

**POTENSI MEMBRAN BERBASIS KITOSAN DENGAN VARIASI  
KOMPOSISI *PLASTICIZER* SEBAGAI MATERIAL BIOSENSOR  
RASA ASIN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**NUR KHOLILATUL LAILA**

**NIM. 10640026**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**POTENSI MEMBRAN BERBASIS KITOSAN DENGAN VARIASI  
KOMPOSISI *PLASTICIZER* SEBAGAI MATERIAL BIOSENSOR RASA  
ASIN**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:**

**NUR KHOLILATUL LAILA  
NIM.10640026**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**POTENSI MEMBRAN BERBASIS KITOSAN DENGAN VARIASI  
KOMPOSISI *PLASTICIZER* SEBAGAI MATERIAL BIOSENSOR RASA  
ASIN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**NUR KHOLILATUL LAILA**

**NIM. 10640026**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 26 Juni 2014

Pembimbing I

Pembimbing II

Erna Hastuti, M.Si

NIP. 19811119 200801 2 009

Umaiyatus Syarifah, M.A

NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M. Si  
NIP. 19811119 200801 2 009

**HALAMAN PENGESAHAN**

**POTENSI MEMBRAN BERBASIS KITOSAN DENGAN VARIASI  
KOMPOSISI *PLASTICIZER* SEBAGAI MATERIAL BIOSENSOR RASA  
ASIN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**NUR KHOLILATUL LAILA**  
**NIM. 10640026**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 14 Juli 2014

Penguji Utama	:	<u>Drs. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	:	<u>Farid Samsu Hananto, S.Si, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji	:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	:	<u>Umayyatus Syarifah, M.A</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M. Si  
NIP. 19811119 200801 2 009

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya kecil ini ku persembahkan buat semua yang telah mengukir hidupku dengan CINTA, mewarnainya dengan KASIH SAYANG dan membingkainya dengan HARAPAN

SEGALAPUJI dan syukur ku ucapkan kepada Allah SWT pencipta alam semesta ini.

Tanpa Mu aku bukan apa-apa dan bukan siapa-siapa.

Ayah dan ibu tercinta sebagai tanda hormat dan baktiku.  
Yang Dengan Sepenuh Hati Berjuang Mendidik dan membesarkanku.  
Dan untuk nenek dan adik tercinta yang selalu Memberikan Dorongan dan Pengarahan dan Selalu Mendoakanku dengan Segenap cintamu.

Semoga Allah selalu melindungimu.

Kalian adalah Harta yang paling Berharga dalam Hidupku.

Orang Yang selalu sabar, dan selalu memberikan semangat

Bapak Ibu guru dan Dosen – dosen yang telah memberikan dan mengajarkanku Ilmu dan Kebaikan, Semoga Allah SWT senantiasa Memberikan Rahmat dan Karunia–Nya. Khususnya Bu. Erna Hastuti, M.Si, Bapak Imam Tazi, M.Si dan seluruh dosen – dosen jurusan Fisika UIN MALIKI MALANG

SAHABAT-SAHABAT sejati seluruh teman – teman angkatan 2010.

Kalian memberi warna dalam hidup ku. Ku ucapkan terima kasih kepada tuhan yang telah mengijinkan kita untuk bisa saling mengenal dan menjadi sahabat seperjuangan.

Untuk teman – teman Asrama Wargadinata mbak cun, su bell, si kut, elik, Mbak ell, dan masih banyak lagi, terima kasih atas waktu, tenaganya dan semua bantuan serta segala bentuk pengorbanan, dan orang special SF dari hati yang paling dalam aku sangat beruntung punya orang sepertimu.

## MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan terdapat kemudahan.  
Sesungguhnya bersama kesulitan itu terdapat kemudahan.  
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu pekerjaan) maka  
bekerja keraslah.

Dan hanya kepada Allah hendaklah kamu berharap  
(Qs.94- Al Insyiroh 5-8)

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan  
kesanggupannya  
(Q.S. Al Baqarah : 286).

Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil. Berusaha  
dengan keras adalah kemenangan yang hakiki.  
(Mahatma Gandhi)

Detik demi detik terasa sekali, sakit segala sakit mampunyai arti.  
Jadikanlah aku ya Allah sebagai ahli syukur  
karena masih dapat kau uji.  
Apapun yang terjadi batasnya diketahui, bila tiba saatnya nanti,  
pasti akan terjadi.  
Nikmat yang kau berikan sungguh berarti,  
Subhanallah...”

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Kholilatul Laila

NIM : 10640026

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Potensi Membran Berbasis Kitosan dengan Variasi Komposisi *Plasticizer* sebagai Material Biosensor Larutan Rasa Asin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar – benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang diakui sebagai hasil tulisan atau pemikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti karya ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2014  
Yang Membuat Pernyataan,

Nur Kholilatul Laila  
NIM. 10640026

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb*

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, karena dengan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Potensi Membran Berbasis Kitosan dengan Variasi Komposisi *Plasticizer* sebagai Material Biosensor Rasa Asin”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat dan salam semoga tetap dilimpahkan kepada Rasulullah SAW, sahabat, keluarga dan umatnya.

Dengan ketulusan hati, iringan doa dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku pembimbing dan ketua jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membimbing dan memberi pengarahan dalam menyelesaikan skripsi.

4. Umayatus Syarifah, M.A selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberi pengarahan dan motivasi dalam mengintegrasikan sains dan al-Quran.
5. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan dan Laboran, Administrasi Jurusan Fisika
6. Keluargaku Ibu, Ayah, Adik, dan Nenek yang selalu mendoakan dalam perjuanganku lahir dan batin.
7. Teman-teman fisika 2010, terimakasih atas bantuan dan motivasinya.
8. Sahabat-sahabatku di Asarama Warga Dinata yang telah memberikan motivasi.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi masih terdapat kekurangan, sehingga penulis megharapkan saran dan kritik yang baik demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca maupun penulis secara pribadi. Amin

*Wassaalamualaikum Wr.Wb*

Malang, 26 Juni 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTARGAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Biosensor .....	8
2.1.1 Aplikasi Dari Biosensor.....	15
2.2 Membran.....	16
2.3 Kitosan.....	19
2.3.1 Sifat – sifat Kitosan .....	24
2.4 Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat .....	28
2.5 Polivinil Klorida (PVC).....	30
2.6 Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	36
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.3 Bahan dan Alat .....	36
3.3.1 Alat yang Digunakan .....	36
3.3.2 Bahan yang Digunakan.....	37
3.4 Rancangan Penelitian.....	38
3.5 Langkah Penenlitian .....	39
3.5.1 Persiapan Sampel.....	39
3.5.2 Pengisolasian Kitin .....	39

3.5.3 Diasetilasi Kitin menjadi Kitosan.....	40
3.5.4 Pembuatan membran biosensor berbasis Kitosan .....	40
3.6 Karakterisasi dan pengujian .....	41
3.6.1 Pengujian FTIR .....	41
3.6.2 Pengujian Sensitifitas dan Waktu respon .....	41
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	42
<b>BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Penelitian .....	43
4.1.1 Pembuatan Kitosan.....	46
4.1.2 Pembuatan membran biosensor .....	46
4.1.3 Analisis FTIR .....	47
4.1.4 Pengujian Sensitifitas dan Waktu respon .....	50
4.2 Pembahasan .....	68
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran .....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prosentase kandungan kitin dan kitosan .....	21
Tabel 2.2 Kelarutan Kitosan pada Berbagai Pelarut Asam Organik .....	26
Tabel 3.1 Potensial (mV) dan factor Nernst membran .....	42
Tabel 4.3 Waktu Respon pengujian larutan .....	42
Tabel 4.1 Variasi komposisi pembuatan membran .....	47
Tabel 4.2 Gugus fungsi yang terbentuk pada perbandingan ketiga membran ....	49
Tabel 4.3 Penambahan larutan pengujian .....	52
Tabel 4.4 Sensitifitas membran pada larutan NaCl .....	53
Tabel 4.5 Waktu Respon membran pada larutan NaCl .....	56
Tabel 4.6 Sensitifitas membran pada larutan KCl .....	58
Tabel 4.7 Waktu respon membran pada larutan KCl .....	61
Tabel 4.8 Sensitifitas membran pada larutan KBr .....	63
Tabel 4.9 Waktu respon membran pada larutan KBr.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip dari Biosensor .....	11
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Biosensor .....	13
Gambar 2.3 Komponen-komponen biosensor .....	14
Gambar 2.4 Struktur Kitosan .....	22
Gambar 2.5 (1) Struktur selulosa (2) Struktur kitin .....	23
Gambar 2.6 Struktur Molekul PVC .....	30
Gambar 2.7 Skema alat spektroskopi FTIR .....	34
Gambar 3.1 Digram pembuatan kitosan .....	38
Gambar 3.2 Digram Preparasi membran biosensor berbasis kitosan .....	38
Gambar 4.1 Hasil spektra FTIR membran kitosan : PVC : BIS .....	48
Gambar 4.2 Grafik sensitifitas membran A pada larutan NaCl .....	54
Gambar 4.3 Grafik sensitifitas membran B pada larutan NaCl .....	54
Gambar 4.4 Grafik sensitifitas membran C pada larutan NaCl .....	55
Gambar 4.5 Waktu Respon membran pada larutan NaCl .....	57
Gambar 4.6 Grafik sensitifitas membran A pada larutan KCl .....	59
Gambar 4.7 Grafik sensitifitas membran B pada larutan KCl .....	60
Gambar 4.8 Grafik sensitifitas membran C pada larutan KCl .....	60
Gambar 4.9 Grafik waktu respon membran pada larutan KCl .....	62
Gambar 4.10 Grafik sensitifitas membran A pada larutan KBr .....	64
Gambar 4.11 Grafik sensitifitas membran B pada larutan KBr .....	65
Gambar 4.12 Grafik sensitifitas membran C pada larutan KBr .....	65
Gambar 4.13 Grafik Waktu respon membran terhadap larutan KBr .....	67
Gambar 4.14 Grafik Waktu respon membran A pada semua larutan .....	70
Gambar 4.15 Grafik Waktu respon membran B pada semua larutan .....	71
Gambar 4.16 Grafik Waktu respon membran C pada semua larutan .....	71
Gambar 4.14 Proses aliran ion pada membran sel .....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar pengujian sensor

Lampiran 2. Hasil FTIR



## ABSTRACT

Laila, Nur Kholilatul. 2014. **The Potential of Chitosan Based Membrane with Composition Variation Plasticizer as Saltiness Biosensor Materials**. Thesis. Physics Department Faculty of Science and Technology Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang.  
Promotors: (I) Erna Hastuti. M.Si, (II) Umaiatus Syarifah, M.A

---

**Keywords:** Chitosan, PVC, BIS 2 (ethylhexyl) phthalates, THF, NaCl, KCl, KBr, FTIR, sensitivity, and response time.

Biosensor has been developed by medical, chemical, agricultural, and military communities because of its analysis are rapid and cheap. Biosensor is an analytical method that uses biological active components integrated with electronic equipment to determine contents of a compound. This study aims to create and characterize chitosan based membrane biosensor as safe analyzing method and enable to analyze rapidly, accurately and objectively. Taste sensor membrane consists of an active ingredients chitosan which are activated using acetic acid 3% (b/v), polymer polyvinylchloride (PVC) and plasticizer BIS-2 (ethylhexyl) phthalates in the solvent tetrahydrofuran (THF) 1:3 (b/v). Membranes are made by three variations composition chitosan:PVC:BIS, they are 3%:35%:62%; 4%:35%:61%; and 5%:35%:60%. The membranes then are used for layers that cover the tip of the working Ag electrodes. FTIR analysis of the membrane has many functional groups. Analysis of this study are focused on NH and OH functional groups that can bind to ions of  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$ , and C-X functional groups that can bind ions  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Br}^-$  halogen compounds. Saltiness sensor in NaCl, KCl, and KBr have showed sensitivity less characteristic because that is far from the theoretical value that is 29.6 mV/decade. The sensitivity and response time which are produced have showed that the membranes are not significantly used for saltiness sensor.

## ABSTRAK

Laila, Nur Kholilatul. 2014. **Potensi Membran Berbasis Kitosan Dengan Variasi Komposisi Platicizer Sebagai Material Biosensor Rasa Asin.** Tugas akhir/ skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Pembimbing: (I) Erna Hastuti. M.Si (II) Umayyatus Syarifah, M.A

---

**Kata Kunci:** Kitosan, PVC, Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat, THF, NaCl, KCl, KBr, FTIR, Sensitivitas, dan waktu respon.

Biosensor sudah banyak dikembangkan di dalam masyarakat dalam bidang medis, kimia, pertanian, dan militer karena analisisnya yang cepat dan murah. Biosensor merupakan metoda analisis yang menggunakan komponen biologi aktif, yang diintegrasikan dengan peralatan elektronik untuk menentukan kadar suatu senyawa. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengkarakterisasi membran biosensor berbasis kitosan sebagai metoda analisis yang aman, mampu menganalisa secara cepat, akurat dan obyektif. Membran sensor rasa terdiri dari campuran bahan aktif kitosan yang diaktivasi menggunakan asam asetat 3% (b/v), polimer polivinilklorida (PVC) dan pemlastis Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat dalam pelarut tetrahidrofuran (THF) 1:3 (b/v). Membran dibuat 3 variasi dengan komposisi kitosan:PVC:BIS 3%:35%:62%; 4%:35%:61%; dan 5%:35%:60%. Membran kemudian digunakan untuk lapisan yang menutupi ujung elektroda kerja Ag. Analisa FTIR pada membran memiliki banyak gugus fungsi tetapi gugus fungsi NH dan OH yang bisa mengikat ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , dan gugus fungsi C-X yang bisa mengikat ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Br}^-$  yang merupakan senyawa halogen. Sensor rasa asin pada larutan NaCl, KCl, dan KBr menghasilkan karakter yang bersifat kurang sensitiv karena jauh dari nilai teoritis yaitu 29,6 mV/decade. Sensitivitas dan waktu respon yang dihasilkan menunjukkan bahwa, membran tidak signifikan digunakan untuk sensor rasa asin.

## مستخلص البحث

ليلة، نور خلية. 2014. كفاءة التزجيج الخفيف (membran) على أساس كيتوسان بأنواع مكونات فلاتيجيزير بمراقبة طعم المليح. البحث العلمي. شعبة علم الطبيعية، كليو العلوم و التكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى إيرنا هاستوتي الماجستير. المشرفة الثانية: أمية الشارفة الماجستير.

الكلمات الأساسية : كيتوسان، بيس-2 فيتالات (Ftalat)، FTIR، KBr، KCl، NaCl، THF، حساسية، و وقت الإستجابة.

يتطور بيسينسور في المجتمع بمجال الطبي و كيميائية و الزراعة و العسكرية لتحليله السريع و الرخيص. بيسنسور من منهج التحليل باستخدام مكونات علم الأحياء الفعلي الذي يتكامل بالآت إليكترونيك لتقرير قيمة وحدة المواد. يهدف هذا البحث لصناعة و التخصص الغشاء الرقيق على أساس كيتوسان بمنهج التحليل الأمن و التحليل السريع و بالظبط و الموضوعي. يتكون مراقبة التزجيج الخفيف بالطعم على مخالطة المواد الفعلية كيتوسان الذي يفعله بخمض الخليك 3% (b/v)، بولينير بوليفينيلوريدا (PVC) 1:3 (b/v). يتنوع التزجيج الخفيف ثلاثة أنواع بكونات كيتوسان: PVC: BIS: 3:35:62%، 4:35:61% و 5:35:60%. يستخدم التزجيج الخفيف تزجيجا المغلقة طرف قطب كهربائي الفعلي أ.ج. لتحليل FTIR في التزجيج الخفيف مجموعة وظيفية، بل مجموعة وظيفية لـ NH<sub>2</sub> و OH يرتبط ذرة Na<sup>+</sup> و K<sup>+</sup> و مجموعة وظيفية C-X يرتبط ذرة Cl<sup>-</sup> و Br<sup>-</sup> هو من وحدة المواد هالوكين. إنتاجت مراقبة طعم مليح في مذاب NaCl، KCl، و KBr التحصص الحساس لبعيده من قيمة نظرية هو 29,6 mV/decade. الحساسية و وقفت الإستجابة المنتج يدل أن ليس لتزجيج الخفيف مغزى لمراقبة طعم مليح.

