35:0,5 b/v) (B) memiliki nilai kuat tarik 46,76 MPa. Ion Cr<sup>6+</sup> dan Ni<sup>2+</sup> pada membran 4,45 mg/g lebih besar dibandingkan membran B 4,36 mg/g. karakterisasi gugus fungsi membran A dan B tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan membran kitosan tanpa PEG. uji SEM menunjukkan membran kitosan-PEG lebih berpori daripada membran kitosan tanpa PEG.



## ABSTRACT

Hidayat, Taufik. 2014. *Synthesis chitosan-PEG (Polyetilen Glycol) Membrane and its Applications As an Adsorbent Ion Cr<sup>6+</sup> and Ion Ni<sup>2+</sup> in Solution*. Thesis, Chemistry Department, Mathematics and natural Science Faculty, Semarang State University. Supervisor I: F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si., Supervisor II: Ir. Sri Wahyuni, M.Si.

Kata Kunci: Membrane, Chitosan, PEG, tensile strength, Cr<sup>6+</sup>, Ni<sup>2+</sup>.

Manufacture of membranes with the main ingredient chitosan much done. Chitosan membrane is made by adding PEG. The addition of PEG to improve the physical characteristics of chitosan-mechanical plastic that meets characters as plastic. The solvent used in the manufacture of chitosan is 2% acetic acid. manufacture of membranes is done by varying the concentration of chitosan and PEG. characterization of the membrane covering tensile strength test, swelling test, a test of functional groups by using FTIR, SEM morphology test. membranes are used as ion adsorption Cr<sup>6+</sup> and Ni<sup>2+</sup> variation of pH and concentration. research results show that the membrane with chitosan-PEG variation (1: 0.45 w / v) (A) has a tensile strength value of 48.26 MPa, a variation chitosan-PEG (1.35: 0.5 w / v) (B ) has a value of 46.76 MPa tensile strength. Cr<sup>6+</sup> ion and Ni<sup>2+</sup> on membrane A 4,45 mg/g greater than the membrane B 4,36 mg/g. characterization of membrane functional groups A and B did not show a significant difference compared with chitosan membrane without PEG. SEM test shows chitosan-PEG membrane more porosity than chitosan membrane without PEG.

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Permasalahan .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB 2. TINJUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Kitosan .....	6
2.2. Polietilen Glikol (PEG).....	10
2.3. Membran .....	11
2.4. Klasifikasi Membran.....	12
2.5. Karakterisasi Membran .....	13
2.5.1. <i>Tensile Strength</i> / Kuat Tarik .....	13
2.5.2. Uji Swelling.....	13
2.5.3. Uji FT-IR.....	14

2.5.4. Uji SEM.....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1. Populasi dan Sampel.....	16
3.2. Variabel Penelitian .....	16
3.2.1. Variabel Bebas .....	16
3.2.2. Variabel Terikat.....	16
3.2.3. Variabel Terkendali.....	16
3.3. Alat dan Bahan .....	17
3.3.1. Alat.....	17
3.3.2. Bahan.....	17
3.4. Prosedur Penelitian .....	18
3.4.1. Tahap Persiapan Bahan .....	18
3.4.1.1. <i>Pembuatan Larutan Asam Asetat 2%</i> .....	18
3.4.1.2. <i>Pembuatan Larutan NaOH 4%</i> .....	18
3.4.2. Pembuatan Membran.....	18
3.4.3. Uji <i>Tensile-Strength</i> / Kuat Tarik.....	19
3.4.4. Uji Swelling.....	19
3.4.5. Uji FT-IR.....	20
3.4.6. Uji SEM.....	20
3.4.7. Adsorpsi Ion Cr <sup>6+</sup> dan Ni <sup>2+</sup> .....	20
<b>BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1. Sintesis Membran Kitosan-PEG .....	22
4.2. Uji Kuat Tarik .....	23
4.3. Uji Swelling .....	25
4.4. Pengaruh Variasi pH pada Penyerapan Cr <sup>6+</sup> .....	27
4.5. Pengaruh Variasi pH pada Penyerapan Ni <sup>2+</sup> .....	28
4.6. Pengaruh Konsentrasi .....	29

	Halaman
4.7. Uji FT-IR .....	31
4.8. Uji SEM .....	34
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>35</b>
5.1. Simpulan .....	35
5.2. Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kualitas Standar Kitosan.....	9
Tabel 2. Nilai kuat tarik membran kitosan termodifikasi PEG.....	24
Tabel 3. Nilai kuat tarik membran kitosan variasi kitosan.....	24
Tabel 4. Hasil Uji Swelling dalam akuades .....	26
Tabel 5. Hasil Uji Swelling dalam akuades... ..	26
Tabel 6. Karakterisasi FT-IR membran kitosan-PEG .....	33

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur kitin dan kitosan.....	8
Gambar 2. Struktur PEG (polietilen glikol).....	10
Gambar 3. grafik hubungan logam $\text{Cr}^{6+}$ terserap dengan pH .....	28
Gambar 4. grafik hubungan logam $\text{Ni}^{2+}$ terserap dengan pH .....	29
Gambar 5. grafik hubungan logam Cr (VI) terserap dengan konsentrasi larutan .....	30
Gambar 6. grafik hubungan logam Ni (II) terserap dengan konsentrasi larutan .....	30
Gambar 7. Spektra FTIR membran kitosan.....	32
Gambar 8. Morfologi Membran Kitosan-PEG .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema diagram kerja.....	40
1.1 Diagram cara kerja pembuatan larutan kitosan.....	40
1.2 Uji swelling.....	41
1.3 Pembuatan larutan asam asetat 2%.....	41
1.4 Pembuatan larutan NaOH 4%.....	42
2. Perhitungan kuat tarik Membran kitosan.....	43
3. Perhitungan logam terserap.....	65
4. . Perhitungan uji swelling.....	76

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Perkembangan industri dinegara kita semakin pesat, perkembangan ini mampu untuk meningkatkan taraf hidup rakyat. Kebanyakan industri masih menggunakan air sebagai kebutuhan primer, namun efek sampingnya menghasilkan limbah cair yang dibuang ke lingkungan. Pencemaran air dapat merusak kelestarian lingkungan, keseimbangan sumber daya alam, dan berkembang biaknya bibit penyakit sehingga air tersebut tidak layak dikonsumsi. Limbah industri pelapisan logam misalnya, limbah tersebut mungkin masih mengandung logam berat. Logam berat ialah unsur logam dengan massa jenis lima atau lebih dengan nomor atom 22 sampai dengan 92. Logam berat yang sering mencemari habitat adalah : Hg, Cr, Cd, As, dan Pb. (Bondy, 1988)

Pada umumnya cara pemisahan yang sering digunakan adalah cara kimia yaitu cara pengendapan pada pH tinggi yang dilakukan dengan penambahan bahan kimia yang diendapkan sebagai hidroksidanya. Adapun pengolahan secara fisika yang dilakukan adalah adsorpsi menggunakan karbonaktif, koagulasi atau flokulasi, filtrasi (Crini, 2004). Kitosan merupakan polisakarida yang terdapat dalam jumlah melimpah di alam. Kitosan adalah poli[ $\beta$ -(1,4)-2 amino-2 deoxy-D-glukopiranos] dan merupakan produk deasetilasi kitin. Kitosan bersifat polielektrolit kationik kuat yang berpotensi tinggi untuk menyerap logam-logam yang berfungsi sebagai agen pengkhat dan selanjutnya membentuk komplek



kitosan dengan logam (Robert G.A., 1992). Kitosan dapat digunakan sebagai penyerap logam Cu, Pb, Ni, Hg, Cd, Cr (Gao dan Filho, 2000).

Perkembangan teknologi membran pemisah yang saat ini telah meluas diberbagai kalangan, baik kalangan akademis maupun industri. Dibandingkan dengan proses-proses pemisahan yang lain, teknologi membran mempunyai beberapa keunggulan, antara lain ramah lingkungan, ekonomis dan proses pembuatan mudah. Keberhasilan proses pemisahan dengan membrane tergantung pada kualitas membran.