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar belakang**

Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sudah terbiasa memasak makanan menggunakan gula, garam, dan kaldu sebagai bahan pemanis dan penyedap. Masyarakat lebih menyukai makanan yang sedap dan manis dari pada yang tidak ada rasanya, dan lebih menyukai makanan yang berwarna karena warnanya yang mencolok sehingga dapat menarik perhatian dan menggugah selera. Seiring berkembangnya industri makanan dan semakin banyaknya kebutuhan akan bahan makanan, maka muncul inovasi-inovasi baru tentang bahan zat aditif makanan yaitu, pemanis buatan, pewarna buatan, penyedap rasa, dan pengawet makanan. Diciptakannya zat aditif makanan sangat membantu dalam industri makanan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan bahan pemanis, bahan pengawet, bahan pewarna dan bahan penyedap.

Penggunaan zat aditif dapat menimbulkan berbagai dampak negatif bagi kesehatan manusia. Bahan penyedap sering menimbulkan banyak kasus yang sudah terjadi yaitu sering digunakan oleh para penjual makanan. Bahan penyedap rasa yang ditambahkan dalam makanan biasanya tidak sesuai dengan ukuran jumlah yang seharusnya ditambahkan. Oleh karena itu, bahan penyedap dapat mengakibatkan bahaya bagi orang yang keseringan mengkonsumsinya. Jika hal ini terjadi terus - menerus maka menimbulkan ketergantungan bagi orang yang sering mengkonsumsinya. Apabila sudah sering dan terbiasa mengkonsumsinya, maka menimbulkan bahaya bagi konsumen terutama bagi kesehatan tubuhnya.

Muncul berbagai jenis penyakit seperti kanker, gagal ginjal, amandel, atau kerusakan organ tubuh lainnya, bahkan sampai menimbulkan kematian (Winarno, 2004). Sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat al-Baqarah (2):172.



*“Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezki yang baik-baik yang kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah” (Al – Baqarah (2):172).*

Dari ayat ini menjelaskan bahwa Allah SWT telah menyuruh manusia untuk mengkonsumsi makanan yang baik, dan makanan itu merupakan makanan yang bergizi dan tidak merusak kesehatan tubuh. Makanan yang mengandung banyak vitamin, mineral, protein, lemak dan karbohidrat. Sehingga memberikan energi dan kesehatan dalam tubuh untuk melakukan aktivitas sehari – hari (Winarno, 2004). Telah ada seruan kepada seluruh manusia agar memakan makanan yang halal dan baik, niscaya kepada kaum yang beriman perintah ini lebih ditekankan, dan telah dijelaskan makanan sangatlah berpengaruh kepada jiwa dan sikap hidup. Makanan menentukan juga kepada kehalusan atau kekasaran budi seseorang (Hamka,2002).

Makanan yang telah diberikan Allah SWT dengan berbagai kandungan tetap di dalamnya untuk memenuhi kebutuhan yang dibutuhkan tubuh manusia agar sehat. Tetapi, sebagian manusia menyalah gunakan makanan alami dengan cara membuat makanan yang dapat merusak kesehatan. Manusia membuat bahan – bahan zat aditif demi mencari keuntungan yang mereka inginkan.

Zat aditif yang ditambahkan ke dalam makanan atau minuman digunakan untuk memperbaiki cita rasa pada makanan. Kita sebagai konsumen harus waspada serta mengenali dan membedakan makanan atau minuman yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Maka dari itu, dibuatlah suatu alat pendeteksi rasa untuk membantu masyarakat dalam memilih makanan yang layak untuk dikonsumsi. Biosensor rasa berfungsi mendeteksi rasa dalam makanan dengan suatu membran berbasis kitosan, khususnya untuk rasa asin, pahit, umami (gurih), manis, dan asam. Biosensor rasa dibutuhkan untuk mendeteksi rasa pada makanan yang bertujuan untuk mengetahui bahaya atau tidaknya bahan atau kandungan makanan tersebut bagi kesehatan.

Penelitian ini menggunakan biosensor rasa dengan membran berbasis kitosan dari kulit udang yang berasal dari kitin yang terkandung dalam kulit udang. Kitin adalah bahan organik utama yang terdapat pada kelompok hewan *crustaceae*, *insekta*, *fungi*, *mollusca* dan *arthropoda*. Cangkrang kepiting, udang dan lobster telah lama diketahui sebagai sumber bahan dasar produksi kitin, karena kandungan kitinnya cukup tinggi. Kitin juga diketahui terdapat pada kulit siput, kepiting, kerang, dan bekicot. Kitin merupakan biopolimer alam paling melimpah kedua setelah selulosa. Senyawa kitin atau ((1-4)-N-asetil-D-glukosamin) dapat dipertimbangkan sebagai suatu senyawa turunan selulosa, dimana gugus hidroksil pada atom C-2 digantikan oleh gugus asetamido (Purwatiningsih, 1992).

Pada penelitian Alif Faiza, dkk (2013) menjelaskan bahwa, sensor potencimetri Rhodamin B berbasis kitosan sebagai metode analisis yang

cepat, murah dan memiliki akurasi serta presisi yang tinggi dengan mekanisme pertukaran ion untuk penentuan zat warna rhodamin B. Membran sensor terdiri dari campuran bahan aktif kitosan yang diaktivasi menggunakan asam asetat 3% (b/v), polimer polivinilklorida (PVC) dan pemlastis dioktilsebakat (DOS) dalam pelarut tetrahidrofuran (THF), yang digunakan sebagai membran dengan komposisi tertentu. Membran kemudian digunakan untuk lapisan yang menutupi kawat Pt pada sensor potensimetri.

Penelitian Ilona usman (2010) menjelaskan bahwa, pengukuran rasa (taste) dari suatu makanan dilakukan dengan metode analisis kimia konvensional dan tester manusia. Kelemahan pengujian rasa menggunakan tester manusia ini antara lain adalah terkait dengan variabel individual, tidak dimungkinkannya monitoring on-line, bersifat subyektif, butuh adaptasi, bahkan membahayakan bagi personal pengujinya. Pada masa sekarang ini sensor mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah dalam bidang kesehatan. Bidang biosensor sendiri merupakan bidang interdisiplin yang menyangkut bidang biologi, kimia, ilmu material termasuk fisika material elektronik maupun mikroelektronik (Muhammad Barmawi, 2000). Dimana pada penelitian ini membrane berbasis kitosan sebagai sensor rasa juga akan diaplikasikan pada teknologi biosensor.

Pemanfaatan udang umumnya baru terbatas untuk keperluan makanan. Pada sebagian industri, limbah kulit udang dibuang dengan begitu saja padahal kulit udang mengandung senyawa kitin yang cukup tinggi yaitu, sekitar 20- 30 % berat kulit keringnya. Kulit udang sendiri merupakan limbah pengalengan udang

yang belum diolah secara maksimal. Penggunaan kitin dibatasi oleh sifat - sifat yang tidak larut dan sulit dipisahkan dengan bahan lain yang terikat terutama protein, sehingga untuk pemanfaatannya kitin perlu diubah terlebih dahulu menjadi kitosan. Salah satu cara lain memanfaatkan limbah ini adalah dengan mengekstraksi senyawa kitin yang terdapat di dalamnya, lalu dengan proses deasetilasi kitin diolah menjadi kitosan (Romatua, 2002). Sehingga pada penelitian ini membran yang digunakan berbasis kitosan dari kulit udang, suatu membran biosensor rasa yang dapat mendeteksi rasa pada makanan untuk mengetahui zat pada makanan yang bila dikonsumsi baik untuk kesehatan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana senyawa yang terbentuk pada membran sebagai sensor rasa asin dengan berbagai jenis larutan?
2. Bagaimana sensitivitas membran terhadap rasa asin dengan berbagai jenis larutan?
3. Bagaimana waktu respon membran terhadap rasa asin dengan berbagai jenis larutan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui senyawa yang terbentuk pada membran sebagai sensor rasa asin dengan berbagai jenis larutan.

2. Untuk mengetahui sensitivitas membran terhadap rasa asin dengan berbagai jenis larutan.
3. Untuk mengetahui waktu respon membran terhadap rasa asin dengan berbagai jenis larutan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini:

1. Mampu menghasilkan sensor rasa dengan memanfaatkan limbah kulit udang sebagai sensor rasa asin dengan berbagai jenis larutan.
2. Memberikan pengetahuan baru, dimana terdapat bahan alam yang dapat digunakan sebagai biosensor yang dapat diaplikasikan untuk mengetahui pendeteksi rasa asin dengan berbagai jenis larutan.
3. Mampu menghasilkan alat sensor rasa yang dapat membantu para ibu untuk mengetahui kualitas rasa pada makanannya tanpa harus dicicipi khususnya pada bulan puasa.
4. Mengatasi masalah evaluasi rasa yang tidak membahayakan bagi personal pengujiannya sehingga dibutuhkan adanya instrument berbasis elektronik yang aman, mampu menganalisa secara cepat, akurat dan obyektif serta murah dengan adanya alat sensor rasa ini

#### **1.5 Batasan Masalah**

1. Membran yang digunakan sebagai sensor rasa asin berasal dari bahan dasar kitosan kulit udang.

2. Penelitian ini hanya berpusat pada senyawa yang terbentuk pada membran berbasis kitosan sebagai sensor rasa asin dan pengaruh variasi *plasticizer* Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat terhadap sensitivitas dan waktu respon.
3. Pengujian gugus fungsi pada membran dilakukan dengan pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).
4. Jenis berbagai rasa asin yang akan diuji pada larutan NaCl, KCl, dan KBr.



## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

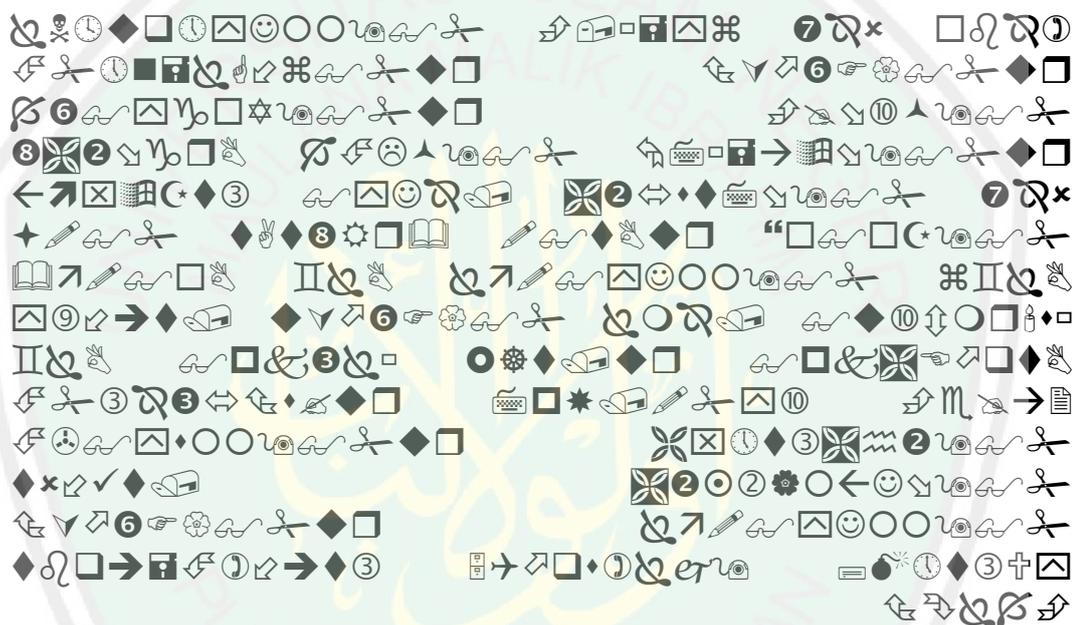
### **2.1 Biosensor**

Biosensor merupakan metode analisis yang menggunakan komponen biologi aktif yang diintegrasikan dengan peralatan elektronik untuk menentukan kadar suatu senyawa (Daniel,1999). Teknik analisis dengan biosensor sangat menarik dikembangkan karena selektifitas dan akurasi pendekatannya yang dinilai cukup handal dan bahkan mempunyai prospek ekonomi yang cukup besar. Biosensor juga merupakan instrument analisis yang sangat penting, karena dapat menentukan kadar senyawa konsentrasi yang sangat rendah, seperti ppm, ppb, dan ppt (Robeth, 2012).

Umumnya analisis klinis dengan sampel darah atau urin banyak dilakukan di laboratorium sentral rumah sakit yang dilengkapi dengan peralatan yang canggih dan dilakukan oleh petugas yang terdidik dan dilakukan dalam kondisi ruang yang terkontrol (Eggins, 2002). Hal ini menyebabkan kesulitan besar untuk penduduk yang tinggal di pedesaan yang jauh dari rumah sakit, namun dengan kemajuan teknologi di bidang mikroelektronika saat ini dimungkinkan untuk melakukan analisis klinis menggunakan biosensor yang dilengkapi peralatan yang sederhana dan portabel dan pengukuran dapat dilakukan di tempat (in situ), lebih jauh lagi analisis pengukuran ini bisa dilakukan oleh si pasien sendiri (Robeth, 2012).

Manusia mempunyai akal untuk berfikir, dalam menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi. Zaman terus maju dan teknologi juga semakin

berkembang, maka semakin banyak pula manusia yang menyalahgunakannya. Banyaknya masalah yang selama ini terjadi juga disebabkan oleh manusia, dan mereka pula yang menerima akibatnya. Sehingga manusia harus berfikir untuk mencari solusi dalam menyelesaikannya. Allah SWT berfirman pada surat al – Baqarah (2) : 164,



*“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar dilaut membawa apa yang berguna bagi manusia dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air lalu dengan air itu Dia hidupakan bumi sesudah mati atau keringnya dan dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, sesungguhnya terdapat tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan” (al-Baqarah (2):164).*

Surat al-Baqarah (2) : 164 menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan sesuatu tiada yang sia-sia. Ia menciptakan segala macam jenis makhluk hidup seperti hewan yang telah di sebarkan di bumi, di daratan maupun di lautan, tinggal bagaimana manusia harus berpikir agar dapat memanfaatkan segala sesuatu yang telah diberikan dan diciptakan oleh Allah SWT. Salah satu

bentuknya adalah dengan memanfaatkan limbah kulit udang. Selain daging udang yang mengandung banyak gizi, limbah kulitnya pun juga dapat dimanfaatkan secara maksimal jika manusia berkeinginan untuk memikirkannya.

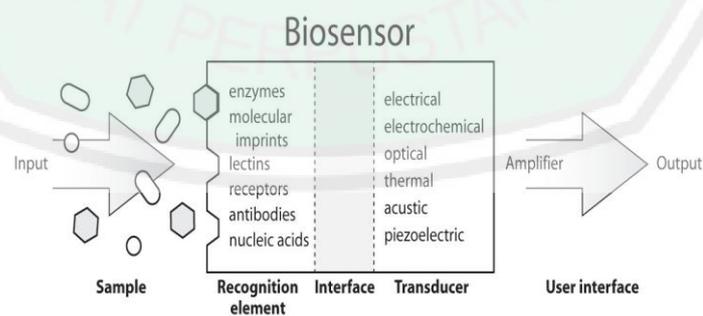
Membran biosensor yang salah satunya terbuat dari limbah kulit udang yang di dalamnya mengandung kitosan, dapat digunakan sebagai alat pendeteksi rasa pada makanan. Semakin manusia berfikir, maka semakin banyak yang akan ditemukan dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Bahkan, dari hal yang tidak bermanfaat menjadi bermanfaat yang dapat menyelesaikan permasalahan di dalam masyarakat.