Beberapa studi terdahulu menunjukkan bahwa membran kitosan murni merupakan membran tidak berpori (*non-porous*) sehingga kinerjanya masih belum optimal untuk digunakan dalam proses pengolahan air. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi pada bahan dasar pembuat membran. Penambahan PEG pada membran kitosan diharapkan mengubah membran dari tidak berpori menjadi berpori. Penelitian terdahulu yaitu pembuatan membran kitosan yang dimodifikasi dengan pencampuran (*blending*) dengan PEG telah dilakukan oleh Zhang (2002). Pada penelitian ini, Zhang menggunakan dua macam PEG yaitu PEG BM 6000 dan PEG BM 8000 dengan rasio perbandingan 2:1 dan 4:1. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah kitosan dengan sifat mekanik membran dapat ditingkatkan dengan penambahan PEG namun peningkatan ini tidak signifikan.

Penelitian lainnya yang melibatkan pencampuran kitosan-PEG yaitu penelitian yang dilakukan oleh He Ling Hao (2009), yaitu meneliti efek dari campuran kitosan-PEG yang meliputi permukaan morfologi, kristalisasi, dan sifat termal. Penelitian ini menghasilkan bahwa tidak ada reaksi kimia antara kitosan

dan PEG. Permukaan morfologi dari membran kitosan lebih halus dibandingkan dengan membran kitosan-PEG. Dengan meningkatnya PEG, struktur kristal film campuran berubah dari struktur *acicular* ke struktur partikel halus. Jika dibandingkan dengan kerapuhan dan kekerasan kitosan murni, daktilitas dari campuran film ini sangat meningkat karena berkurangnya kristalinitas kitosan. Apsari (2010) melakukan penelitian sintesis membran kitosan-PEG untuk penjernihan air sungai. Membran dibuat dengan konsentrasi kitosan-PEG 2:1 dan 3:1 dengan metode penguapan pelarut. Hasil dari penelitian ini yaitu membran dengan perbandingan kitosan-PEG 3:1 memiliki permeabilitas yang lebih baik dari pada 2:1. Membran dengan perbandingan kitosan-PEG 2:1 memiliki selektifitas yang lebih baik dibandingkan membran kitosan-PEG 3:1. Hasil uji aplikasi terhadap penjernihan air sungai memperlihatkan bahwa membran kitosan-PEG 2:1 memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan membran kitosan-PEG 3:1.

Efek polietilen glikol (PEG) sebagai zat porogen dalam pembentukan membran kitosan telah dikaji, PEG dalam gel kitosan akan larut dan meninggalkan lubang pori saat membran kitosan direndam dalam larutan koagulan NaOH, sehingga penambahan PEG dapat meningkatkan porositas membran kitosan (Santoso, 2009).

Pada penelitian ini membran kitosan dimodifikasikan dengan PEG. Adanya pori dalam membran kitosan menyebabkan larutan logam mampu menembus ke ruang-ruang dalam membran kitosan dan semakin banyak berinteraksi dengan pusat aktif adsorpsi dalam membran kitosan yaitu gugus  $\text{NH}_2$  sehingga semakin

besar pula peluang ion logam terikat dengan gugus  $\text{-NH}_2$ . Tanpa adanya pori maka larutan yang mengandung ion logam hanya akan berinteraksi pada permukaan membran kitosan dan interaksi antara ion logam dengan gugus  $\text{-NH}_2$  hanya terjadi pada permukaan membran (Santoso, 2009). Penambahan PEG yang pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan kekuatan mekanik membran (Puspitasari, 2009). Membran kitosan-PEG dengan perbandingan konsentrasi yang tepat akan menghasilkan membran padat dengan susunan pori-pori yang bagus.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah komposisi kitosan-PEG yang optimal berdasarkan karakteristik uji kuat tarik dan uji swelling membran kitosan-PEG?
2. Bagaimanakah aplikasi membran kitosan-PEG sebagai adsorpsi ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$  dalam larutan?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui komposisi kitosan-PEG yang tepat berdasarkan karakteristik uji kuat tarik dan uji swelling membran kitosan-PEG yang optimal.
2. Mengetahui aplikasi membran kitosan-PEG untuk adsorpsi ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$  dalam larutan.

#### 1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai komposisi kitosan-PEG yang optimal dari uji kuat tarik dan uji swelling.
2. Memberikan informasi tentang karakterisasi membran kitosan-PEG.
3. Memberikan informasi mengenai aplikasi membran kitosan-PEG untuk adsorpsi ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$  dalam larutan.
4. Menambah data referensi tentang aplikasi membran kitosan-PEG sebagai material alternatif dalam proses adsorpsi ion logam krom (Cr) dan logam nikel (Ni).

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kitosan**

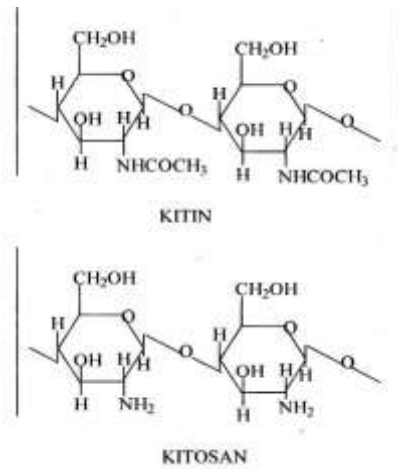
Kitin sebagai prekursor kitosan pertama sekali ditemukan pada tahun 1811 oleh Henri Braconnot yang diisolasi dari jamur, dan 10 tahun kemudian ditemukan kitin dari kulit serangga. Kitin merupakan polimer kedua terbesar di bumi setelah selulosa dan merupakan konstituen utama dari kulit luar binatang air crustacean (Kaban, 2009). Kitin mudah mengalami degradasi secara biologis, tidak beracun, tidak larut dalam air, asam anorganik encer, dan asam organik, tetapi larut dalam larutan dimetil asetonamida dan litium klorida (Kurita, 1998).

Kitosan ditemukan pertama sekali oleh C. Rouget pada tahun 1859 dengan cara merefluks kitin dengan kalium hidroksida pekat. Pada tahun 1934, dua paten didapatkan oleh Rigby yaitu penemuan mengenai pengubahan kitin menjadi kitosan dan pembuatan film dari serat kitosan. Perkembangan penggunaan kitin dan kitosan meningkat pada tahun 1940-an, dan semakin berkembang pada tahun 1970-an seiring dengan diperlukannya bahan alami dalam berbagai bidang industri. Sejak saat itu, penelitian tentang kitosan telah berkembang dengan pesat melalui usaha pelopor seperti Muzzarelli. Perkembangan aplikasi baru dari kitosan disebabkan polisakarida ini bukan hanya terdapat secara melimpah di alam, akan tetapi juga bersifat tidak beracun dan dapat terurai di alam

(biodegradable). Tidak seperti minyak bumi dan batubara, kitosan merupakan bahan yang terperbarukan (renewable). Penggunaan kitosan dalam aplikasi farmasi dan kesehatan berkembang pada pertengahan tahun 1980-an (Kaban, 2009).

Menurut Muzzarelli (1978), Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kitosan mempunyai sifat basa, maka kitosan:

1. Dapat larut dalam media asam encer membentuk larutan yang kental, sehingga dapat digunakan untuk pembuatan gel dalam beberapa variasi konfigurasi seperti butiran, membran, pelapis, kapsul, serat dan spons.
2. Membentuk kompleks yang tidak larut dalam air dengan polielektrolit anion yang dapat digunakan untuk pembuatan butiran, gel, kapsul, dan membran.
3. Dapat digunakan sebagai pengkhelet ion logam berat di mana gelnya menyediakan sistim proteksi terhadap efek destruksi dari ion. Kitosan memiliki gugus hidroksil dan amin yang dapat memberi jembatan hidrogen secara intermolekuler atau intramolekuler. Dengan demikian terbentuk ikatan hidrogen yang kuat, membuat kitosan tidak larut dalam air. Gugus fungsi dari kitosan (gugus hidroksil primer pada C-6, gugus hidroksil sekunder pada C-3 dan gugus amino pada posisi C-2) membuatnya mudah dimodifikasi secara kimia.



Gambar. 1 Kitin dan Kitosan

Senyawa 1,4-2-amino-2-deoksi-D-Glukopiranososa dalam dunia industri dikenal sebagai kitosan. Untuk membedakan polimer kitin dan kitosan didasarkan pada kandungan nitrogennya. Polimer kitin mempunyai kandungan nitrogen kurang dari 7% sedangkan kitosan lebih dari 7% (Roberts, 1992).

Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan bersifat polielektrolitik. Besarnya nilai parameter standar yang dikehendaki untuk kitosan dalam dunia perdagangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Standar Kitosan

Sifat-sifat Kitosan	Nilai yang dikehendaki
Ukuran Partikel	Butiran- bubuk
Kadar Abu	< 10,0
Kadar Air	> 2,0
Derajat Deasetilasi	> 70,0
Viskositas	
Rendah	< 200
Sedang	200 - 799
Tinggi	800 – 2000
Paling tinggi	> 2000

(Sumber : Protan Laboratories Inc, 2005)

Kitosan banyak digunakan dalam berbagai industri antara lain industri farmasi, kesehatan, biokimia, bioteknologi, pangan, pengolahan limbah, kosmetik, agroindustri, industri tekstil, industri perkayuan, dan industri kertas. Aplikasi khusus berdasarkan sifat yang dipunyai kitosan adalah untuk pengolahan limbah cair terutama sebagai bahan bersifat resin penukar ion untuk minimalisasi logam-logam berat, mengkoagulasi minyak/lemak, mengurangi kekeruhan, penstabil minyak, rasa dan lemak dalam produk industri pangan (Kumar, 2000).

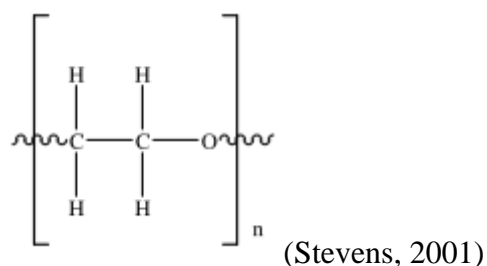


## 2.2 Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen glikol (PEG) merupakan jenis polimer komersil yang paling penting. Polietilen glikol mempunyai beberapa sifat kimia yang membuatnya istimewa dalam berbagai bidang seperti biologi, kimia, dan farmasi.

Polietilen glikol biasa digunakan sebagai pengemulsi, pelembap, pemlastis, dan pelumas pada industri tekstil. PEG sebagai pemlastis memiliki beberapa kelebihan seperti tidak beracun, tidak berbau, tidak mengiritasi kulit, dan tidak mudah menguap (Syamsu dkk, 2007)

Polietilen glikol secara dagang dibuat dari reaksi antara etilena oksida dengan air atau reaksi antara etilena glikol ( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ) dengan sejumlah kecil katalis natrium klorida, dan jumlah etilena glikol menentukan bobot molekul dari PEG. Rumus struktur PEG ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar. 2 Struktur PEG (polietilen glikol)

Polietilen glikol adalah molekul sederhana dengan struktur molekul linier atau bercabang. PEG larut dalam air dan beberapa pelarut organik seperti toluena, aseton, metanol, dan metilklorida tetapi tidak larut dalam heksana dan hidrokarbon alifatik yang sejenis (Nisa, 2005).

### 2.3 Membran

Kata membran berasal dari bahasa latin *Imembrana* yang berarti potongan kain. Membran adalah suatu lapisan yang memisahkan dua fasa dimana perpindahan massanya dapat diatur dan hanya dapat dilewati oleh ion-ion tertentu. Teknologi membran telah berkembang secara dinamis sejak pertama kali dikomersilkan oleh Sartorius-Werke di Jerman pada tahun 1927, khususnya untuk membran mikrofiltrasi.

Membran berukuran nanometer yang merupakan suatu selaput penapis yang sangat halus atau suatu selaput tipis pemisah antarfasa yang bersifat semipermeabel yaitu hanya dapat dilalui oleh komponen-komponen tertentu saja dan melewatkan komponen lainnya. Membran dapat berupa padatan ataupun campuran dan berfungsi sebagai media pemisah yang selektif berdasarkan perbedaan koefisien difusivitas, muatan listrik maupun perbedaan kelarutan.

Proses pemisahan dengan gaya dorong berupa beda tekanan dapat dibedakan menjadi proses *reverse osmosis*, ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, nanofiltrasi, dan elektrodialisis (Stephenson,2000).

Penggunaan teknologi membran dalam skala besar, diantaranya :

1. Dialisis banyak digunakan dalam bidang medis untuk detoksifikasi darah dan pemisahan plasma.
2. Osmosis balik digunakan dalam pengolahan air untuk menghasilkan air yang bersih termasuk air yang dapat diminum.

3. Mikrofiltrasi banyak digunakan dalam berbagai industry untuk penghilangan partikel yang tidak diinginkan.
4. Ultrafiltrasi banyak digunakan pada beberapa proses pemisahan dan pemurnian di berbagai industry dan pengolahan air.
5. Pemisahan gas digunakan untuk pemisahahan udara atau pemurnian gas alam.

#### **2.4 Klasifikasi Membran**

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan diantaranya berdasarkan asalnya, fasanya, dan fungsi pemisahan partikel. Berdasarkan asalnya, membran diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu biomembran dan membran sintetik. Biomembran merupakan membran yang terdapat di dalam sel makhluk hidup, bersifat semipermeabel dan berfungsi sebagai pelindung sel dari lingkungannya. Membran sintetik merupakan membran buatan, dapat berasal dari bahan organik maupun bahan anorganik. Adapun yang merupakan golongan penting dari material membran organik yaitu polimer atau makromolekul (Mulder, 1996).

Berdasarkan fasanya, membran diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu membran padat dan membran cair. Untuk membran padat berdasarkan prinsip pemisahannya, membran ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu membran berpori dan membran tidak berpori. Membran berpori merupakan membran dimana prinsip pemisahannya didasarkan pada perbedaan ukuran partikel. Membran dengan jenis ini biasanya

digunakan untuk mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Selektifitas yang tinggi bisa diperoleh ketika ukuran partikel zat terlarut lebih besar dari pada ukuran pori membran (Mulder, 1996).

Berdasarkan fungsi pemisahan partikel membran digolongkan menjadi tiga, yaitu membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan osmosis balik. Membran mikrofiltrasi dapat memisahkan partikel berukuran 0,2-10  $\mu\text{m}$ , seperti koloid. Membran ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan partikel berukuran 0,1-0,01  $\mu\text{m}$ , diantaranya makromolekul. Membran nanofiltrasi dan osmosis balik digunakan untuk memisahkan partikel berukuran dibawah 0,01  $\mu\text{m}$ , misalnya pada pemisahan larutan glukosa dan laktosa.

## 2.5 Karakterisasi Membran Kitosan

### 2.5.1 Kuat Tarik

Uji kuat tarik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak membran. Semakin rapat struktur membran, berarti jarak antara molekul dalam membran semakin rapat sehingga mempunyai kekuatan tarik dan jebol yang kuat (Meriatna, 2008).

Persamaan :  $kuat\ tarik = \frac{F_{maks}}{A_0}$

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \text{ Kg/cm}^2$$

Keterangan:

$F_{maks}$  = Gaya saat putus

$A_0$  = Luas permukaan membran

### 2.5.2 Uji *swelling*

*Swelling* (pengembangan) adalah peningkatan volume suatu material pada saat kontak dengan cairan, gas, atau uap. Pengujian ini dilakukan antara lain untuk memprediksi zat yang bisa terdifusi melalui material-material tertentu. Ketika suatu biopolimer kontak dengan cairan, misalnya air, terjadinya pengembangan disebabkan adanya termodinamika yang bersesuaian antara rantai polimer dan air serta adanya gaya tarik yang disebabkan efek ikatan silang yang terjadi pada rantai polimer. Kesetimbangan *swelling* dicapai, ketika kedua kekuatan ini sama besar. Berhubung sifat termodinamika polimer dalam larutan berbeda-beda, maka tidak ada teori yang bisa memprediksikan dengan pasti tentang sifat pengembangan. Ketika matriks mengembang, mobilitas rantai polimer bertambah, sehingga memudahkan penetrasi pelarut. Selain itu, ion-ion kecil yang terperangkap dalam matriks, berdifusi meninggalkan matriks, sehingga memberikan peluang yang lebih besar bagi pelarut untuk mengisi ruang-ruang kosong yang ditinggalkan (Ansel, 2005).

$$SI = \left( \frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

Ws : berat akhir hasil swelling

Wd : berat awal

### **2.5.3 Uji gugus fungsi menggunakan FTIR**

Teknik yang digunakan untuk menentukan kandungan gugus fungsi yang terdapat pada membran kitosan-PEG yaitu menggunakan analisis FTIR. FTIR merupakan suatu metode analisis instrumentasi yang berguna untuk identifikasi material dan identifikasi keberadaan gugus-gugus fungsi yang ada pada suatu senyawa (Puspitasari, 2009).