Teknik analisis dengan menggunakan biosensor dalam bidang kesehatan telah banyak digunakan untuk berbagai keperluan diagnosis seperti mengukur kadar karbohidrat (*glukosa, galaktosa, dan fruktosa*), protein (*cholesterol* dan *creatinine*), amino acids (*glutamate*) dan metabolites (lactate dan urea), lactic acid, uric acid dalam darah, dan sebagainya (Wise, 1991). Teknologi biosensor memberikan beberapa keuntungan dibandingkan teknik analisis konvensional yaitu sederhana dan mudah dalam penggunaan, memiliki tingkat spesifitas yang tinggi, waktu proses untuk memperoleh hasil diagnosis yang cepat, memiliki kemampuan untuk pengukuran yang kontinu dan mampu untuk pengukuran dengan berbagai jenis parameter, dimungkinkan untuk dibuat peralatan yang portabel (Manz, 2004).

Biosensor pertama kali diperkenalkan dan dikomersialisasikan pada tahun 1970 oleh Yellow Springs Instrument Co. Di mana produk yang dihasilkan untuk mengukur kadar glukosa dalam darah, kadar urin dan bioprocessing. Biosensor

saat ini banyak digunakan untuk berbagai divais termasuk memonitor segala sesuatu yang berhubungan dengan bio-element. Menurut IUPAC, biosensor dapat didefinisikan sebagai divais analisis yang kompak di mana terdapat biological sensing element yang terintegrasi dengan transduser physicochemical (Daniel, 1999).

Teknis analisis dengan biosensor adalah mengintegrasikan komponen biologi aktif dengan "transducer" untuk menghasilkan sinyal elektronik yang dapat diukur. Biosensor merupakan sensor kimiawi di mana terdiri dari 3 (tiga) elemen dasar yaitu: reseptor (biocomponent), transduser (physical component) dan separator (membran atau beberapa jenis coating) (Eggins,2002). Reseptor terdiri dari doped metal oxide atau organic polymer yang dapat berinteraksi dengan "analyte". Biocomponent ini dapat berupa enzim, antigen, antibodi, bakteri dan nucleic acids. Untuk berbagai aplikasi dari biosensor, enzim merupakan senyawa yang paling banyak digunakan sebagai bioreceptor molecules atau biocomponent. Gambar 2.1 menjelaskan prinsip biosensor itu sendiri.



Gambar 2.1. Prinsip dari Biosensor (Robeth V, 2012).

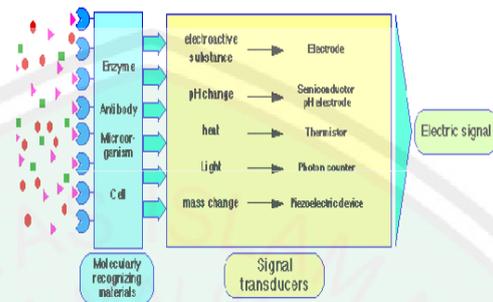
Enzim merupakan suatu protein yang dapat mengkatalisis suatu reaksi kimia dalam makhluk hidup. Protein ini memiliki ukuran yang berada pada kisaran 62 residu asam amino hingga lebih dari 2500 residu asam amino. Sama

seperti protein, enzim tersusun dari rantai lurus asam amino yang kemudian mengalami proses pelipatan membentuk suatu struktur tiga dimensi. Setiap urutan asam amino yang berbeda akan menghasilkan struktur yang unik dan akan memiliki sifat yang berbeda pula (Robeth V, 2012).

Biosensor adalah suatu sensor yang dapat digunakan untuk menelaah fungsi suatu material biologis atau jasad hidup, dan dapat juga digunakan untuk mengetahui berfungsinya jasad tersebut. Biosensor pertama kali dibuat adalah glucose sensor. Gula darah yang berbentuk glukosa pada awalnya diukur secara kimiawi oleh para peneliti dari perusahaan Ames di Indiana, Amerika Serikat, Ernie Adams dan Anton Clemens adalah dua tokoh dalam pengembangan *paper strip* (potongan kertas) yang dapat berubah warna karena reaksi kimia dengan glukosa. Akan tetapi produk ini kurang populer karena banyak mengandung kelemahan seperti akurasi rendah, kecepatan pengukuran lambat. Biosensor glukosa saat ini mempunyai peranan penting dalam aplikasinya sebagai pengukur konsentrasi glukosa di bidang klinis maupun non klinis. Biosensor mengandung enzim yang diimmobilisasi pada permukaan elektroda yang dapat memberikan respon spesifik terhadap substrat (Wang,2005).

Proses kerjanya yaitu senyawa aktif biologi akan berinteraksi dengan molekul yang akan dideteksi yang disebut molekul sasaran. Hasil interaksi yang berupa besaran fisik seperti panas, arus listrik, potensial listrik atau lainnya akan dimonitor oleh transduser. Besaran tersebut kemudian diproses sebagai sinyal sehingga diperoleh hasil yang dapat dimengerti. Biosensor yang pertama kali dibuat adalah sensor yang menggunakan transduser elektrokimia yaitu elektroda

enzim untuk menentukan kadar glukosa dengan metode amperometri (Ekosari, 2010).



Gambar 2.2 Prinsip kerja biosensor (Ekosari, 2010)

Prinsip kerja biosensor :

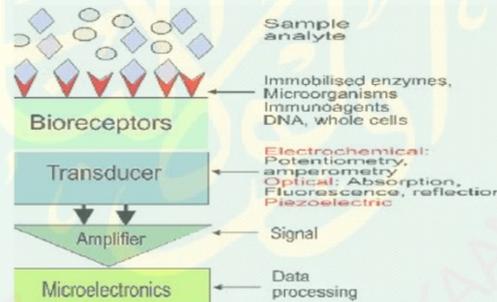
1. Biokatalis/bioreseptor/senyawa aktif biologi akan berinteraksi dengan substansi/zat kimia yang akan dideteksi (sampel analit/molekul target).
2. Hasil interaksi yang berupa besaran fisik seperti panas, arus listrik, potensial listrik atau lainnya akan dimonitor oleh transduser.
3. Besaran tersebut kemudian diproses sebagai sinyal sehingga diperoleh hasil yang dapat dipahami pada suatu layar monitor/recorder/komputer.

Sejauh ini, biosensor dalam perkembangannya mempunyai tiga generasi yaitu generasi pertama, dimana biosensor berbasis oksigen, generasi kedua, biosensor menjadi lebih spesifik yang melibatkan mediator diantara reaksi dan transduser, dan terakhir generasi ketiga, dimana biosensor berbasis enzyme coupling (Ekosari, 2010).

Kebutuhan akan biosensor sebagai perangkat analisis yang mampu merespons secara selektif terhadap sampel analit yang bersesuaian dan mengubah konsentrasinya menjadi sinyal listrik melalui sistem rekognisi yang merupakan

kombinasi antara unsur biologis dan transduser physico-chemical. Biosensor dapat memberikan alternatif yang kuat dan murah untuk analisis konvensional, untuk pengujian spesies kimia dalam matriks yang kompleks, biosensor dapat membedakan analit target dari sejumlah zat yang tidak dapat bereaksi dan berpotensi menginterferensi proses kimiawi, kemudian mengidentifikasi sampel yang diujikan. Kegunaan biosensor glukosa untuk pengukuran konsentrasi glukosa secara garis besar dapat dibagi menjadi dua, pertama pengukuran konsentrasi glukosa untuk tujuan yang bersifat klinis, kedua aplikasi yang bersifat non klinis (Christopher,1990).

Komponen-komponen yang terdapat pada biosensor :



Gambar 2.3 Komponen-komponen biosensor (Ekosari, 2010)

### 1. Bioreseptor/Biokatalis

Komponen biologis sebagai bioreseptor bisa berupa jaringan, mikroba, organel, sel, protein, enzim, antibodi, asam nukleat dll. Biasanya dalam bentuk terimmobilisasi suatu transduser. Pada Immobilisasi bisa dilakukan dengan: adsorpsi fisik, menggunakan membran atau perangkap matriks, membuat ikatan kovalen antara biomolekul dengan transduser.

### 2. Transduser

Transduser yang digunakan dapat berupa transduser elektrokimia, optoelektronik, kristal piezoelektronik, field effect transistor dan termistor. Proses yang terjadi dalam transduser dapat berupa calorimetric biosensor, potentiometric biosensor, amperometric biosensor, optical biosensor maupun piezo-electric biosensor. Dan sinyal yang keluar dari transduser ini kemudian di proses dalam suatu sistem elektronik misalnya recorder atau komputer.

### 3. Prosesor/Sinyal elektronik/Amplifier

Elemen elektronik prosesor sinyal yang terutama bertanggung jawab untuk menampilkan hasil yang mudah dibaca dan dipahami.

#### 2.1.1 Aplikasi dari Biosensor

Aplikasi biosensor pada dasarnya meningkat seiring dengan berkembangnya keperluan manusia dan kemajuan iptek. Tetapi secara umum tetap didominasi untuk aplikasi dibidang medis dan lingkungan hidup. Beberapa bidang aplikasi lainnya dapat dilihat sebagai berikut (Evan, 2009).

##### 1. Medis dan Farmasi

- Mengontrol penyakit : diabetes, kolesterol, jantung dan lain-lain.
- Diagnosis untuk : obat, metabolit, enzim, dan vitamin.
- Penyakit infeksi, alergi.

##### 2. Lingkungan Hidup

- Kontrol polusi
- Monitoring senyawa-senyawa toksik di udara, air, dan tanah.

### 3. Kimia

- Mengontrol kualitas makanan (mendeteksi kontaminasi mikroba, menentukan kesegaran, analisis lemak, protein dan karbohidrat dalam makanan).
- Mendeteksi kebocoran, menentukan lokasi deposit minyak.
- Mengecek kualitas udara di ruangan.
- Penentuan parameter kualitas pada susu

### 4. Pertanian

- Mengontrol kualitas tanah.
- Mendeteksi keberadaan pestisida

### 5. Militer

- Mendeteksi zat-zat kimia dan biologi yang digunakan sebagai senjata perang (senjata kimia atau biologi) seperti virus, bakteri patogen, dan gas urat syaraf.

## 2.2 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 (Gea, 2005).

Berdasarkan morfologi (bentuk) membran dibagi 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 (Wijayanti, 2011).

Berdasarkan proses yang menyebabkan transfer zat atau mekanisme pemisahan dikenal dengan membran *filtrasi*, *dialisis* dan *elektrolisis* (Wijayanti, 2011).

- 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) Elektrolisis yaitu proses pemisahan dengan membran dimana tenaga penggerakannya berupa beda potensial listrik.

Berdasarkan sifat listriknya membran buatan dibagi menjadi dua, yaitu:

1. 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, konduktansi serta karakteristik sifat listrik lain.

## 2. 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 jenis ini dapat dilalui ion-ion tertentu. Membran ini dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

- a. Membran Penukar Kation/*Kation Exchange Membrane* (KEM) merupakan membran bermuatan anion tetap yang hanya dapat dilewati oleh anion.
- b. Membran Penukar Anion/*Anion Exchange Membrane* (AEM) merupakan membran bermuatan kation tetap yang hanya dapat dilewati oleh anion.
- c. *Double Fixed Charge Membrane* (DFCM) merupakan membran bermuatan yang memiliki muatan anion dan kation tetap pada bagian *lattice* tertentu yang merupakan yang merupakan gabungan KEM dan AEM.

Kualitas membran ditentukan oleh besaran-besaran karakteristik yang meliputi selektivitas, batas deteksi, waktu respon dan Faktor Nernst.

### 1. Selektivitas

Selektivitas didefinisikan sebagai kemampuan membran dalam memberikan respon terhadap ion-ion tertentu. Dalam penelitian ini, membran memberikan respon terhadap kation sampel.

### 2. Batas deteksi

Batas deteksi merupakan konsentrasi minimum sampel yang dapat dideteksi dengan tingkat kepercayaan tertentu (Aprilita, 2000).

### 3. Waktu respon

Waktu respon didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan bagi suatu elektroda selektif ion untuk memberikan respon potensial yang konstan atau ukuran efisiensi waktu yang diperlukan untuk bekerja dengan ESI. Waktu respon dipengaruhi oleh transfer ion, konsentrasi analit dan kecepatan pengadukan, jenis membran, volume sampel, dan suhu (Atikah, 1994).

### 4. Faktor Nernst

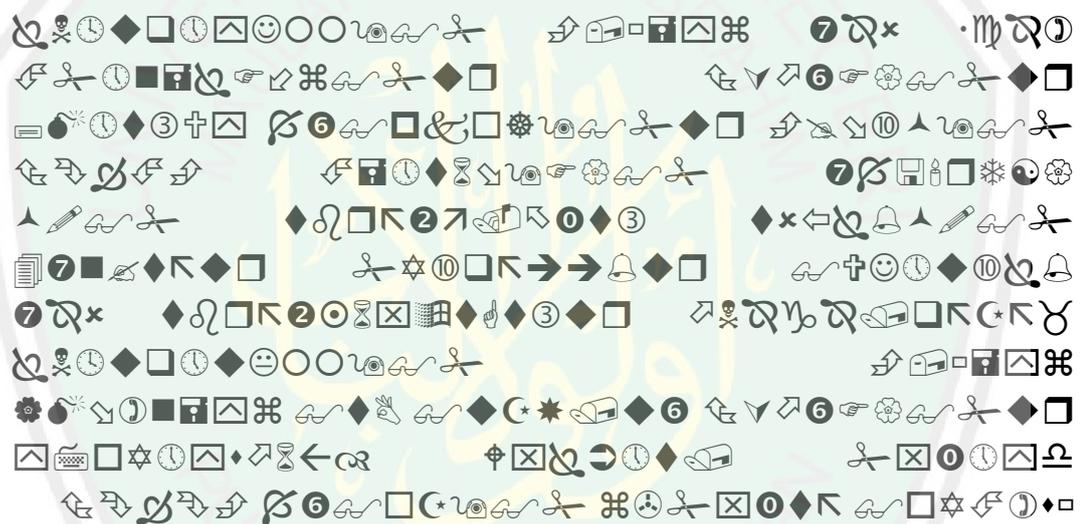
Faktor Nernst merupakan ukuran sensitivitas dari suatu elektroda selektif ion (Lindner, 1994). Faktor Nernst dapat diperoleh dengan cara membuat kurva potensial sel terukur terhadap logaritma konsentrasi ion. Pada suatu rentang nilai konsentrasi tertentu akan diperoleh suatu kurva yang linear dengan slope 59,1 mV perdekade. Jadi idealnya suatu ESI dengan sampel yang memiliki muatan satu akan mempunyai slope sebesar  $\pm 59,1$ . Namun dalam kenyataannya tidak ada ESI yang benar-benar ideal.

## 2.3 Kitosan

Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin umumnya diperoleh dari kerangka hewan *invertebrata* dari kelompok *Arthropoda sp*, *Molusca sp*, *Coelenterata sp*, *Annelida sp*, *Nematoda sp*, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan *invertebrate*, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trachea, dinding usus, dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang *Crustacea sp*, yaitu udang,

lobster, kepiting dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut. Sumber ini diutamakan karena bertujuan untuk memberdayakan limbah udang (Purwatiningsih, 1992).

Berbagai macam limbah mempunyai manfaat yang begitu besar, seperti halnya dengan limbah kulit udang yang diabaikan, begitu saja ternyata mempunyai banyak manfaat. Karena Allah SWT sudah menjelaskan sesuai dengan surat al - Imron (3) : 190-191.