### **2.5.4 Uji dengan SEM**

Teknik yang digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi membran berpori adalah dengan menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*). Berkas electron dengan energy kinetic sebesar 1-25 kV ditembakkan pada material. Elektron ini disebut sebagai electron primer yang berenergi tinggi, sedangkan berkas electron yang dipantulkan disebut sebagai electron sekunder dengan energy yang rendah (Puspitasari, 2009).

Analisis sampel dengan menggunakan SEM dilakukan dengan cara mencelupkan sampel ke dalam nitrogen cair kemudian dipecahkan. Setelah dipecahkan, sampel ditempelkan

pada *specimen holder* kemudian dilapisi emas dan dapat langsung diperiksa struktur permukaan dan penampangannya. Apabila suatu polimer ditembak oleh berkas electron maka polimer tersebut dapat terbakar atau rusak, bergantung pada jenis polimer dan kecepatan tegangan yang diberikan. Untuk menghindari terjadinya hal ini, polimer tersebut dilapisi dengan lapisan tipis emas (Puspitasari, 2009).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah Kitosan yang dibeli dari CV Ocean Fresh Bandung sebagai bahan membran. Sampel adalah sebagian yang diambil dari populasi, sehingga sampel dalam penelitian ini adalah kitosan dan PEG.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

##### **3.2.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. Variabel bebas pada penelitian ini adalah komposisi kitosan-PEG dalam pembuatan membran. Variasi komposisi meliputi variasi kitosan dan variasi PEG.

##### **3.2.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas yang diberikan dan diukur untuk menentukan ada tidaknya pengaruh (kriteria dari variabel bebas). Variabel terikat pada penelitian ini adalah larutan yang mengandung ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$ .

##### **3.2.3 Variabel Terkendali**

Variabel terkontrol yaitu variabel yang dijaga atau dikendalikan agar selalu konstan. Variabel ini meliputi :

1. Sintesis membran : pH, temperatur, dan kecepatan pengadukan



2. Adsorpsi membran : konsentrasi ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$  dalam larutan dan pH larutan

### 3.3 Alat dan Bahan yang digunakan

#### 3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan untuk membuat membran adalah:

- 1) Alat-alat gelas
- 2) Neraca analitis
- 3) Magnetik stirer
- 4) Pengaduk
- 5) pH meter
- 6) Cetakan

Peralatan yang digunakan untuk karakteristik membran adalah :

- 1) *Universal Testing Machine*
- 2) Spectrofotometer *FT-IR*
- 3) *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

Peralatan yang digunakan untuk analisis ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Ni}^{2+}$  adalah :

1. *Spectofotometer Serapan Atom (AAS)*

#### 3.3.2 Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Kitosan yang dibeli dari CV Ocean Fresh Bandung
2. PEG BM 4000

3. Aquades
4. Spesifikasi bahan :
  - $K_2Cr_2O_7$
  - $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$
  - Asam asetat 2%
  - NaOH 4%
  - HCl

### **3.4 Prosedur penelitian**

#### **3.4.1 Tahap Persiapan Bahan**

##### *3.4.1.1 Pembuatan larutan asam asetat 2% (v/v)*

Sebanyak 2,08 mL larutan asam asetat 96% yang diukur dengan pipet ukur, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

##### *3.4.1.2 Pembuatan larutan NaOH 4% (b/v)*

Sebanyak 4 gram NaOH dilarutkan dalam 50 mL aquades di labu ukur 100 mL kemudian kocok hingga larut. Setelah itu tambahkan aquades sampai tanda batas.

#### **3.4.2 Pembuatan Membran**

Larutan kitosan 1% (b/v), sebanyak 1 gram kitosan dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 2% (v/v). Pengadukan dilakukan selama 8 jam kemudian larutan disaring. Setelah diaduk dan disaring, kemudian ditambahkan polietilen glikol (PEG) sebanyak 1 gram. Campuran kemudian diaduk sampai larutan

homogen. Larutan dituangkan diatas cetakan plastik dan dibiarkan selama 72 jam pada suhu ruangan. Untuk menghilangkan kelebihan asam asetat, membran direndam dalam NaOH 4% kemudian dibilas dengan air deionisasi hingga netral. Membran kitosan – PEG dibuat dengan konsentrasi kitosan-PEG yang bervariasi yaitu (kitosan/PEG) 1/0; 1/0.15; 1/0.3; 1/0.45; 1/0.6; 1/0.75; 1/0.9; 0.75/0.5; 0.9/0.5; 1.05/0.5; 1.2/0.5; 1.35/0.5; 1.5/0.5.

### 3.4.3 Uji Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik membran dilakukan pada suhu kamar, dengan berat beban 100 kgf dan kecepatan 10 mm/menit. Kekuatan tarik membran dapat dilihat dari nilai load dan stroke yang dimilikinya. Nilai Load (MPa) menyatakan kekuatan tarik pada saat putus, sedangkan stroke (mm/menit) menunjukkan kekuatan regangan pada saat putus (Meriatna, 2008).

### 3.4.4 Uji *swelling*

Membran kitosan- PEG kering ditimbang dan direndam dalam 50 mL *aquades* pada temperatur kamar sampai konstan. Berat akhir / berat hasil *swelling* ( $W_s$ ) diperoleh dengan menimbang membran yang telah direndam. *Swelling index* (SI) dihitung dengan persamaan berikut :

$$SI = \frac{ws-wd}{wd} \times 100\%$$

Untuk uji *swelling* dengan variasi pH dilakukan dengan menggunakan *aquades*.

### 3.4.5 Uji FTIR

Membran Kitosan-PEG diamati perubahan gugus fungsinya dengan menggunakan FTIR. Sampel digerus dan dimasukkan ke dalam pelet, setelah itu sampel dilarik pada bilangan gelombang antara  $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ . Spektrum yang dihasilkan dianalisis untuk melihat perubahan gugusfungsi yang terbentuk pada sampel (Nurdiani, 2005).

### 3.4.6 Uji SEM

Uji SEM bertujuan untuk mengetahui penampang muka dan penampang melintang membran serta untuk mengetahui ukuran pori membran. Sebelum diuji, membran terlebih dahulu dikeringkan dan direndam dalam nitrogen cair selama beberapa detik hingga mengeras kemudian dipecahkan. Setelah itu, sampel ditempatkan pada wadah sampel kemudian dilapisi dengan emas dan dapat langsung diuji bentuk morfologinya (Apsari, 2010).

### 3.4.7 Adsorpsi Ion $\text{Cr}^{6+}$ dan $\text{Ni}^{2+}$

Adsorpsi Ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$  dilakukan setelah uji karakterisasi membran. Membran yang paling optimum kemudian diaplikasikan terhadap larutan yang mengandung Ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$ . Pengujian dilakukan dengan merendam membran selama 30 menit pada 60 mL larutan Ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$  dengan variasi pH dan konsentrasi. Variasi pH yang digunakan pada penelitian ini yaitu pH

6,5; 7; 7,5 dengan konsentrasi 10ppm. variasi konsentrasi dilakukan setelah memperoleh hasil pH optimum. Variasi konsentrasi dimulai dari 6, 8, dan 10 ppm. Kemudian larutan diukur adsorbansinya.

## BAB 5

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Komposisi kitosan-PEG optimum untuk membuat membran yaitu dengan perbandingan kitosan-PEG 1 : 0,45 (b/v) dan 1,35 : 0,5 (b/v) menghasilkan uji kuat tarik sebesar 48,26 MPa dan 46,76 MPa dengan hasil uji swelling kitosan-PEG (b/v) 1 : 0,45 dan 1,35 : 0,5 (b/v) sebesar 77,62% dan 72,72%.
2. Penambahan PEG dalam membran kitosan sangat mempengaruhi sifat mekanik membran dan fungsi membran untuk memisahkan ion logam.
3. Adsorpsi ion  $\text{Cr}^{6+}$  lebih besar daripada ion  $\text{Ni}^{2+}$

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberi saran antara lain:

1. Membran kitosan-PEG dapat diaplikasikan pada limbah pelapisan logam untuk menurunkan kadar ion logam dalam limbah
2. Membran dapat dibuat dengan menggunakan formula dari penelitian tersebut dan dapat dilakukan aplikasi yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansel. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. UI Press: Jakarta
- Apsari.2010. Karakteristik Membran Kitosan-PEG dan Aplikasinya sebagai Penjernih Air Sungai. *Skripsi UPI*
- Bondy, SC dan Prasad, KN. 1988.*Metal Neurotoxicity*. Boca Raton. Fla : CRC Press.
- Chen, Daimei., Wa Li., Yanru Wu., Qian Zhu., Zhijin Lu ., Gaoxiang Du. 2013. Preparation and characterization of chitosan/montmorillonite magnetic microspheres and its application for the removal of Cr (VI). *Chemical Engineering Journal* 221 (2013) 8–15.
- Crini, G. 2004. Recent Development in Polysaccharide – Based Materials Used as Adsorbent in Waste water Treatment. *Progress polymer science* 30, 1-27.
- Farha, Indah F dan Nita Kusumawati. 2012. Pengaruh PVA Terhadap Morfologi dan kinerja Membran Kitosan dalam Pemisahan pewarna Rhodamin-B. *PROC. Jurusan Kimia FMIPA Unesa*, C169 – 178.
- Gede, I Sanjaya M.H & Tyas Puspita.2009. *Pengaruh Penambahan Khitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Teknik Kimia. FTI-ITS.
- Gao, Y. M. 2000. Adsorptions Behavior of Metal Ions on Cross-linked Chitosan and the Determination of Oxoanions after Pretreatment with a Chitosan Column.*Analytical sciences* 16, 373-376.
- He, Ling-H., De-bin Y., Ying Liu.,Rui Song. 2009. Effects of Blending Chitosan with PEG on Surface Morphology, Crystallization and Thermal Properties. *Chinese Journal of Polymer Science* 27 (4) 501–510.
- Kaban, J. 2009. Pembuatan Membran Kompleks Polielektrolit Alginat Kitosan. *Jurnal sains kimia* 10 (1) 10–16.
- Kumar, M.N.V.R., 2000. A Review of Chitin and Chitosan Application. *Reactive & Functional Polymers* 46, 1–27.
- Kurita, K. 1998. Chemistry and Application of Chitin and Chitosan. *Polym. Degrad. Stabil* 59, 117-120.

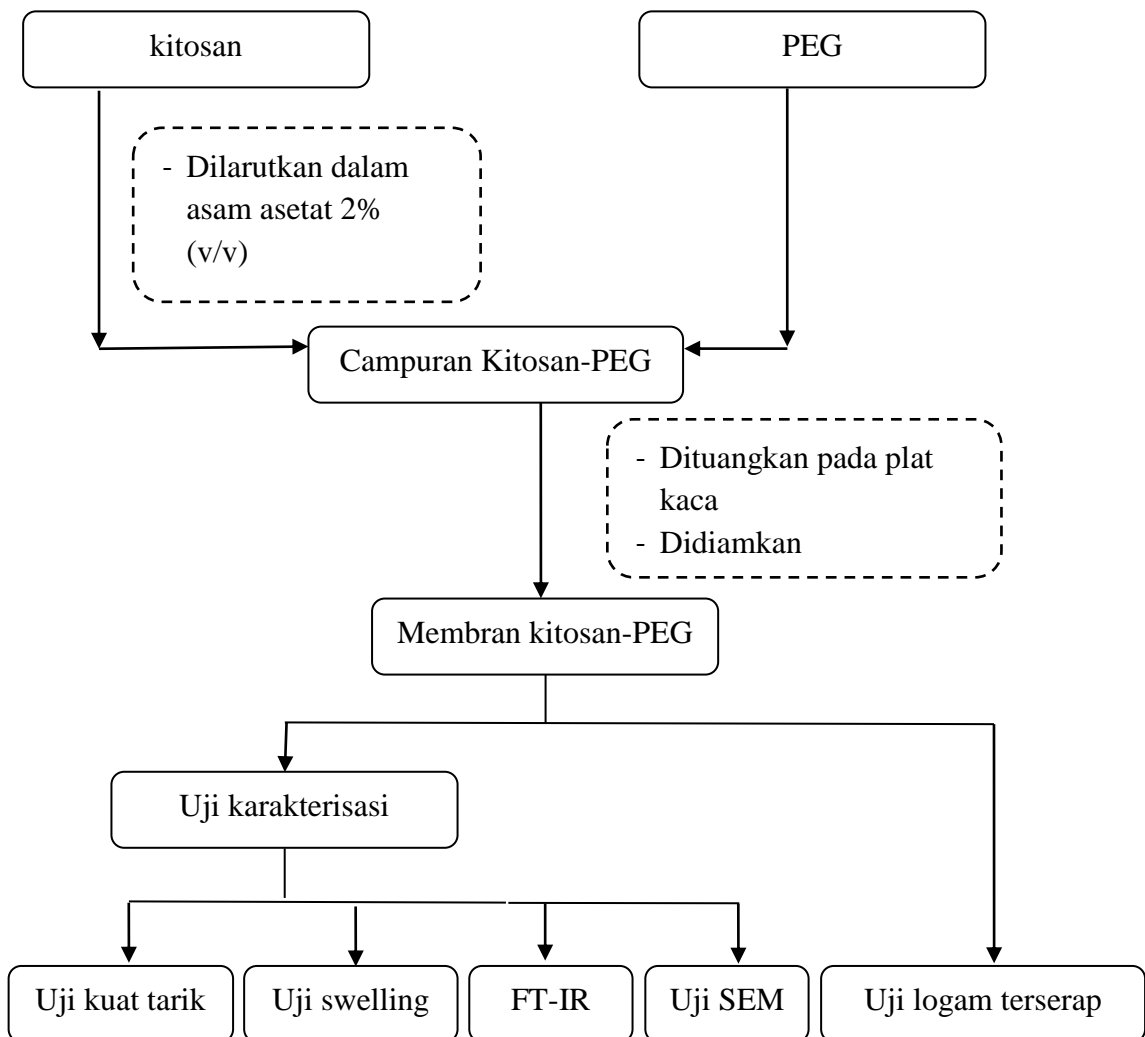


- Mc.Kay. 1987. Equilibrium Studies of the Sorption of Cu (II) Ions onto Chitosan. *In : Journal of Colloid and Interface Sciences* 255, pp. 64 – 74.
- Meriatna.2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Sumatera Utara :SkripsiUSU*.
- Meriaty.2005. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Kalsium Alginat. *Sumatera Utara: Tesis USU*
- Mulder, M. 1996. *Basic Prinsiples of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher: Netherlands
- Muzzarelli, R. A. A. 1978. Enhanced Capacity of Chitosan for Transition Metal Ions in Sulphate – Sulphuric Acid Solutions. *Talanta*. 21. Pp. 1137 – 1143.
- Nisa, K. 2005. Karakteristik Fluks Membran Kitosan Termodifikasi Poli(vinil alcohol) dengan Variasi Poli(etilena glikol) sebagai Porogen. *Skripsi: Jurusan Kimia FMIPA IPB*
- Notodarmojo, S danAneDeniva.2004. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus : Waduk Saguling, Padalarang). *PROC. ITB Sains&Tek* 36 A (1), 63-82.
- Nurdiani, D. 2005. Adsorpsi Logam Cu(II) dan Cr(VI) padaKitosan Bentuk Serpihan dan Butiran. *Skripsi IPB*
- Pierog, Milena, Magdalena Gierszewska-Druzynska, JadwikaOstrowska-Czubenko. 2009. “Effect of Ionic Crosslinking Agents on Swelling Behavior of Chitosan Hydrogel Membranes”. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivates*. Volume XIV, Page 75-82. Poland: *Nicolaus Copernicus University*
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi. *Jurnal Teknologi*, 3 (2), 99-106
- Puspitasari, D. 2009. Sintesis Membran Kitosan – PEG dan Karakteristiknya. *Skripsi UPI*
- Roberts, G. A. F. 1992. *Chitin Chemistry*. Macmillan Press: London.