*“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.” (al - Imron (3):190-191).*

Surat al - Imron (3): 190-191 menjelaskan bahwa betapa besar kekuasaan Allah SWT. Dalam penciptaan langit dan bumi terdapat banyak sekali pelajaran yang dapat diperoleh manakala manusia mau menggunakan akalinya. Perhatikanlah tentang penciptaan bumi dan segenap isinya, juga terdapat banyak sekali pelajaran yang bermanfaat bagi umat manusia asalkan manusia mau

menggunakan akal untuk mencari jawabannya. Usaha manusia untuk mencari jawaban atas penciptaan langit dan bumi merupakan awal mula timbulnya tradisi penelitian atau pengamatan terhadap alam sekitarnya yang pada akhirnya akan menjadi ilmu-ilmu yang sangat diperlukan oleh umat manusia. Allah menciptakan langit dan bumi beserta isinya tentulah tidak sia-sia pasti ada maksud yang baik untuk manusia (Wisnu, 2004: 58-59)

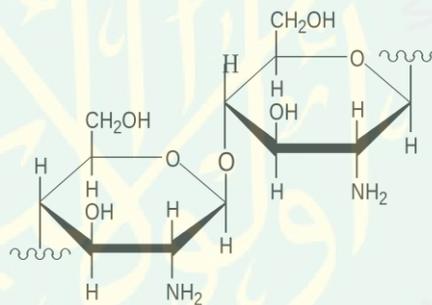
Segala hal yang Allah SWT ciptakan memiliki makna maupun manfaat yang begitu besar dari hal – hal yang terlihat kecil sekalipun seperti halnya limbah kulit udang yang selama ini hanya dianggap sebagai limbah industri ternyata mengandung kitin yang dapat di ubah menjadi kitosan. Kitosan merupakan bahan yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai aspek. Berbagai metode pengambilan kitosan dari limbah kulit udang telah di teliti dan diaplikasikan dalam berbagai bidang. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada yang diciptakan Allah di dunia ini dengan sia – sia andaikan manusia mau untuk berfikir.

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa sumber kitin dan kitosan yang tinggi adalah terdapat pada udang-udangan (70%).

Tabel 2.1 Prosentase kandungan kitin dan kitosan (Manurung, 2005)

Jenis	Kadar Kitosan
Jamur / Cendawan	5 – 20 %
Cumi – cumi	3 – 20 %
Kalajengking	30%
Laba – laba	38%
Kumbang	35%
Ulat Sutra	44%
Kepiting	69%
Udang	70%

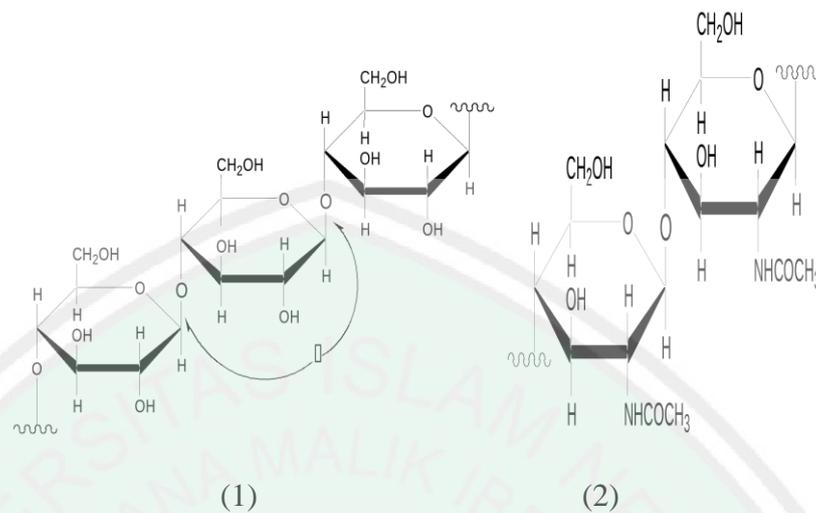
Kitosan adalah produk deasetilasi kitin yang merupakan polimer rantai panjang glukosamin (2-amino-2-deoksid-glukosa), memiliki rumus molekul  $(C_6H_{11}NO_4)_n$  dengan bobot molekul  $2.5 \times 10^5$  Dalton. Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak berbau, dan tidak berasa. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam asam sulfat, dalam pelarut-pelarut organik seperti dalam alkohol, dalam aseton, dalam dimetil formamida, dan dalam dimetilsulfoksida. Sedikit larut dalam asam klorida dan dalam asam nitrat, larut dalam asam asetat 1%-2%, dan mudah larut dalam asam format 0.2%-1.0% (Wiyarsih,2012).



Gambar 2.4 Struktur Kitosan (Wiyarsih, 2012)

Kitin merupakan bahan organik utama terdapat pada kelompok hewan *crustaceae*, *insekta*, *fungi*, *mollusca* dan *arthropoda*. Cangkang kepiting, udang dan lobster telah lama diketahui sebagai sumber bahan dasar produksi kitin, karena kandungan kitinnya cukup tinggi. Kitin juga diketahui terdapat pada kulit siput, kepiting, kerang, dan bekicot (Purwatiningsih, 1992).

Kitin merupakan biopolimer alam paling melimpah kedua setelah selulosa. Senyawa kitin atau ((1-4)-N-asetil-D-glukosamin) dapat dipertimbangkan sebagai suatu senyawa turunan selulosa, dimana gugus hidroksil pada atom C-2 digantikan oleh gugus asetamido (Purwatiningsih, 1992).



Gambar: 2.5 (1) Struktur selulosa (2) Struktur kitin (Wiyarsih, 2012)

Kitin adalah *biopolimer polisakarida* dengan rantai lurus, tersusun dari 2000-3000 monomer (2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa) yang terangkai dengan ikatan 1,4-  $\beta$  -glikosida. Kitin memiliki rumus molekul  $[C_8H_{13}NO_5]_n$  dengan berat molekul  $1,2 \times 10^6$  Dalton ini tersedia berlebihan di alam dan banyak ditemukan pada hewan tingkat rendah, jamur, *Insekta* dan golongan *Crustaceae* seperti udang, kepiting dan kerang (Purwatiningsih, 1992).

Kitin berbentuk serpihan dengan warna putih kekuningan, memiliki sifat tidak beracun dan mudah terurai secara hayati (*biodegradable*). Kitin tidak larut dalam air, larutan basa encer dan pekat, larutan asam encer dan pelarut organik. Tetapi, senyawa ini larut dalam asam mineral pekat, seperti asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, dan asam fosfat. Namun asam sulfat, asam nitrat, dan asam fosfat dapat merusak kitin yang menyebabkan kitin terdegradasi menjadi monomer-monomer sederhana yang lebih kecil. Sistem pelarut yang efektif dalam melarutkan kitin adalah campuran N,N-dimetil asetamida dan LiCl 5% terlarut (Putu, 2007).

Sebagai material pendukung Crustaceae, kitin terdapat sebagai polisakarida yang berdisosiasi dengan  $\text{CaCO}_3$  dan berikatan secara kovalen dengan protein. Pemisahan  $\text{CaCO}_3$  dari protein lebih mudah dilakukan karena garam anorganik ini terikat secara fisik. HCl dengan konsentrasi lebih dari 10% dapat secara efektif melarutkan Ca menghasilkan CaCl (Putu, 2007).

### 2.3.1 Sifat-sifat Kitosan

Kitosan merupakan padatan amorf yang berwarna putih kekuningan. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 2%. Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, kationik kuat, flokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran atau film serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut-pelarut organik, alkali atau asam-asam mineral pada pH diatas 6,5. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Sugita, 2009).

Kitosan juga sedikit larut dalam HCl dan  $\text{HNO}_3$  0,5%,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Sedangkan dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tidak larut. Kitosan juga tidak larut dalam beberapa pelarut organik seperti alkohol, aseton, dimetil formida dan dimetil sulfoksida tetapi kitosan larut dengan baik dengan asam formiat berkonsentrasi (0,2-100)% dalam air. Sifat-sifat kitosan dihubungkan dengan adanya gugus amino dan hidoksil yang terikat. Adanya reaktifitas kimia yang tinggi dan menyumbangkan sifat - sifat polielektrolit kation, sehingga dapat berperan sebagai amino pengganti. Perbedaan kandungan amida adalah sebagai patokan untuk menentukan apakah polimer ini

dalam bentuk kitin atau kitosan. Kitosan mengandung gugus amida 60% sebaiknya lebih kecil dari 60% adalah kitin (Sugita, 2009).

Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi. Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradable, dan polielektrolit kationik karena mempunyai gugus fungsional yaitu gugus amino. Selain gugus amino, terdapat juga gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan mempunyai kereaktifitas kimia yang tinggi. Gugus fungsi yang terdapat pada kitosan memungkinkan juga untuk modifikasi kimia yang beraneka ragam termasuk reaksi-reaksi dengan zat perantara ikatan silang, kelebihan ini dapat memungkinkannya kitosan digunakan sebagai bahan campuran bioplastik, yaitu plastik yang dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan (Putu, 2007).

Kitosan larut pada kebanyakan larutan asam organik (Tabel 2.2) pada pH sekitar 4,0, tetapi tidak larut pada pH lebih besar dari 6,5, juga tidak larut dalam pelarut air, alkohol, dan aseton. Dalam asam mineral pekat seperti HCl dan HNO<sub>3</sub>, kitosan larut pada konsentrasi 0,15-1,1%, tetapi tidak larut pada konsentrasi 10%. Kitosan tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada berbagai konsentrasi, sedangkan di dalam H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tidak larut pada konsentrasi 1% sementara pada konsentrasi 0,1% sedikit larut. Perlu untuk kita ketahui, bahwa kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul, derajat deasetilasi dan rotasi spesifiknya yang beragam bergantung pada sumber dan metode isolasi serta transformasinya (Sugita, 2009).

Tabel 2.2 Kelarutan Kitosan pada Berbagai Pelarut Asam Organik (Sugita, 2009)

Konsentrasi Asam Organik	Konsentrasi Asam Organik (%)		
	10	50	>50
Asam Asetat	+	±	
Asam Adipat			
Asam Sitrat	+		
Asam Format	+	+	+
Asam Laktat	+		
Asam Maleat	+		
Asam Malonat	+		
Asam Oksalat	+		
Asam Propinat	+		
Asam Piruvat	+	+	
Asam Suksinat	+		
Asam Tartrat	+		

Keterangan : + Larut; - Tidak larut; ± Larut sebagian

Kitosan memiliki sifat unik yang dapat digunakan dalam berbagai cara serta memiliki kegunaan yang beragam, antara lain sebagai bahan perekat, aditif untuk kertas dan tekstil, penjernih air minum, serta untuk mempercepat penyembuhan luka, dan memperbaiki sifat pengikatan warna. Kitosan merupakan pengkelat yang kuat untuk ion logam transisi (Putu, 2007).

Sebagian besar gugus asetil pada kitin disubstitusikan oleh hidrogen menjadi gugus amino dengan penambahan basa konsentrasi tinggi, maka hasilnya dinamakan kitosan atau kitin terdeasetilasi. Kitosan sendiri bukan merupakan senyawa tunggal, tetapi merupakan kelompok yang terdeasetilasi sebagian dengan derajat deasetilasi beragam. Kitin adalah N-asetil glukosamin yang terdeasetilasi sedikit, sedangkan kitosan adalah kitin yang terdeasetilasi sebanyak mungkin, tetapi tidak cukup untuk dinamakan poliglukosamin. Kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri kesehatan dan terapan karena kitosan dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein (Putu, 2007).

Kitosan dapat diperoleh dengan mengkonversi kitin, sedangkan kitin sendiri dapat diperoleh dari kulit udang. Produksi kitin biasanya dilakukan dalam tiga tahap yaitu (Putu, 2007):

1. Tahap deproteinasi, penghilangan protein;
2. Tahap demineralisasi, penghilangan mineral dan;
3. Tahap deasetilasi.

Kitosan diperoleh dengan deasetilasi kitin yang didapat dengan larutan basa konsentrasi tinggi. NaOH 50% dapat digunakan untuk deasetilasi kitin dari limbah kulit udang (Putu, 2007).

Deproteinasi menggunakan natrium hidroksida lebih sering digunakan, karena lebih mudah dan efektif. Pada pemisahan protein menggunakan natrium hidroksida, protein diekstraksi sebagai natrium proteinat yang larut (Putu, 2007).

Secara umum larutan NaOH 2-3% dengan suhu 63-65°C selama waktu ekstraksi 1-2 jam dapat mengurangi kadar protein dalam kulit udang secara efektif. Sekalipun demikian proses deproteinasi umum yang optimum tidak ada untuk setiap jenis Crustaceae (Putu, 2007).

Mineral kalsium karbonat pada kulit udang lebih mudah dipisahkan dibandingkan protein, karena garam anorganik ini hanya terikat secara fisika. Menurut asam klorida dengan konsentrasi lebih dari 10% dapat secara efektif melarutkan kalsium sebagai kalsium klorida. Proses demineralisasi dengan menggunakan asam klorida sampai CO<sub>2</sub> yang terbentuk hilang kemudian didiamkan 24 jam pada suhu kamar (Putu, 2007).

Pembuatan kitosan dilakukan dengan cara penghilangan gugus asetil ( $\text{COCH}_3$ ) pada gugusan asetil amino kitin menjadi gugus amino bebas kitosan dengan menggunakan larutan basa. Kitin mempunyai struktur kristal yang panjang dengan ikatan kuat antara ion nitrogen dan gugus karboksil, sehingga pada proses deasetilasi digunakan larutan natrium hidroksida konsentrasi 40%-50% dan suhu yang tinggi ( $100^\circ\text{-}150^\circ\text{C}$ ) untuk mendapatkan kitosan dari kitin (Putu, 2007).

Proses deasetilasi dapat dilaksanakan dengan cara destilasi balik (refluks) kitin dalam larutan natrium hidroksida 50% dengan perbandingan cairan padatan 20:1 pada suhu  $60^\circ\text{C}$  dan lama waktu 8 jam dan pada suhu  $100^\circ\text{C}$  dengan waktu 4 jam. Pada kerja praktik ini diperoleh kitin sebanyak 20,5 gram dari berat awal 100 gram kulit udang, sedangkan kitosan yang diperoleh sebanyak 3,45 gram dari berat awal 5 gram kitin (Putu, 2007).

#### 2.4 Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat

Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat lazim digunakan sebagai bahan *plasticizer* dalam industri plastik. Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat sering dikenal masyarakat dengan DOP. Khususnya industri PVC, dimana DOP digunakan sebagai bahan *plasticizer* untuk memberikan fleksibilitas lebih dalam polimer DOP merupakan senyawa organik yang memiliki rumus kimia  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_4\text{H}_9)_2$ . Molekul DOP memiliki satu cincin aromatik dan dua ikatan ester dengan dua gugus hidrokarbon dengan delapan buah atom karbon (oktil). DOP tidak larut dalam air dan memiliki stabilitas yang baik terhadap ultraviolet, panas serta resistensi yang baik terhadap hidrolisis (Yophi, 2008).

Pada industri PVC penggunaan DOP cukup dominan dan menghemat biaya produksi. Selain digunakan sebagai plasticizer dalam industri PVC, dalam jumlah terbatas dioktil ftalat juga digunakan dalam adhesive sealant dan industri cat untuk meningkatkan kinerja. Dioktil ftalat juga digunakan sebagai pelarut pada parfum dan kuteks dan pestisida (Yophi, 2008).

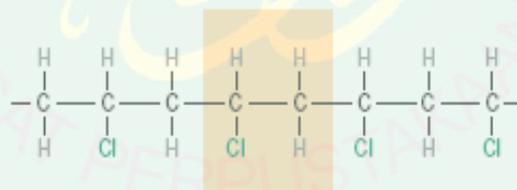
Pemlastis, paling sering digunakan untuk resin vinil klorida, dan sedikit untuk vinil asetat dan asetat. Zat ini berguna untuk memperbaiki kecocokan dengan resin. Bila terdistribusi baik diantara rantai molekul dari polimer maka jarak dari molekul rantai diperbaiki dan resin lebih lunak dengan bertambahnya beban. Zat pemlastis yang sering digunakan adalah DOP (Dioktil ftalat ;  $C_6H_4(COOC_8H_{17})_2$ ), DBP (Dibutil ftalat;  $C_6H_4(COOC_4H_9)_2$ ), dan DOA (Dioktil adipat,  $C_4H_8(COOC_{18}H_{17})_2$ ). Beberapa sifat yang diperlukan untuk menentukan kegunaan dari zat pemlastis adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai daya campur lebih baik dan perembesan yang kurang, merupakan jenis nonmigrasi.
2. Tidak mudah menguap, atau tekanan uapnya rendah.
3. Memiliki karakteristik termal yang menguntungkan, dan tidak mudah terurai oleh panas, tidak mudah rapuh pada suhu rendah, dan tidak mudah terbakar.
4. Memiliki sifat isolasi listrik yang baik dan unggul dalam sifat dielektrik berfrekuensi tinggi.
5. Tidak dapat larut dalam air, asam, alkali atau pelarut organik.
6. Stabil terhadap sinar ultra violet.

7. Tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun, sehingga dapat dipergunakan untuk pemrosesan makanan (Yophi, 2008).

### 2.5 Polivinil Klorida (PVC)

Polimer polivinil klorida (PVC) termasuk ke dalam jenis polimer thermoplastic: suatu substansi yang kehilangan bentuknya ketika dipanaskan dan menjadi rigid kembali ketika didinginkan. Proses ekstrusi dan injection moulding bisa membentuk PVC ke bentuk yang diinginkan. Karena sifatnya yang termoplastik, daur ulang secara fisik PVC dapat dilakukan relatif mudah dimana material bisa dibentuk kembali dibawah proses pemanasan. Polivinil klorida (PVC) bersifat plastis jika diberi beban akan berubah bentuk dan jika beban dilepaskan maka bahan tersebut tidak akan kembali ke bentuk semula (Wirjosentono, 1998).



Gambar 2.6 Struktur Molekul PVC (Callister, 1940)

Ketika diproduksi, PVC bersifat amorf, polimer polar. Sifat ini tergantung pada nilai rata-rata derajat polimerisasi (panjang rantai molekul polimer). Perbedaan proses produksi polimer berkembang menjadi polimer emulsi (PVC-E), polimer suspensi (PVC-S), dan polimer massa (PVC-M) (Khenzie, 2013).

Secara umum, proses pembentukan polimer polivinil klorida bermula daripada pembentukan sebagian karbon hingga ke proses pempolimeran. Polivinil

Klorida merupakan salah satu jenis termoplastik yang terbentuk daripada rantau pengikatan mplekul yang lurus dan panjang di mana ia terdiri daripada atom – atom karbon, hidrogen dan klorida. Ia adalah sejenis polimer yang mempunyai banyak kegunaan di dalam sektor kejuruteraan dan industri memproses makanan. Didalam bidang kejuruteraan awam, polimer ini digunakan di dalam pengeluaran paip air sejuk, pintu, tingkap, paip pembetulan dan lain – lain (Khenzie, 2013).

PVC mempunyai sifat keras dan kaku, kekuatan benturannya baik, mudah terdegradasi akibat panas dan cahaya, mudah disintesis, bentuknya serbuk putih seperti terlihat pada gambar 2 – 1, sehingga lebih mudah diolah, mudah larut pada suhu kamar serta tidak mudah terbakar (Bilmeyer, 1998)

Jika ditinjau dari segi kestabilan, senyawa ini stabil karena berbentuk polimer sehingga fasanya berbentuk padatan yang keras sehingga hamper tidak berpengaruh (tak bereaksi) terhadap kehadiran oksidator kuat. Dari segi safety, senyawa ini hamper tidak berbahaya dan mengganggu lingkungan karena tidak berpotensi mencemari udara, air maupun tanah. Selain itu, senyawa ini juga bersifat mudah terbakar. PVC memiliki beberapa karakterisasi dalam morfologi (bentuk) sebagai sebuah polimer. Morfologi yang terbentuk selama polimerisasi akan mempengaruhi kemampuannya prosesnya (processability) dan property fisik yang dihasilkan (Baltacioglu,1999).

PVC terdekomposisi pada suhu yang lebih rendah dari pada suhu pengolahannya, yaitu antara 140 – 200°C, melepaskan hidrogen klorida membentuk ikatan rangkap konjugasi, dan diikuti perubahan warna mulai dari bening menjadi kuning, oranye, merah, coklat hingga hitam. Peningkatan

stabilitas termal PVC dicapai melalui pencampuran dengan bahan aditif seperti pemlastis dan penstabil yang berperan mengikat hidrogen klorida terlepas, menggantikan atom klorin yang labil pada rantai PVC dan mencegah dehidroklorinasi lanjutan (Baltacioglu,1999).

Kebanyakan dari PVC akan membentuk polimer yang bersifat kaku (rigid), tetapi ada PVC yang bersifat plastis dimana secara umum keduanya memiliki sifat struktur yang sama hanya saja perbedaannya adalah pada PVC yang plastis, plasticizer masuk pada fasa amorphous PVC yang menjadikan molekul elastomer berbentuk seperti dasi. Selanjutnya grains akan hancur menjadi pertikel utama yang berukuran 1  $\mu\text{m}$  yang menjadi unit melt flow. Akhirnya melting unit tadi membentuk belitan pada batas flow unit yang diikuti oleh proses rekritisasi selama pendinginan yang membentuk struktur elastomer tiga dimensi yang kuat (Baltacioglu,1999).

## 2.6 *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*

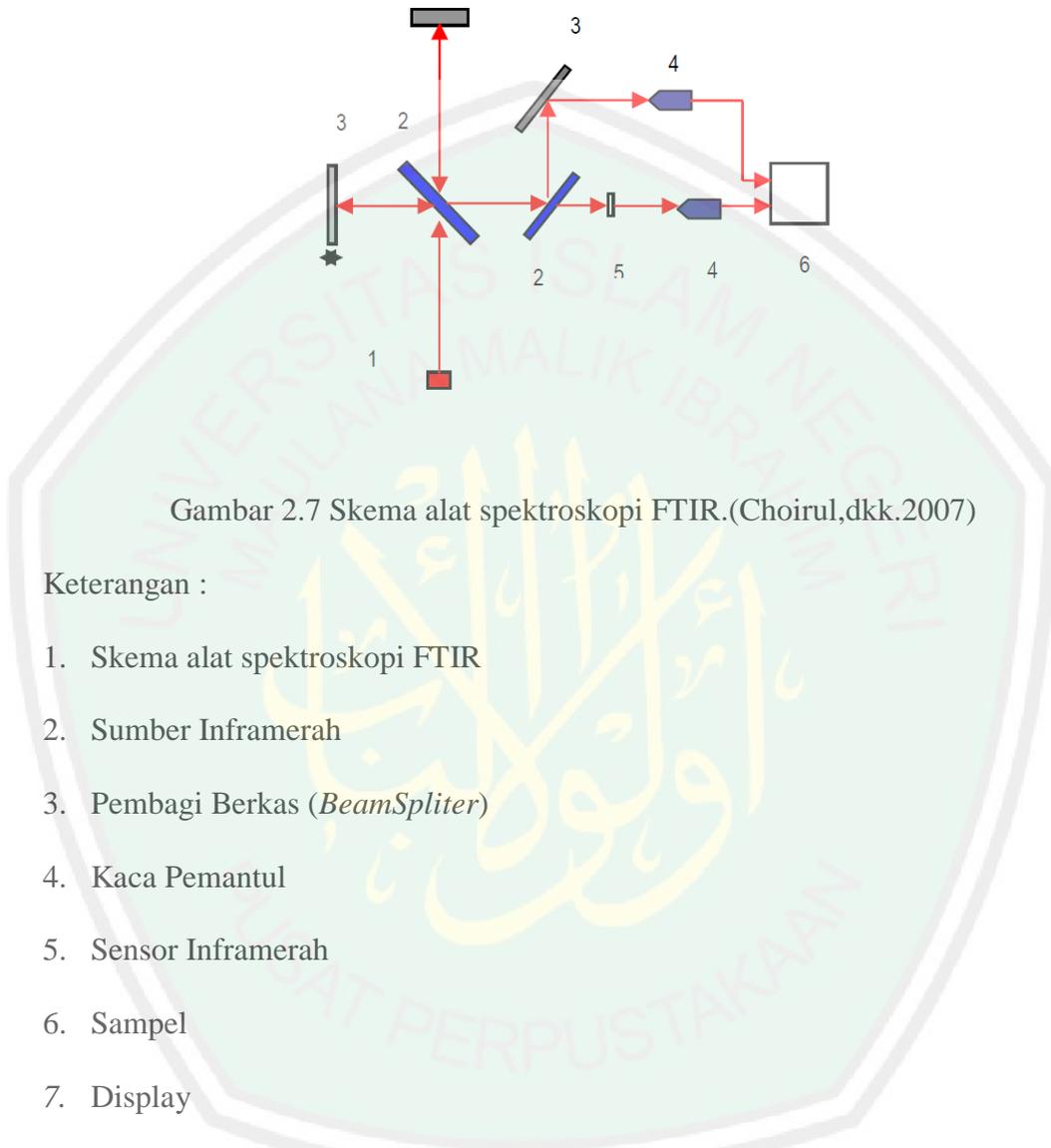
*Fourier Transform Infra Red Spectrophotometer* merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk menganalisis atau mengidentifikasi senyawa kimia (*screening*) secara kualitatif dan kuantitatif yang dilengkapi dengan *library* yang bervariasi untuk berbagai jenis senyawa organik maupun anorganik (Choirul,dkk. 2007).

Spektrofotometer Infra Red Transformasi Foureir adalah sama dengan Spektrofotometer Infra Red, yang membedakan hanya pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar infra merah melewati sampel. Pengertian

spektrofotometer infra merah sendiri adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang interaksi antara molekul dari suatu senyawa yang memiliki perbedaan momen dipol dengan suatu radiasi elektromagnetik berupa inframerah dengan panjang gelombang yang menyebabkan molekul mengalami *vibrasi* (Mulja, 1995).

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pen trasmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (mm) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Mulja, 1995).

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pen trasmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (mm) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ). Skema alat spektroskopi FTIR secara sederhana ditunjukkan pada gambar dibawah (Choirul,dkk. 2007).



Jika suatu radiasi gelombang elektromagnetik mengenai suatu materi, maka akan terjadi suatu interaksi, diantaranya berupa penyerapan energi (*absorpsi*) oleh atom-atom atau molekul molekul dari materi tersebut. Absorpsi sinar ultraviolet dan cahaya tampak akan mengakibatkan tereksitasinya elektron. Sedangkan absorpsi radiasi inframerah, energinya tidak cukup untuk mengeksitasi elektron, namun menyebabkan peningkatan amplitudo getaran (*vibrasi*) atom-

atom pada suatu molekul. Hal yang sangat unik pada penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik adalah bahwa suatu senyawa menyerap radiasi dengan panjang gelombang tertentu bergantung pada struktur senyawa tersebut. Absorpsi khas inilah yang mendorong pengembangan metode spektroskopi, baik spektroskopi atomik maupun molekuler yang telah memberikan sumbangan besar bagi dunia ilmu pengetahuan terutama dalam usaha pemahaman mengenai susunan materi dan unsur-unsur penyusunnya. Salah satu metode spektroskopi yang sangat populer adalah metode spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*), yaitu metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisis hasil spektrumnya. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Absorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yaitu kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan *frekuensi vibrasional* molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Choirul,dkk.2007).

Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spektrum infra merah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding yang sudah diketahui (Choirul,dkk. 2007).

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan beberapa variabel dan eksperimental pengujian karakteristik. Analisis hasil penelitian dideskripsikan dari hasil hubungan variasi konsentrasi bahan dari membran berbasis kitosan dari kulit udang dengan *plasticizer* Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat dan PVC (Polivinil Klorida) dengan kemampuan sensitivitas dan waktu respon sebagai aplikasi biosensor dan karakteristik gugus fungsi membran berbasis kitosan sebagai sensor rasa asin.

### **3.2 Waktu dan tempat penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Mei 2014. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Termodinamika dan Laboratorium Riset Material jurusan Fisika dan Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Alat dan Bahan**

#### **3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian**

1. Oven
2. Magnetic stirer
3. Elektroda Kerja
4. Elektroda referensi
5. Blender
6. Mortar dan alu

7. Ayakan 200 mesh
8. Neraca analitik
9. pH meter
10. Kertas Saring
11. Tabung reaksi
12. Gelas Ukur
13. Mikropipet
14. FTIR

### **3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian**

1. Kulit udang windu (*Panaeus Monodon*)
2. Natrium hidroksida (NaOH)
3. Asam klorida pekat (HCL)
4. Asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
5. Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
6. Aquades
7. PVC (Polivinil Klorida)
8. BIS ( Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat )
9. THF (Tetra Hidro Furan)
10. Natrium Klorida (NaCl / Asin)
11. KCl (Kalium Klorida / Asin)
12. KBr (Kalium Bromida / Asin)

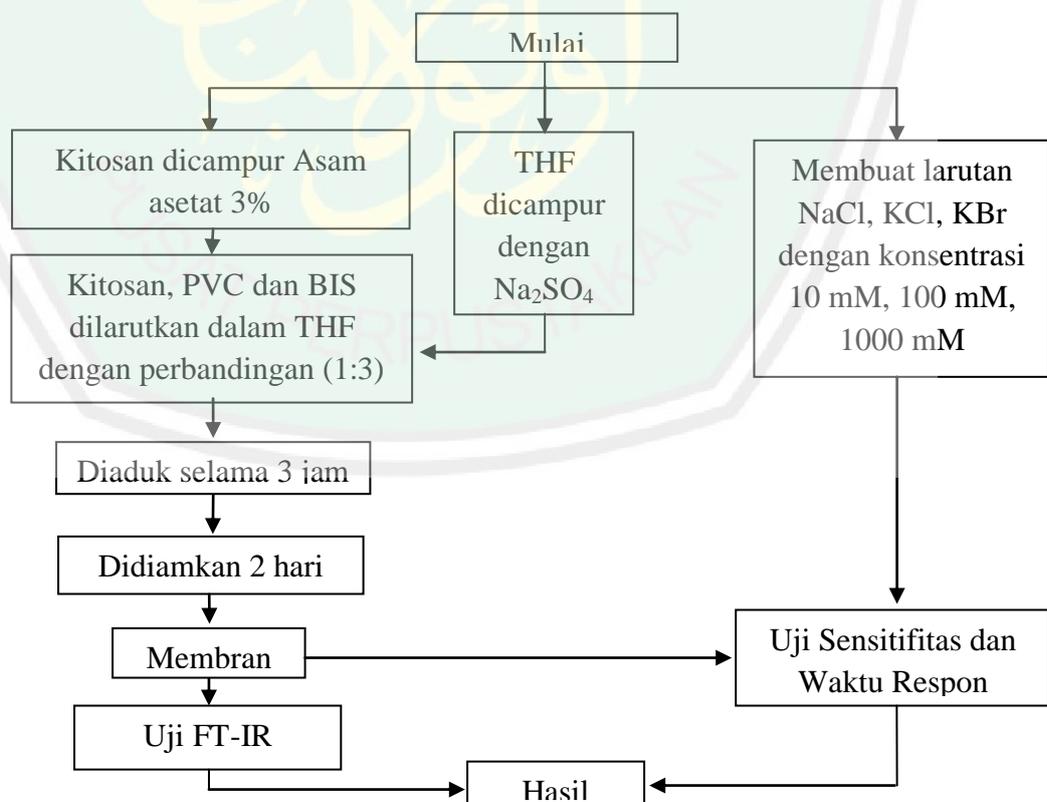
### 3.4 Rancangan Penelitian

- Pembuatan Kitosan



Gambar 3.1 Digram pembuatan kitosan

- Preparasi membran biosensor berbasis kitosan



Gambar 3.2 Digram Preparasi membran biosensor berbasis kitosan

### **3.5 Langkah Penelitian**

#### **3.5.1 Persiapan sampel (Putu Agung Wijaya, 2007)**

1. Kulit udang windu (*panaeus monodon*) dicuci dengan air suling.
2. Kulit udang dikeringkan di udara hingga kering.
3. Kulit udang diblender hingga terbentuk serbuk yang kasar.
4. Kulit udang digerus menggunakan mortar dan alu sampai halus.
5. Serbuk kulit udang diayak menggunakan ayakan 200 mesh
6. Kulit udang ditimbang sebanyak 100 gram.

#### **3.5.2 Pengisolasian kitin (Putu Agung Wijaya, 2007)**

##### **3.5.2.1 Tahap deproteinasi**

1. Sebanyak 100 g kulit udang windu ditambahkan dengan 500 ml NaOH (Natrium Hidroksida) 3,5%.
2. Serbuk kulit udang diaduk di atas pemanas dan dibiarkan selama 2 jam pada suhu 65°C.
3. Serbuk kulit udang dilakukan pemisahan antara residu dengan filtrat menggunakan penyaringan.
4. Residu dicuci dengan aquades hingga pH netral.
5. Serbuk kulit udang dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam.
6. Kemudian diperoleh kitin kasar.