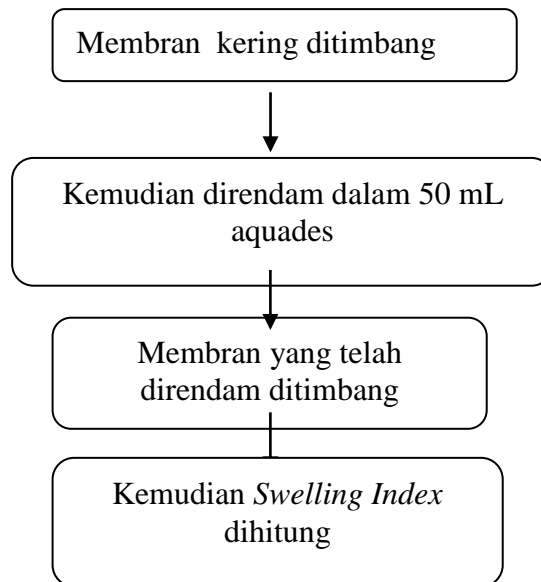
- Santoso, E dan Hendro Juwono. 2009. Efek Polietilen Glikol (PEG) Terhadap Kapasitas Adsorpsi dan Tetapan Laju Thomas dalam Proses Adsorpsi Ion Cu(II) dari Larutan Pada Komposit Selulosa-Khitosan Terikat tsilang dengan Menggunakan Kolom Secara Kontinu. *PROC. Jurusan Kimia FMIPA-ITS*, 47-56.
- Stephenson, T. S. Judd, B. Jefferson, K. Brindle. 2000. *Membrane Bioreactor for Wastewater Treatment*. IWA Publishing Company. UK.
- Stevens. 2001. *Polymer Chemistry*. Oxford University Press: New York.
- Syamsu, K. liesbetini. Anas M. Ani S., Dede R. 2007. Peran PEG dalam Pembuatan Lembaran Bioplastik Polihidroksialkanoat yang dihasilkan oleh *Ralstonia Eutropha* dari Substrat Hidrolisat Pati Sagu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 12*, hal 63 – 68.
- Zhang X.H, M., Li, Y.D., Gong, N.M., Zhao, X.F. 2002. Properties and Biocompatibility of Chitosan Films Modified by Blending with PEG. *Journal of Biomaterials 23*, 2641–2648.

## Lampiran 1. Skema Diagram Kerja

### 1.1 Pembuatan Membran Kitosan - PEG



## 1.2 Uji swelling



$$SI = \left( \frac{Ws - Wd}{Wd} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

Ws : berat akhir hasil swelling

Wd : berat awal

## 1.3 Pembuatan larutan asam asetat 2%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$96 \% \times V_1 = 2 \% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,08 \text{ mL}$$

Cara pembuatannya adalah dipipet larutan asam asetat 96% sebanyak 2,08 mL dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan dengan akuades sampai tanda batas.

#### **1.4 Pembuatan NaOH 4%**

Sebanyak 4 gram NaOH dilarutkan kedalam 50 mL aquades kedalam labu ukur 100 mL kemudian kocok hingga larut. Setelah itu tambahkan aquades hingga tanda batas.

## Lampiran 2. Perhitungan kuat tarik Membran kitosan

Persamaan :  $kuat\ tarik = \frac{F_{maks}}{A_0}$

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \text{ Kg/cm}^2$$

catatan :  $\sigma \text{ (MPa)} \times 10,2 = \sigma \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

Luas (cm<sup>2</sup>) = lebar x tebal membran

Lebar plastik = 7,5 mm

Kitosan (g/100mL)	PEG (g/100mL)	Load (kg)		
1	0	2,470	1,582	1,477
1	0,15	0,601	0,998	1,112
1	0,3	1,252	1,101	2,000
1	0,45	1,744	0,998	1,790
1	0,6	0,601	0,530	0,236
1	0,75	0,709	0,414	0,97

Kitosan (g/100mL)	PEG (g/100mL)	Load (kg)		
0,75	0,5	0,305	0,540	1,050
0,9	0,5	0,666	0,928	0,541
1,05	0,5	0,790	0,47	1,211
1,2	0,5	1,300	2,30	1,524
1,35	0,5	0,790	1,887	1,559
1,5	0,5	1,390	2,192	1,014

➤ Sampel A (PEG 0%)

- Sampel A<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 2,47 kg

$$\text{Tebal} = 0,04 \text{ mm}$$

$$\text{Luas} = \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{2,47}{3 \times 10^{-3}} = 823,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{823,33}{10,2} = 80,71 \text{ MPa}$$

- Sampel A<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,582 kg

$$\text{Tebal} = 0,05 \text{ mm}$$

$$\text{Luas} = \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,582}{3,75 \times 10^{-3}} = 427,56$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{427,56}{10,2} = 41,91 \text{ MPa}$$

- Sampel A<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,477 kg

Tebal = 0,06 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,06 \text{ mm}$$

$$= 0,45 \text{ mm}^2$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,477}{4,5 \times 10^{-3}} = 328,22$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{328,22}{10,2} = 32,17 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3} = \frac{80,71 + 41,91 + 32,17}{3} = \frac{154,79}{3} = 51,59 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel B (PEG 0,15%)

- Sampel B<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,601 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$



$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,601}{3 \times 10^{-3}} = 200,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{200,33}{10,2} = 19,09 \text{ MPa}$$

- Sampel B<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,998 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,998}{1,5 \times 10^{-3}} = 665,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{665,33}{10,2} = 65,22 \text{ MPa}$$

- Sampel B<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,112 kg

Tebal = 0,03 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,225 \text{ mm}^2 \\
 &= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \\
 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} &= \frac{1,112}{2,25 \times 10^{-3}} = 505,45 \\
 \frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} &= \text{MPa} \\
 \frac{505,45}{10,2} &= 49,55 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{B_1+B_2+B_3}{3} = \frac{19,09+65,22+49,55}{3} = \frac{133,86}{3} = 44,62 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel C (PEG 0,3%)

- Sampel C<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,252 kg

Tebal = 0,06 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,06 \text{ mm}$$

$$= 0,45 \text{ mm}^2$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,252}{4,5 \times 10^{-3}} = 278,22$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{278,22}{10,2} = 27,27 \text{ MPa}$$

- Sampel C<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,101 kg

Tebal = 0,06 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,06 \text{ mm}$$

$$= 0,45 \text{ mm}^2$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,101}{4,5 \times 10^{-3}} = 244,66$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{244,66}{10,2} = 23,98 \text{ MPa}$$

- Sampel C<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 2 kg

Tebal = 0,03 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$= 0,225 \text{ mm}^2$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{2}{2,25 \times 10^{-3}} = 909,09$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{909,09}{10,2} = 89,12 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{C_1+C_2+C_3}{3} = \frac{27,27+23,98+89,12}{3} = \frac{140,37}{3} = 46,79 \pm \text{ MPa}$$

➤ Sampel D (PEG 0,45%)

- Sampel D<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,744 kg

Tebal = 0,1 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,744}{3,75 \times 10^{-3}} = 471,35$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{471,35}{10,2} = 46,21 \text{ MPa}$$

- Sampel D<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,998 kg

Tebal = 0,07 mm

Luas = lebar x tebal

$$\begin{aligned}
 &= 7,5 \text{ mm} \times 0,07 \text{ mm} \\
 &= 0,525 \text{ mm}^2 \\
 &= 5,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \\
 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} &= \frac{0,998}{5,25 \times 10^{-3}} = 191,92
 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{191,92}{10,2} = 18,81 \text{ MPa}$$

- Sampel D<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,790 kg

Tebal = 0,03 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$= 0,225 \text{ mm}^2$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,790}{2,25 \times 10^{-3}} = 813,63$$

$$\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = \text{MPa}$$

$$\frac{813,63}{10,2} = 79,76 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \frac{46,21 + 18,81 + 79,76}{3} = \frac{144,78}{3} = 48,26 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel E (PEG 0,6%)

• Sampel E<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,601 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,601}{1,5 \times 10^{-3}} = 400,66$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{400,66}{10,2} = 39,28 \text{ MPa}$$

• Sampel E<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,53 kg

Tebal = 0,03 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$= 0,225 \text{ mm}^2$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,53}{2,25 \times 10^{-3}} = 240,93$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{240,93}{10,2} = 23,61 \text{ MPa}$$

- Sampel E<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,236 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,236}{1,5 \times 10^{-3}} = 157,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{157,33}{10,2} = 15,42 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} = \frac{39,28 + 23,61 + 15,42}{3} = \frac{78,31}{3} = 26,10 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel F (PEG 0,75%)