##### **3.5.2.2 Tahap demineralisasi**

1. Kitin hasil deproteinasi ditambahkan HCl (Asam Klorida) 2 N dengan perbandingan 1:10 (w/v).

2. Didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar.
3. Dilakukan pemisahan antara residu dan filtrat.
4. Residu diuji dengan aquades hingga pH netral.
5. Dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C.

### **3.5.3 Diasetilasi kitin menjadi kitosan (Putu Agung Wijaya, 2007)**

1. Sebanyak 5 g kitin direaksikan dengan 50 ml larutan NaOH (Natrium Hidroksida) 50%.
2. Kitin diaduk di atas pemanas pada suhu 100°C selama 5 jam.
3. Residu dicuci hingga pH netral.
4. Kitin dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 4 jam.

### **3.5.4 Pembuatan membran biosensor berbasis kitosan (Alif Faiza, 2013; Kurniasih, 2013)**

1. Kitosan dicampur 1 gram dan 40 ml asam asetat 3% diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga homogen.
2. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dicampur ke THF dengan komposisi secukupnya (10 ml), lalu diaduk di dalam botol THF.
3. Serbuk PVC dicampur dengan THF kemudian diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam dengan suhu 50 °C hingga homogen.
4. Membran dibuat dengan berat total campuran kitosan, PVC dan BIS sebesar 1 gram.
5. Kitosan, PVC dan pemlastis BIS dicampur dan dilarutkan dalam pelarut THF perbandingan 1:3 (b/v) dengan variasi bahan yang diinginkan dan diaduk selama 2 jam dengan suhu 50 °C hingga homogen.

6. Larutan yang sudah homogen dituangkan ke dalam cetakan (cawan petri) dan didiamkan selama 30 menit.

### **3.6 Karakterisasi dan Pengujian Membran biosensor berbasis kitosan**

#### **3.6.1 Pengujian FT-IR**

1. Bahan membran biosensor berbasis kitosan di uji dan dianalisis pada *Fourier Transform-Infra Red* (FT-IR) untuk diketahui senyawa yang terbentuk dan gugus fungsi pada membran.

#### **3.6.2 Pengujian Sensitivitas (Faktor Nerst) dan Waktu respon**

1. Sampel NaCl, KCl, dan KBr disiapkan dengan konsentrasi 10 mM, 100 mM, dan 1000 mM.
2. Membran biosensor berbasis kitosan yang sudah jadi diletakkan pada elektroda kerja dan diisi dengan larutan KCl 100mM
3. Elektroda kerja yang dicelupkan, dilapisi membran biosensor berbasis kitosan dan elektroda referensi pada larutan sampel yang akan di uji.
4. 0,1 ml larutan dengan konsentrasi 10 mM ditambahkan kedalam aquades 50 ml setelah 100 detik.
5. 0,3 ml ; 0,7 ml ; 1 ml ditambahkan kedalam larutan dengan konsentrasi 100 mM dan 1 M setiap 100 detik.
6. Dihasilkan keluaran berupa tegangan dan dilakukan dalam setiap konsentrasi kemudian di tarik garis kurva linier.
7. Hasil pengukuran potensial dibuat kurva hubungan antara  $-\text{Log} [C]$  dan potensial yang dinyatakan sebagai persamaan garis regresi linier.

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

Tabel 3.1 Potensial (mV) dan factor Nernst dari perbandingan komposisi ketiga membran

No	NaCl (M)	Log C	Potensial (mV)		
			Membran A	Membran B	Membran C
1	0	-9			
2	$2 \times 10^{-5}$	-4.69984			
3	$7.94 \times 10^{-5}$	-4.10037			
4	$2.15 \times 10^{-4}$	-3.66703			
5	$4.03 \times 10^{-4}$	-3.39462			
6	$5.94 \times 10^{-4}$	-3.22631			
7	$1.16 \times 10^{-3}$	-2.93483			
8	$2.46 \times 10^{-3}$	-2.60864			
9	$4.26 \times 10^{-3}$	-2.37039			
10	$4.44 \times 10^{-3}$	-2.35278			
11	$4.96 \times 10^{-3}$	-2.30422			
12	$6.17 \times 10^{-3}$	-2.20997			
13	$7.83 \times 10^{-3}$	-2.10607			
Faktor Nerst (mV/decade)					
R					
$E^0$ (mV)					
Kisaran Pengukuran					

Tabel 4.3 Waktu Respon pengujian larutan

No	NaCl (M)	Waktu (detik)	Membran A	Membran B	Membran C
1	0	100			
2	$2 \times 10^{-5}$	200			
3	$7.94 \times 10^{-5}$	300			
4	$2.15 \times 10^{-4}$	400			
5	$4.03 \times 10^{-4}$	500			
6	$5.94 \times 10^{-4}$	600			
7	$1.16 \times 10^{-3}$	700			
8	$2.46 \times 10^{-3}$	800			
9	$4.26 \times 10^{-3}$	900			
10	$4.44 \times 10^{-3}$	1000			
11	$4.96 \times 10^{-3}$	1100			
12	$6.17 \times 10^{-3}$	1200			
13	$7.83 \times 10^{-3}$	1300			

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Hasil Penelitian**

#### **4.1.1 Pembuatan Kitosan**

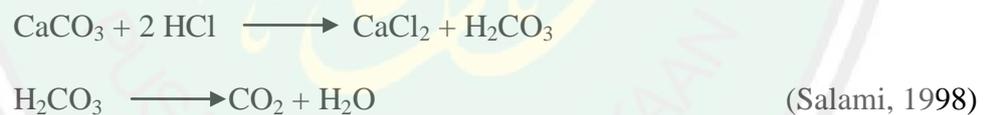
Pembuatan kitosan dilakukan di laboratoium Riset Material UIN Maulana Malik Ibrahim Malang jurusan Fisika dari bulan Januari – Mei 2014. Penelitian ini dimulai dengan pembuatan kitin yang kemudian diproses menjadi kitosan. Proses isolasi kitin terdiri dari dua tahap yaitu tahap deproteinasi dilanjutkan tahap demineralisasi dan pada akhirnya akan mengalami tahap deasetilasi dimana kitin mengalami transformasi menjadi kitosan. Jika sebagian besar gugus asetil pada kitin disubstitusikan oleh hidrogen menjadi gugus amino dengan penambahan basa konsentrasi tinggi, maka hasilnya berupa kitosan atau kitin terdeasetilasi (Putu,2007).

Pembuatan kitin pertama dimulai dengan persiapan sampel. Kulit udang windu (*panaeus monodon*) dicuci dengan air suling untuk membersihkan kotoran. Kulit udang dikeringkan di udara hingga kering yang berfungsi untuk membersihkan sisa-sisa kotoran yang masih menempel di kulit udang. Kemudian diblender hingga terbentuk serbuk yang kasar, selanjutnya digerus menggunakan mortar dan alu sampai halus. Kulit udang yang sudah halus diayak menggunakan ayakan 200 mesh untuk memperluas permukaan dari cangkang udang agar kitin yang diekstrak semakin banyak.

Tahap deproteinasi dilakukan untuk menghilangkan senyawa protein yang masih terkandung dalam kulit udang dengan menggunakan natrium hidroksida

karena lebih mudah dan efektif. Pada pemisahan protein menggunakan natrium hidroksida, protein diekstraksi sebagai natrium proteinat yang larut (Putu, 2007). Sebanyak 100 g kulit udang windu ditambahkan dengan 500 ml NaOH 3,5%. Kemudian diaduk di atas pemanas dan dibiarkan selama 2 jam pada suhu 65°C untuk mempercepat reaksi dan dapat mengurangi kadar protein dalam kulit udang secara efektif. Larutan NaOH digunakan untuk melarutkan protein yang terkandung didalam kulit udang. Dilakukan pemisahan antara residu dengan filtrat menggunakan penyaringan. Residu dicuci dengan aquades hingga pH netral. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam kemudian diperoleh kitin kasar.

Tahap demineralisasi, proses ini menggunakan larutan asam yaitu HCl 2 N untuk penghilangan kandungan-kandungan mineral yang ada pada serbuk kulit udang terdeproteinasi. Reaksi yang terjadi pada kalsium adalah sebagai berikut:



Mineral kalsium karbonat pada kulit udang lebih mudah dipisahkan dibandingkan protein, karena garam anorganik ini hanya terikat secara fisika. Proses demineral ini menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang berarti bahwa HCl yang dibuat sebagai larutan telah bereaksi dengan garam mineral pada serbuk kulit udang dan efektif melarutkan kalsium sebagai kalsium klorida. Kitin hasil deproteinasi ditambahkan HCl (Asam Klorida) 2 N dengan perbandingan 1:10 (w/v). Kemudian, didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar untuk menghilangkan mineral – mineral yang terkandung dalam kitin kasar. Pemisahan dilakukan antara

residu dan filtrat. Residu diuji dengan aquades hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C.

Setelah kitin diperoleh, selanjutnya proses pembuatan kitosan dilakukan dengan cara penghilangan gugus asetil ( $\text{COCH}_3$ ) pada gugusan asetil amino kitin menjadi gugus amino bebas kitin dengan menggunakan larutan basa. Kitin mempunyai struktur kristal yang panjang dengan ikatan kuat antara ion nitrogen dan gugus karboksil, sehingga pada proses deasetilasi digunakan larutan natrium hidroksida konsentrasi 50% dan suhu 100 °C untuk mendapatkan kitosan dari kitin (Purwatiningsih, 1992).

Deasetilasi kitin merupakan proses perubahan gugus asetil yang ada pada kitin untuk menjadi senyawa turunannya, yaitu kitosan. Proses ini merubah gugus asetil ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) menjadi gugus amina ( $-\text{NH}_2$ ) dengan mereaksikan kitin dan NaOH 50%. Pada dasarnya, reaksi deasetilasi adalah suatu reaksi hidrolisis amida dari  $\beta$ -(1-4)-2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa dengan NaOH (Purwatiningsih, 1992). Setelah dikeringkan, hasil deasetilasi berbentuk serbuk berwarna putih kecoklatan. Sebanyak 5 g kitin direaksikan dengan 50 ml larutan NaOH (Natrium Hidroksida) 50%.

Kitin diaduk di atas pemanas pada suhu 100°C selama 5 jam untuk mempercepat reaksi, lebih mudah dan efektif. Residu dicuci hingga pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 4 jam, sehingga diperoleh kitosan murni. Kitosan berwarna putih kekuningan dan kelarutannya paling baik dalam larutan asam asetat 3%. Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, kationik kuat dan koagulan yang baik, mudah

membentuk membran atau film serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut – pelarut organik, alkali atau asam – asam mineral pada pH diatas 6,5. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat.

#### 4.1.2 Pembuatan Membran Biosensor

Membran biosensor dibuat dari bahan – bahan diantaranya kitosan, Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat, Polivinil Klorida (PVC), Tetra Hidrofurana (THF), dan Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Kitosan berfungsi sebagai bahan aktif sensor. Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat sebagai Plasticizer yang berfungsi untuk melenturkan membran, dan sebagai pelarut zat-zat lainnya. Tetra Hidrofurana (THF) berfungsi untuk melarutkan PVC dan perlu ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang berfungsi untuk mengikat air. Polivinil Klorida (PVC) berfungsi untuk memadatkan, mengeraskan dan memperkuat membran

Proses pembuatan membran dimulai dengan serbuk kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 3%, karena kelarutan kitosan paling baik pada asam asetat. Satu gram kitosan dilarutkan dalam 40 ml asam asetat 3% kemudian diaduk hingga homogen pada suhu  $50^\circ\text{C}$  dan ditutup dengan aluminium foil untuk mengurangi penguapan. Setelah larutan sudah homogen maka didiamkan selama 1 hari agar lebih larut. Kemudian  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dicampur ke THF dengan komposisi secukupnya lalu diaduk. Penambahan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  agar larutan THF lebih padat dan mudah untuk membentuk gel. Membran dibuat dengan berat total campuran kitosan, PVC dan BIS sebesar 1 g. Kitosan yang sudah dilarutkan dalam asam

asetat dicampur dengan PVC yang sudah dilarutkan dengan THF. Kemudian diaduk hingga homogen dan pemlastis BIS dicampur dengan perbandingan 1:3 (b/v) dengan variasi bahan Kitosan : PVC : BIS seperti pada tabel 4.1 dan diaduk selama 2 jam hingga homogen dengan suhu 50°C. Larutan yang telah homogen didiamkan didalam cawan petri selama 30 menit.

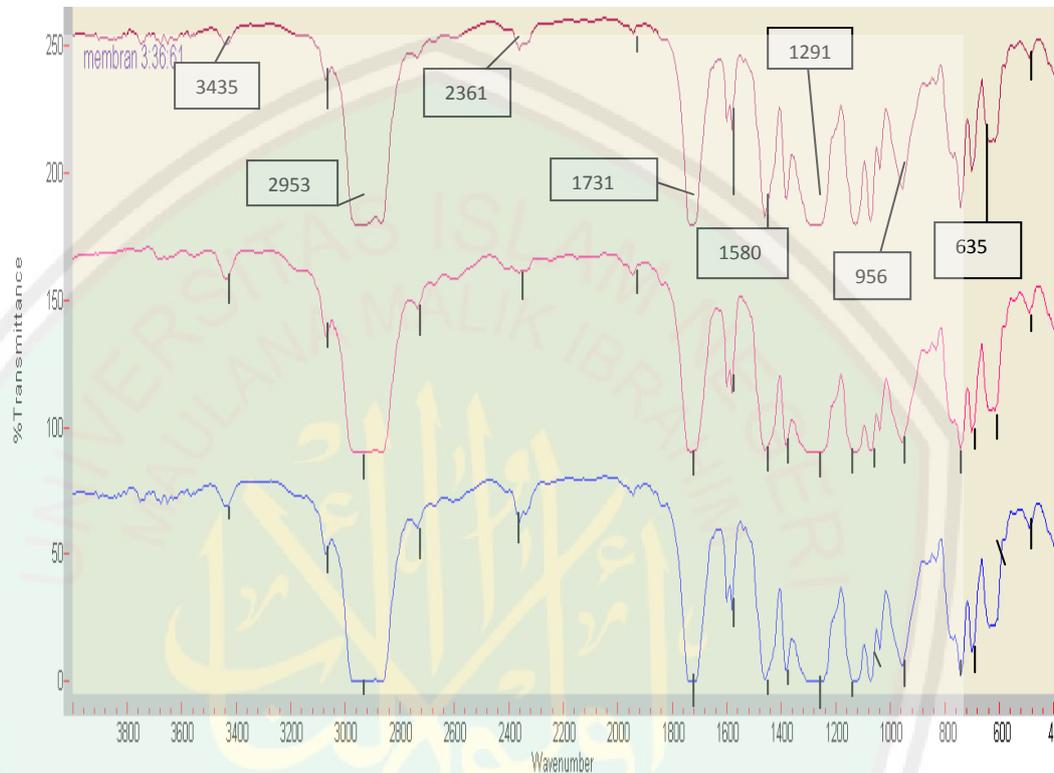
Tabel 4.1 Variasi komposisi pembuatan membran

No	Komposisi Membran		
	Kitosan (%)	PVC (%)	BIS (%)
A	3	35	62
B	4	35	61
C	5	35	60

#### 4.1.3 Analisa FTIR pada membran biosensor

Analisa menggunakan FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada membran yang terdiri dari kitosan, PVC, dan Bis 2(ethylhexyl) Ftalat. Prinsip dari alat ini adalah adanya interaksi antara radiasi elektromagnetik berupa infrared dengan molekul dan mengakibatkan vibrasi pada elektron. Vibrasi ini terjadi karena energi pada molekul lebih besar daripada energi elektromagnetik sehingga hanya bisa bervibrasi dan tidak dapat mengeksitasi elektron. Spektrum infrared memiliki sifat fisik yang khas, yaitu senyawa senyawa yang berbeda akan memiliki spektrum yang berbeda pula dan kecil kemungkinan apabila dua senyawa memiliki spektrum yang sama. Senyawa yang digunakan untuk melakukan pengujian menggunakan FTIR berikatan kovalen dan memiliki dipole-dipole. Sehingga mampu menyerap radiasi elektromagnetik pada daerah spektrum infrared dan absorpsi radiasi infrared pada material tertentu berikatan dengan

peristiwa vibrasi molekul atau atom. Hasil spektrum FTIR membran biosensor Kitosan : PVC : BIS seperti dibawah ini.



Gambar 4.1 Hasil spektra FTIR membran kitosan : PVC : BIS

Analisis bilangan gelombang pada membran biosensor yang berasal dari campuran kitosan, PVC dan Bis 2(ethylhexyl) Ftalat dimulai dari 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Spektrum yang diperoleh menunjukkan puncak-puncak daerah absorpsi dengan bilangan gelombang yang berbeda. Puncak-puncak tersebut mengindikasikan terjadinya vibrasi pada atom-atom sehingga gugus fungsi dapat ditentukan. Peristiwa vibrasi dan senyawa yang terbentuk pada membran biosensor sebagian besar mempunyai bilangan gelombang yang sama antara masing-masing sampel. Hal ini dikarenakan perbedaan variasi komposisi membran yang terlalu sedikit, sehingga hasil analisa FTIR memiliki gugus fungsi yang sama.

Tabel. 4.2 Gugus fungsi yang terbentuk pada perbandingan ketiga membran biosensor dari kitosan : PVC : BIS

Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )			Gugus Fungsi (Tipe Serapan)	Nama Senyawa
Membran A	Membran B	Membran C		
3536	3551	-	N-H dan O-H	Amida dan alkohol, fenol, ikatan hydrogen
3436	3434	3438	N-H dan O-H	Amida dan alkohol, fenol, ikatan hydrogen
3069	3069	3069	C-H	Alkenil
2953	2954	2959	C-H	Metil, Metilen, Grup Metilen
2867	2876	2866	C-H	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
2736	2735	2736	C-H	Aldehid
2604	2603	2605	O-H	Asam Karboksilat, Ikatan Hidrogen
2361	-	2361	$\text{N}\equiv\text{N}$	Nitril
1731	1724	1726	$\text{C}=\text{O}$	Aldehid, Ester, Asam Karboksilat, Amida
1580	1581	1580	$\text{CH}_2$	Aldehid, Ester, Asam Karboksilat, Amida
1461	1461	1461	$\text{CH}_2$	Alkil
1381	1381	1381	$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Isopropil, alkil
1291	1287	1280	C-O	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
1268	-	-	C-O-C	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
1127	1128	1127	C-O-C	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
1073	1073	-	$\text{C}=\text{S}$	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
958	958	958	C-O, C=O-H	Alkohol, eter, ester, Anhidrida
772	772	-	C-H	Aromatik
743	743	743	C-H	mono aromatic
702	702	702	C-H	mono aromatik, meta aromatik
635	635	635	C-X	Organohalogen

Pita gelombang  $3436 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3434 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3438 \text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi N-H dan O-H yang merupakan senyawa Amida, alkohol dan ikatan hydrogen sehingga bisa mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , karena gugus fungsi ini dimiliki oleh kitosan yang merupakan bahan aktif dalam sensor yang dapat melakukan pertukaran ion –ion antara membran dengan analit. Pita gelombang pada membran A  $2604 \text{ cm}^{-1}$  dan pada membran B  $2603 \text{ cm}^{-1}$  dan pada membran C  $2605 \text{ cm}^{-1}$

memiliki gugus fungsi O-H yang merupakan senyawa asam karboksilat yang juga dapat mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ . Pada pita gelombang  $635\text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi C-X yang merupakan senyawa organohalogen dan X merupakan senyawa yang bisa mengikat ion – ion  $\text{Br}^-$  dan  $\text{Cl}^-$ .

Senyawa vinil dari PVC ditunjukkan dengan adanya senyawa organik yang terdiri dari sebuah gugus vinil (yang juga disebut etenil),  $-\text{CH}=\text{CH}_2$ . Etenil merupakan turunan dari etena,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , dengan satu atom hidrogen digantikan dengan beberapa gugus yang lain. Membran B pada pita gelombang  $2361\text{ cm}^{-1}$  tidak ada, dikarenakan ikatan pada gugus fungsi ini menguap karena pengaruh dari THF.

Serapan pada bilangan gelombang  $1268\text{ cm}^{-1}$  pada membran A dan membran C menghilang menunjukkan vibrasi ulur C–O. Cara – cara uluran C–O dan tekukan O–H bukanlah cara getaran yang bebas, sebab keduanya itu terjodohkan dengan getaran gugus gugus yang bertetangga. Pada membran C gugus fungsi yang tidak ada pada gugus fungsi N–H yang menunjukkan adanya kitosan didalam membran. Gugus fungsi C–O–C dan C–H tidak terdapat pada membran C hal ini disebabkan karena konsentrasi plasticizer yang lebih sedikit.

#### 4.1.4 Pengujian Sensitivitas (Faktor Nerst) dan Waktu respon

Membran biosensor sebagai enzim yang diletakkan pada elektroda kerja Ag di karakterisasi sensitivitas dan waktu responnya terhadap analit yang akan di uji pada berbagai jenis larutan rasa asin diantaranya NaCl, KCl, dan KBr. Waktu respon elektroda diperlukan untuk mengetahui waktu tersingkat yang diperlukan

elektroda untuk mencapai potensial yang konstan. Penentuan faktor Nernst menggunakan persamaan rumus (Purwanto,2011):

$$E = E^0 + 2.303 \frac{RT}{nF} \log a$$

Dengan : E = Total potensial dari system yang di ukur

$E^0$  = Bagian dari total elektroda pembanding dalam larutan

R = Konstanta gas umum ( $8.314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )

T = Suhu (K)

n = Muatan ion

F = Tetapan Faraday ( $96,485 \text{ C/mo/}$ )

a = Aktifitas ion dalam cuplikan

Keberlakuan terhadap persamaan Nernst ditunjukkan oleh besarnya nilai sensitivitas  $2.303 \text{ RT/nF} = \text{Slope}$  atau factor Nernst. Pengukuran dimulai dari konsentrasi larutan yang paling encer hingga konsentrasi larutan yang pekat. Karakterisasi elektroda terhadap beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja elektroda diukur berdasarkan nilai sensitivitas dan waktu respon. Hasil optimasi membran yang dilakukan dengan memvariasikan berat antara bahan aktif kitosan, PVC dan pemlastis BIS, dimana ketiga campuran tersebut dilarutkan dalam pelarut THF dengan perbandingan 1:3 (b/v). Masing-masing membran tersebut dimasukkan ke dalam tabung dan diberikan larutan KCl 100 mM untuk digunakan sebagai elektrode kerja yang terhubung dengan electrode referensi, sehingga dapat memberikan respon beda potensial listrik yang sensitif terhadap larutan NaCl, KCl, dan KBr.

Dalam masing-masing sampel uji, sistem sensor rasa asin di masukkan untuk diukur respon potensial listriknya. Pengukuran potensial listrik dilakukan secara *real time* hingga data pengukuran benar-benar telah konvergen yang ditandai oleh stabilnya nilai potensial listrik. Selama proses pengukuran potensial listrik, larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer agar konsentrasi larutan tetap homogen selama proses pengukuran.

Tabel 4.3 Penambahan larutan pengujian

V <sub>air</sub> (mL)	V <sub>unit</sub> (mL)	C (M)	N (mol)	V <sub>total</sub> (mL)	C <sub>akhir</sub> (M)	Waktu (detik)	-Log [C]
50	0	0	0	50	0	0	9
	0.1	0.01	$1 \times 10^{-6}$	50.1	$2 \times 10^{-5}$	100	4.69984
	0.3		$4 \times 10^{-6}$	50.4	$7.94 \times 10^{-5}$	200	4.10037
	0.7		$1.1 \times 10^{-5}$	51.1	$2.15 \times 10^{-4}$	300	3.66703
	1		$2.1 \times 10^{-5}$	52.1	$4.03 \times 10^{-4}$	400	3.39462
	0.1	0.1	$3.1 \times 10^{-5}$	52.2	$5.94 \times 10^{-4}$	500	3.22631
	0.3		$6.1 \times 10^{-5}$	52.5	$1.16 \times 10^{-3}$	600	2.93483
	0.7		$1.31 \times 10^{-4}$	53.2	$2.46 \times 10^{-3}$	700	2.60864
	1		$2.31 \times 10^{-4}$	54.2	$4.26 \times 10^{-3}$	800	2.37039
	0.1	1	$2.41 \times 10^{-4}$	54.3	$4.44 \times 10^{-3}$	900	2.35278
	0.3		$2.7 \times 10^{-4}$	54.6	$4.96 \times 10^{-3}$	1000	2.30422
	0.7		$3.41 \times 10^{-4}$	55.3	$6.17 \times 10^{-3}$	1200	2.20997
	1		$4.4 \times 10^{-4}$	56.3	$7.83 \times 10^{-3}$	1300	2.10607

Hasil yang diberikan bukan substansi rasa spesifik melainkan kualitas rasa dan intensitas, yang dalam hal ini dinyatakan dengan potensial. Dalam penelitian ini membran di ujikan ke sampel-sampel pada berbagai jenis larutan rasa asin. Membran yang telah dipasang pada elektrode kerja dan di hubungkan dengan penguat serta rangkaian antar muka (interface), lalu di celupkan ke dalam larutan sampel. Pengukuran pembacaan respon pada sensor di lakukan setiap 1 detik dan penambahan larutan dilakukan setiap 100 detik dengan tujuan supaya didapatkan respon yang stabil dan hasil pengukuran diambil rata-rata potensial listriknya

selama waktu tersebut. Disiapkan larutan NaCl, KCl, dan KBr dengan masing – masing konsentrasi 10 mM, 100 mM dan 1 M. Larutan akan ditambahkan kedalam aquades 50 ml dengan penambahan (pemekatan) larutan dari 0,1 ml ; 0,3 ml ; 0,7 ml dan 1 ml menggunakan milipipet, dan didapatkan data seperti tabel 4.3.

#### **4.1.4.1 Penentuan Sensitivitas dan Waktu Respon membran biosensor terhadap larutan NaCl**

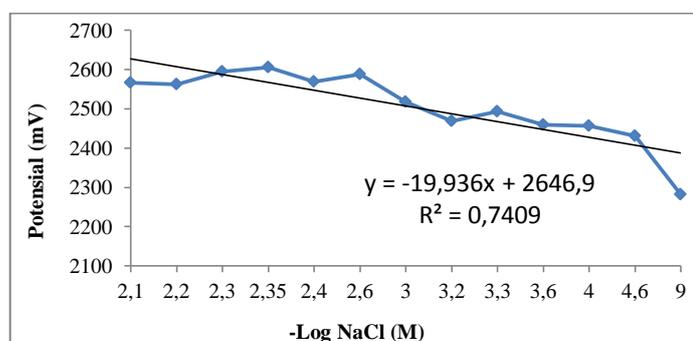
Penentuan Faktor Nernst dan kisaran konsentrasi pengukuran diperoleh dengan cara membuat grafik potensial E (mV) terhadap  $-\log [\text{NaCl}]$ . Penelitian ini diharapkan kemiringan kurva mendekati faktor Nernst teoritis, yaitu  $26 \pm 3$  mV/dekade. Data hasil penelitian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan gambar 4.4. Faktor Nernst yang didapat dari ketiga membran -19.93, -10.58, dan -22.41 mv/dekade. Hubungan antara  $-\log \text{NaCl}$  (M) dengan potensial (mV) tidak signifikan keamatan antara variable X dan variable Y karena jika suatu variable naik, variable yang lain juga naik. Pada hasil data yang diperoleh regresi yang dihasilkan jauh mendekati 1, sehingga terlihat bahwa sensitivitas membran tidak signifikan.

Pada membran A diperoleh  $R^2 = 0.740$  membran ini menunjukkan derajat hubungan yang tinggi. Pada membran B diperoleh  $R^2 = 0.590$  ini menunjukkan derajat hubungan yang substansial, dan pada membran C diperoleh  $R^2 = 0.631$  ini menunjukkan derajat hubungan yang kurang baik karena jauh dari 1.

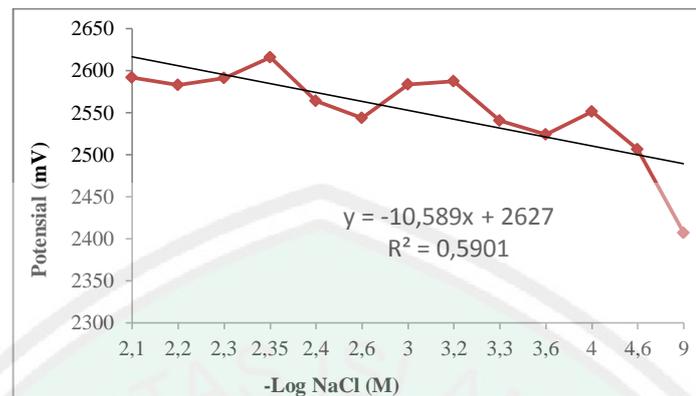
Tabel 4.4 Sensitifitas dari perbandingan komposisi ketiga membran pada larutan NaCl

No	NaCl (M)	-Log [NaCl]	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	9	2281.685	2406.977	2172.51
2	$2 \times 10^{-5}$	4.69984	2431.088	2505.935	2403.201
3	$7.94 \times 10^{-5}$	4.10037	2456.913	2551.316	2433.674
4	$2.15 \times 10^{-4}$	3.66703	2458.763	2523.788	2475.293
5	$4.03 \times 10^{-4}$	3.39462	2493.180	2540.667	2499.801
6	$5.94 \times 10^{-4}$	3.22631	2469.120	2587.507	2514.896
7	$1.16 \times 10^{-3}$	2.93483	2517.609	2583.599	2499.149
8	$2.46 \times 10^{-3}$	2.60864	2587.934	2543.367	2572.437
9	$4.26 \times 10^{-3}$	2.37039	2569.333	2564.095	2541.119
10	$4.44 \times 10^{-3}$	2.35278	2606.143	2615.438	2571.021
11	$4.96 \times 10^{-3}$	2.30422	2594.741	2590.707	2517.570
12	$6.17 \times 10^{-3}$	2.20997	2561.679	2582.638	2572.290
13	$7.83 \times 10^{-3}$	2.10607	2566.827	2591.731	2584.4756
Faktor Nerst (mV/decade)			-19.93	-10.58	-22.41
$R^2$			0.740	0.590	0.631
$E^0$ (mV)			2646	2627	2646
Kisaran Pengukuran			$2 \times 10^{-5} - 7.83 \times 10^{-3}$		

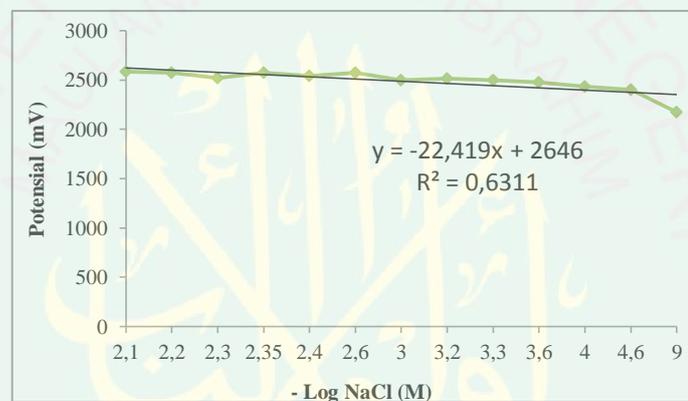
Pada kisaran konsentrasi  $2 \times 10^{-5}$  sampai  $7.83 \times 10^{-3}$ , pengukuran elektroda kerja Ag terhadap membran dianggap sudah baik karena nilai faktor Nerst yang diperoleh mendekati nilai faktor Nerst teoritis yaitu  $26 \pm 3$  mV/dekade. Pengukuran factor Nerst dilakukan dengan membuat grafik antara  $-\log$  NaCl (M) dengan potensial (mV) yang terukur.