- Sampel F<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,709 kg

Tebal = 0,05 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,709}{3,75 \times 10^{-3}} = 191,62$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{191,62}{10,2} = 18,78 \text{ MPa}$$

- Sampel F<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,414 kg

Tebal = 0,07 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,07 \text{ mm}$$

$$= 0,525 \text{ mm}^2$$

$$= 5,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,414}{5,25 \times 10^{-3}} = 79,61$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{79,61}{10,2} = 7,80 \text{ MPa}$$



- Sampel F<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,97 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,97}{3 \times 10^{-3}} = 323,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{323,33}{10,2} = 31,69 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3} = \frac{18,78 + 7,80 + 31,69}{3} = \frac{58,27}{3} = 19,42 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel G (kitosan 0,75%)

- Sampel G<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,305 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,305}{1,5 \times 10^{-3}} = 203,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{203,33}{10,2} = 19,93 \text{ MPa}$$

- Sampel G<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,540 kg

Tebal = 0,06 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,06 \text{ mm}$$

$$= 0,45 \text{ mm}^2$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,540}{4,5 \times 10^{-3}} = 120$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{120}{10,2} = 11,76 \text{ MPa}$$

- Sampel G<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,050 kg

Tebal = 0,05 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,050}{3,75 \times 10^{-3}} = 283,78$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{283,78}{10,2} = 27,87 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{G_1+G_2+G_3}{3} = \frac{19,93+11,76+27,82}{3} = \frac{59,51}{3} = 19,83 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel H (kitosan 0,9%)

- Sampel H<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,666 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,666}{3 \times 10^{-3}} = 222$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{222}{10,2} = 21,76 \text{ MPa}$$

- Sampel H<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,928 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,928}{3 \times 10^{-3}} = 309,53$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{309,53}{10,2} = 30,32 \text{ MPa}$$

- Sampel H<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,541 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,541}{1,5 \times 10^{-3}} = 360,66$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{360,66}{10,2} = 35,35 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{H_1+H_2+H_3}{3} = \frac{21,76+30,32+35,35}{3} = \frac{87,43}{3} = 29,14 \pm \text{ MPa}$$

➤ Sampel I (kitosan 1,05%)

- Sampel I<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,79 kg

Tebal = 0,03 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$= 0,225 \text{ mm}^2$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,79}{2,25 \times 10^{-3}} = 359,09$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{359,09}{10,2} = 35,20 \text{ MPa}$$

- Sampel I<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,47 kg

Tebal = 0,07 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,07 \text{ mm}$$

$$= 0,525 \text{ mm}^2$$

$$= 5,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,47}{5,25 \times 10^{-3}} = 90,38$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{90,38}{10,2} = 8,86 \text{ MPa}$$

- Sampel I<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,211 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,211}{3 \times 10^{-3}} = 403,66$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{403,66}{10,2} = 39,57 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{35,20 + 8,86 + 39,57}{3} = \frac{83,63}{3} = 27,87 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel J (kitosan 1,2%)

• Sampel J<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,300 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,3}{3 \times 10^{-3}} = 433,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{433,33}{10,2} = 42,48 \text{ MPa}$$

• Sampel J<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,230 kg

Tebal = 0,02 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,02 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ mm}^2$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,230}{1,5 \times 10^{-3}} = 153,33$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{153,33}{10,2} = 15,03 \text{ MPa}$$

- Sampel J<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,524 kg

Tebal = 0,05 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,815}{0,0037} = 411,89$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{411,89}{10,2} = 40,38 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{J_1 + J_2 + J_3}{3} = \frac{42,48 + 15,03 + 40,38}{3} = \frac{97,89}{3} = 32,63 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel K (kitosan 1,35%)

- Sampel K<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 0,79 kg



$$\text{Tebal} = 0,07 \text{ mm}$$

$$\text{Luas} = \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,07 \text{ mm}$$

$$= 0,525 \text{ mm}^2$$

$$= 5,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{0,79}{5,25 \times 10^{-3}} = 151,92$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{151,89}{10,2} = 14,89 \text{ MPa}$$

- Sampel K<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,887 kg

$$\text{Tebal} = 0,03 \text{ mm}$$

$$\text{Luas} = \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,03 \text{ mm}$$

$$= 0,225 \text{ mm}^2$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,887}{2,25 \times 10^{-3}} = 857,72$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{857,72}{10,2} = 84,09 \text{ MPa}$$

- Sampel K<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,559 kg

Tebal = 0,05 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,05 \text{ mm}$$

$$= 0,375 \text{ mm}^2$$

$$= 3,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,559}{0,0037} = 421,35$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{421,35}{10,2} = 41,30 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} = \frac{14,89 + 84,09 + 41,30}{3} = \frac{140,28}{3} = 46,76 \pm \text{MPa}$$

➤ Sampel L (kitosan 1,5%)

- Sampel L<sub>1</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,39 kg

Tebal = 0,09 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,09 \text{ mm}$$

$$= 0,675 \text{ mm}^2$$

$$= 6,75 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,39}{6,75 \times 10^{-3}} = 207,46$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{207,46}{10,2} = 20,33 \text{ MPa}$$

- Sampel L<sub>2</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 2,192 kg

Tebal = 0,07 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,07 \text{ mm}$$

$$= 0,525 \text{ mm}^2$$

$$= 5,25 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{2,192}{5,25 \times 10^{-3}} = 421,53$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

$$\frac{421,53}{10,2} = 41,32 \text{ MPa}$$

- Sampel L<sub>3</sub>

Diketahui : Kuat tarik = 1,014 kg

Tebal = 0,04 mm

Luas = lebar x tebal

$$= 7,5 \text{ mm} \times 0,04 \text{ mm}$$

$$= 0,3 \text{ mm}^2$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1,014}{0,003} = 338$$

$$\frac{\text{kg/cm}^2}{10,2} = \text{MPa}$$

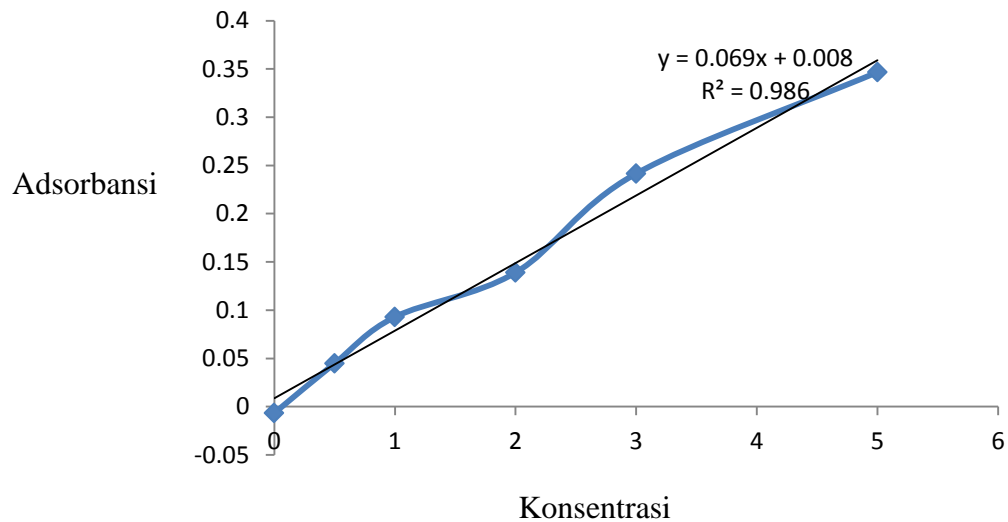
$$\frac{338}{10,2} = 33,13 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{L_1+L_2+L_3}{3} = \frac{20,33+41,32+33,13}{3} = \frac{94,78}{3} = 31,59 \pm \text{MPa}$$

### Lampiran 3. Perhitungan Logam Terserap

#### 3.1 Logam krom

#### Kurva Kalibrasi Cr



#### Membran A

➤ pH 6,5 Diketahui:  $A_o = 0,8571$

$$A_t = 0,2882$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,8571 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 12,30 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2882 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,06 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{8,24}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,94 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7 Diketahui:  $A_o = 0,7989$

$$A_t = 0,4081$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,7989 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 11,46 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,4081 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 3,79 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,67}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,60 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7,5 Diketahui:  $A_o = 0,6647$

$$A_t = 0,3367$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,6647 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 9,51 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3367 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,76 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,75}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,85 \text{ mg/g}$$

#### Membran B

➤ pH 6,5 Diketahui:  $A_o = 0,8571$

$$A_t = 0,3451$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,8571 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 12,30 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3451 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,88 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,42}{1000mL} \times \frac{60mL}{0,1g} = 4,45 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7 Diketahui:  $A_o = 0,7989$

$$A_t = 0,3152$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,7989 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 11,46 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3152 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,45 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,01}{1000mL} \times \frac{60mL}{0,1g} = 4,20 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7,5 Diketahui:  $A_o = 0,6647$

$$A_t = 0,3844$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,6647 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 9,51 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3844 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 5,45 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,06}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,43 \text{ mg/g}$$

### Variasi Konsentrasi

#### Membran A

➤ konsentrasi 6 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,3222$

$$A_t = 0,0989$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3222 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,55 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0989 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 1,31 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{3,24}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 1,94 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 8 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,6785$

$$A_t = 0,2461$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,6785 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 9,71 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2461 = 0,069x + 0,008$$



$$X_o = 3,45 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{6,26}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 3,75 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 10 ppm Diketahui:  $A_o = 0,8571$

$$A_t = 0,2882$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,8571 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 12,30 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2882 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,06 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{8,24}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,94 \text{ mg/g}$$

Membran A

➤ konsentrasi 6 ppm Diketahui:  $A_o = 0,3222$

$$A_t = 0,1141$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3222 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,55 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1141 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 1,53 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{3,02}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 1,81 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 8 ppm Diketahui:  $A_o = 0,6785$

$$A_t = 0,2700$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,6785 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 9,71 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2700 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 3,79 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{5,92}{1000mL} \times \frac{60mL}{0,1g} = 3,55 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 10 ppm Diketahui:  $A_o = 0,8571$

$$A_t = 0,3451$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,8571 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 12,30 \text{ ppm}$$

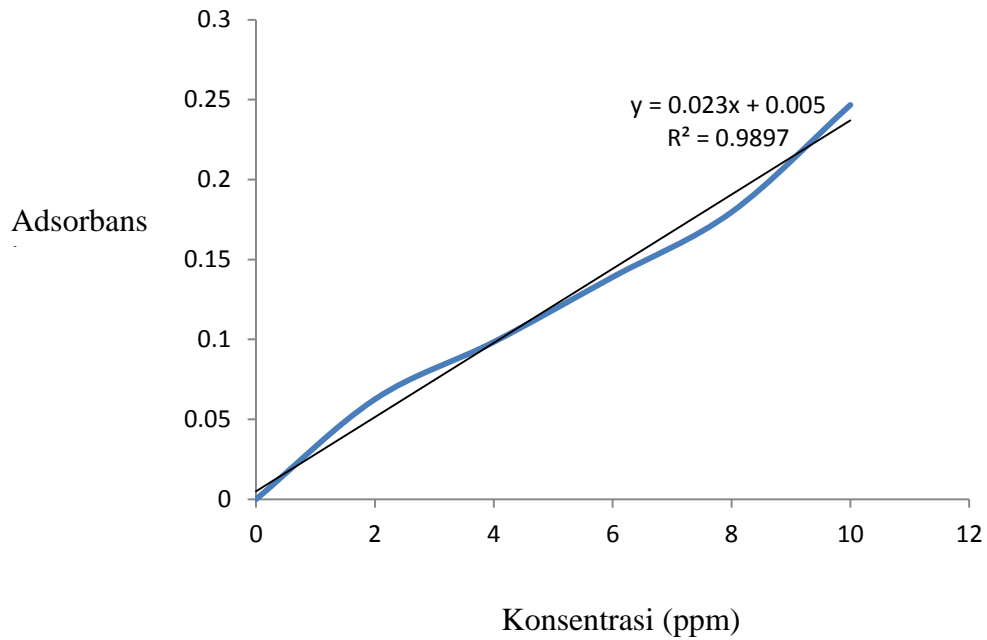
$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,3451 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,88 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,42}{1000mL} \times \frac{60mL}{0,1g} = 4,45 \text{ mg/g}$$

### 3.2 Logam Nikel



#### Membran A

➤ pH 6,5 Diketahui:  $A_o = 0,2382$

$$A_t = 0,0710$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2382 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 10,13 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0710 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,86 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,27}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,36 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7 Diketahui:  $A_o = 0,1954$

$$A_t = 0,0780$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1954 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 8,27 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0780 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 3,17 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{5,1}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 3,06 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7,5 Diketahui:  $A_o = 0,2011$

$$A_t = 0,0980$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2011 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,48 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0980 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,04 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,48}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,69 \text{ mg/g}$$

#### Membran B

➤ pH 6,5 Diketahui:  $A_o = 0,2382$

$$A_t = 0,0731$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2382 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 10,13 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0731 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,96 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,17}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,30 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7 Diketahui:  $A_o = 0,1954$

$$A_t = 0,0890$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1954 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 8,27 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0890 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 3,65 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,62}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,77 \text{ mg/g}$$

➤ pH 7,5 Diketahui:  $A_o = 0,2011$

$$A_t = 0,1066$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2011 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,48 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1066 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 4,41 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,11}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,47 \text{ mg/g}$$

### Variasi Konsentrasi

#### Membran A

➤ konsentrasi 6 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,1349$

$$A_t = 0,0615$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1349 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 5,64 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0615 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,45 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{3,90}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 1,91 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 8 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,1723$

$$A_t = 0,0687$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1723 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 7,27 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0687 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,76 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,51}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1\text{ g}} = 2,70 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 10 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,2382$

$$A_t = 0,0710$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2382 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 10,13 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0710 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,86 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,27}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1\text{ g}} = 4,36 \text{ mg/g}$$

#### Membran B

➤ konsentrasi 6 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,1349$

$$A_t = 0,0619$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1349 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 5,64 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0619 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,47 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{3,17}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1\text{ g}} = 1,90 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 8 ppm    Diketahui:     $A_o = 0,1723$

$$A_t = 0,0724$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,1723 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 7,27 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0724 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,93 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{4,34}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 2,80 \text{ mg/g}$$

➤ konsentrasi 10 ppm Diketahui:  $A_o = 0,2382$

$$A_t = 0,0731$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,2382 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 10,13 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,069x + 0,008$$

$$0,0731 = 0,069x + 0,008$$

$$X_o = 2,96 \text{ ppm}$$

$$\text{Logam yang terserap: } \frac{7,17}{1000\text{mL}} \times \frac{60\text{mL}}{0,1 \text{ g}} = 4,30 \text{ mg/g}$$



#### Lampiran 4. Perhitungan Uji Swelling

##### 1. Akuades

$$SI = \left( \frac{Ws - Wd}{Wd} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

Ws : berat akhir hasil swelling

Wd : berat awal

Untuk Membran kitosan Tanpa PEG

$$SI = \left( \frac{Ws - Wd}{Wd} \right) \times 100\%$$

$$SI = \left( \frac{(0,3462 + 0,36/2) - 0,1}{0,1} \right) \times 100\%$$

$$SI = 71,68 \%$$

Perhitungan ini diulang dengan langkah yang sama seperti diatas untuk membran variasi kitosan dan PEG sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Kitosan (g/100ml)	PEG (g/100 <sup>ml</sup> ) 76	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	<i>SI</i>
1	0	0,1	0,3601 0,2711	68,31 %
1	0,15	0,1	0,3462 0,3600	71,68 %
1	0,3	0,1	0,3380 0,3901	72,62 %
	0,045	0,1	0,4710 0,4230	77,62 %
1	0,6	0,1	0,5170 0,3670	77,37%
1	0,75	0,1	0,5470 0,5500	81,76%
1	0,9	0,1	0,5240 0,4481	79,42%

Kitosan (g/100ml)	PEG (g/100ml)	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	<i>SI</i>
1	0	0,1	0,3601 0,2711	68,31 %
0,75	0,5	0,1	0,4947 0,3433	76,13 %
1,9	0,5	0,1	0,4421 0,4049	76,38 %
	0,5	0,1	0,3882 0,4774	76,89 %
1,05	0,5	0,1	0,3521 0,3142	69,97%
1,2			0,3911	
1,35	0,5	0,1	0,3423	72,72%
1,5	0,5	0,1	0,3182 0,2222	62,99%