Gambar 4.2 Grafik sensitifitas membran A pada larutan NaCl



Gambar 4.3 Grafik sensitifitas membran B pada larutan NaCl



Gambar 4.4 Grafik sensitifitas membran C pada larutan NaCl

Waktu respon merupakan waktu yang diperlukan suatu biosensor untuk mencapai potensial yang konstant. Hal ini disebabkan telah terjadinya kesetimbangan reaksi yang terjadi pada membran elektroda. Waktu respon dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: kestabilan membran, konsentrasi sampel, temperatur sampel, adanya ion-ion pengganggu dan putaran stirrer.

Waktu respon elektroda diperlukan untuk mengetahui kestabilan elektroda dalam NaCl. Waktu respon yang singkat menunjukkan bahwa elektroda tersebut memiliki karakter yang baik. Pembacaan potensial elektroda membran dilakukan

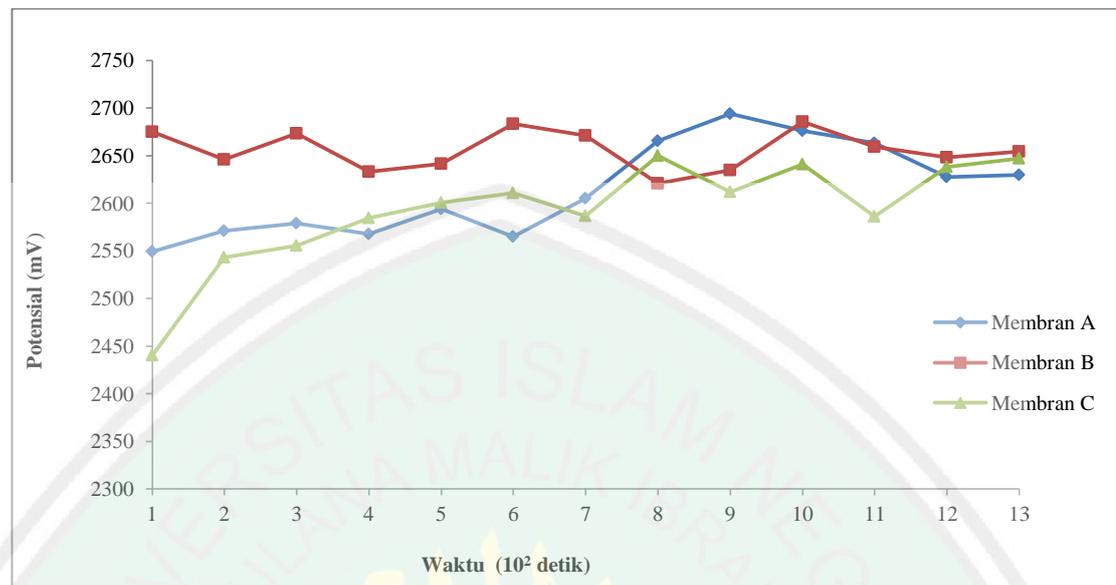
tiap 1 detik dan pengukuran dilakukan tiap 100 detik untuk tiap penambahan konsentrasi NaCl.

Tabel 4.5 Waktu Respon membran pada larutan NaCl

No	NaCl (M)	Waktu (detik)	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	100	2549.588	2674.88	2440.413
2	$2 \times 10^{-5}$	200	2570.989	2645.836	2543.102
3	$7.94 \times 10^{-5}$	300	2578.969	2673.372	2555.73
4	$2.15 \times 10^{-4}$	400	2567.92	2632.945	2584.45
5	$4.03 \times 10^{-4}$	500	2594.228	2641.715	2600.849
6	$5.94 \times 10^{-4}$	600	2565.158	2683.545	2610.934
7	$1.16 \times 10^{-3}$	700	2604.971	2670.961	2586.511
8	$2.46 \times 10^{-3}$	800	2665.568	2621.019	2650.089
9	$4.26 \times 10^{-3}$	900	2693.893	2634.655	2611.679
10	$4.44 \times 10^{-3}$	1000	2676.179	2685.474	2641.057
11	$4.96 \times 10^{-3}$	1100	2663.331	2659.297	2586.16
12	$6.17 \times 10^{-3}$	1200	2627.464	2648.423	2638.075
13	$7.83 \times 10^{-3}$	1300	2629.519	2654.423	2647.167

Waktu respon yang ditunjukkan dari ketiga membran berbeda - beda, karena tidak dapat nilai potensial yang konstan. Dari grafik pada gambar 4.5 terlihat bahwa membran dengan perbandingan 4% : 35% : 61% potensial yang diperoleh hampir mendekati konstan. Sementara membran 3% : 35% : 60% potensial yang didapat naik turun, grafik tidak menunjukkan waktu respon yang konstan. Membran 5% : 35% : 60% potensial yang diperoleh semakin naik, pada rentang 200 detik – 600 detik yang memiliki potensial yang hampir konstan.

Waktu respon diukur untuk membran biosensor optimum dengan 3 variasi membran, ditentukan setiap 1 detik sampai diperoleh intensitas sinyal terbesar yang konstan selama 1300 detik. Waktu respon optimum membran merupakan waktu dimana absorbansi yang mendekati nilai konstan selama beberapa waktu.



Gambar 4.5 Waktu Respon membran pada larutan NaCl

Berdasarkan gambar 4.5 dapat diketahui bahwa waktu respon membran tidak konstan. Waktu respon ditentukan 1300 detik sebab sinyal yang diberikan oleh biosensor tidak mengalami perubahan yang berarti pada rentang waktu berikutnya. Waktu respon yang di dapat dari ketiga membrane pada detik ke 1200. Jika larutan tidak mampu lagi merespon pada konsentrasi tertentu, maka NaCl tidak sensitif lagi pada konsentrasi tersebut. Sehingga nilai potensial yang terukur pada tiap konsentrasi berbeda-beda.

#### 4.1.4.2 Penentuan Sensitivitas membran biosensor terhadap larutan KCl

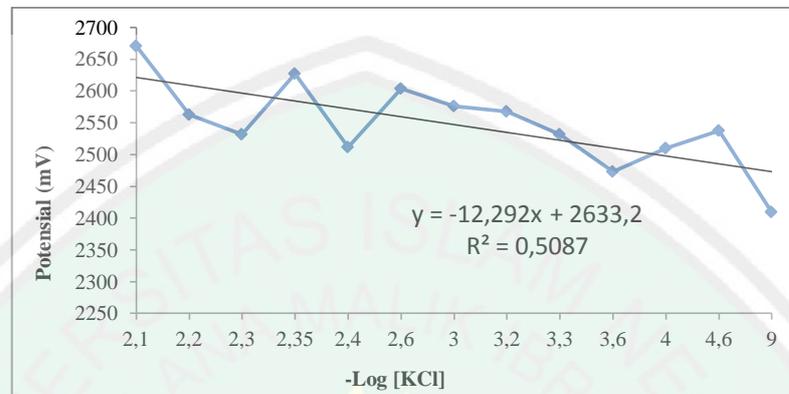
Nilai faktor Nernst (sensitivitas) membran biosensor berbasis kitosan untuk larutan KCl dapat dilihat pada Gambar 4.6 dengan trayek pengukuran  $2 \times 10^{-5}$  -  $7.83 \times 10^{-3}$  M. Sensitivitas membrane dinyatakan dengan slope dari  $-\log$  KCl (M) terhadap potensial total system (mV).

Tabel 4.6 Sensitifitas membran pada larutan KCl

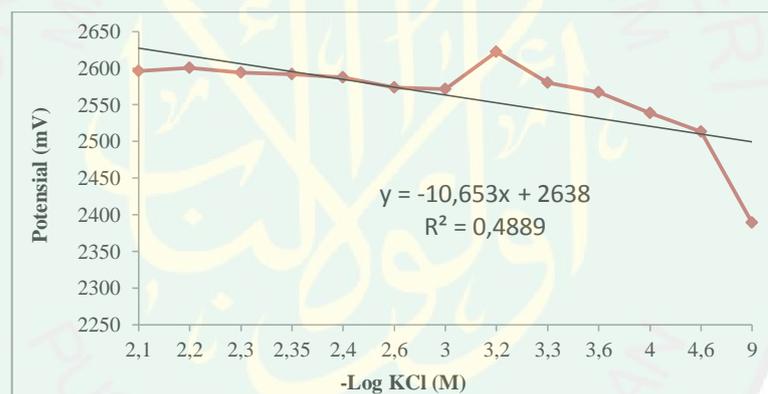
No	KCl (M)	-Log [KCl]	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	9	2409.64	2388.956	2624.156
2	$2 \times 10^{-5}$	4.69984	2537.641	2513.170	2544.491
3	$7.94 \times 10^{-5}$	4.10037	2510.232	2538.776	2572.555
4	$2.15 \times 10^{-4}$	3.66703	2472.794	2567.328	2543.310
5	$4.03 \times 10^{-4}$	3.39462	2531.546	2579.910	2613.336
6	$5.94 \times 10^{-4}$	3.22631	2568.083	2622.409	2572.701
7	$1.16 \times 10^{-3}$	2.93483	2575.794	2571.278	2596.841
8	$2.46 \times 10^{-3}$	2.60864	2604.051	2573.841	2537.828
9	$4.26 \times 10^{-3}$	2.37039	2511.873	2587.351	2584.075
10	$4.44 \times 10^{-3}$	2.35278	2626.970	2591.606	2568.732
11	$4.96 \times 10^{-3}$	2.30422	2531.382	2593.908	2511.942
12	$6.17 \times 10^{-3}$	2.20997	2562.776	2600.703	2470.989
13	$7.83 \times 10^{-3}$	2.10607	2670.912	2595.870	2482.449
Faktor Nerst (mV/decade)			-12.29	-10.65	-8.117
$R^2$			0.508	0.488	0.455
$E^0$ (K)			2633	2638	2612
Kisaran Pengukuran			$2 \times 10^{-5} - 7.83 \times 10^{-3}$		

Dari tabel diatas potensial yang didapat tidak konstan, Faktor Nernst yang didapat dari ketiga membran -12.29, -10.65, dan -8.117 mv/decade. Hubungan antara  $-\log$  KCl (M) dengan potensial (mV) tidak signifikan keeratan antara variable X dan variable Y karena jika suatu variable naik, variabel yang lain juga naik. Pada membran A diperoleh  $R^2 = 0.508$  membran ini menunjukkan derajat hubungan dapat diabaikan berarti antara  $-\log$  KCl (M) dan potensial yang diperoleh tidak ada hubungan. Pada membran B diperoleh  $R^2 = 0.488$  ini menunjukkan derajat hubungan yang substansial, dan pada membran C diperoleh  $R^2 = 0.455$  ini menunjukkan derajat hubungan yang substansial. Sensitivitas merupakan rasio perubahan sinyal tiap unit perubahan konsentrasi analit (Kateman dan Buydens, 1993). Nilai sensitivitas yang besar berarti bahwa

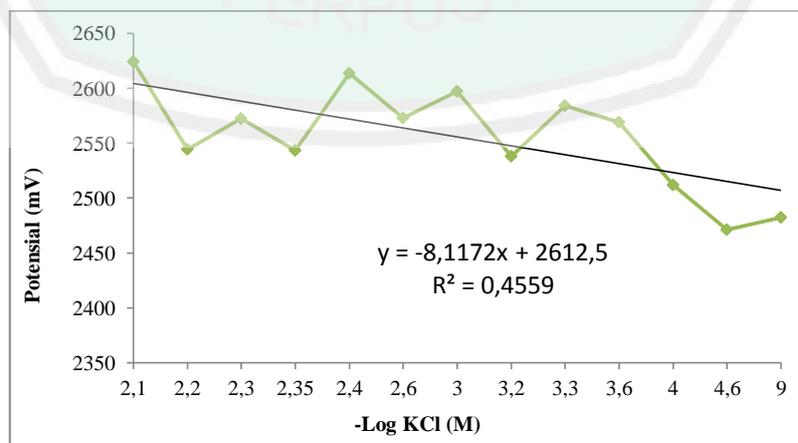
perubahan konsentrasi yang kecil dari analit dapat memberikan respon yang berarti.



Gambar 4.6 Grafik sensitifitas membran A pada larutan KCl



Gambar 4.7 Grafik sensitifitas membran B pada larutan KCl



Gambar 4.8 Grafik sensitifitas membran C pada larutan KCl

Sensitivitas membran yang paling baik pada membran kedua, hal ini disebabkan pada komposisi membran A yaitu dengan perbandingan kitosan : PVC : BIS adalah 3%:35%:62% memiliki nilai regresi (R) yang paling bagus sehingga membran yang dihasilkan paling homogen.

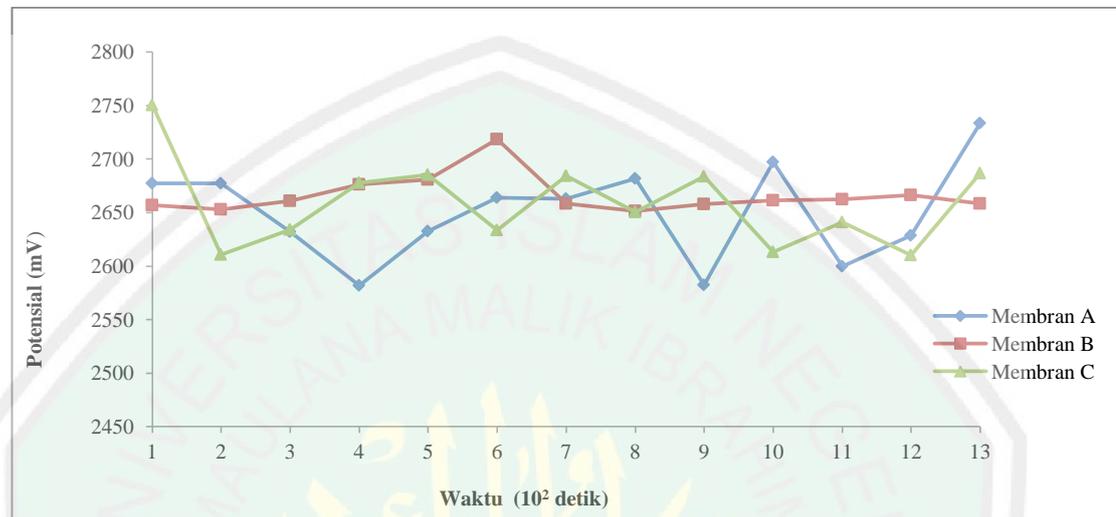
Waktu respon merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sensor potensiometri untuk mencapai kesetimbangan antara ion dengan adanya harga potensial yang konstan terhadap waktu. Data hasil penentuan waktu respon pada berbagai konsentrasi KCl disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Waktu respon membran pada larutan KCl

No	KCl (M)	Waktu (detik)	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	100	2677.543	2656.859	2750.352
2	$2 \times 10^{-5}$	200	2677.542	2653.071	2610.89
3	$7.94 \times 10^{-5}$	300	2632.288	2660.832	2633.998
4	$2.15 \times 10^{-4}$	400	2581.951	2676.485	2677.889
5	$4.03 \times 10^{-4}$	500	2632.594	2680.958	2685.123
6	$5.94 \times 10^{-4}$	600	2664.121	2718.447	2633.866
7	$1.16 \times 10^{-3}$	700	2663.156	2658.64	2684.203
8	$2.46 \times 10^{-3}$	800	2681.703	2651.493	2650.353
9	$4.26 \times 10^{-3}$	900	2582.433	2657.911	2683.896
10	$4.44 \times 10^{-3}$	1000	2697.006	2661.642	2613.346
11	$4.96 \times 10^{-3}$	1100	2599.972	2662.498	2641.145
12	$6.17 \times 10^{-3}$	1200	2628.561	2666.488	2610.276
13	$7.83 \times 10^{-3}$	1300	2733.604	2658.562	2686.848

Waktu respon yang diperoleh dari ketiga membran yang berbeda - beda. Dari grafik pada gambar 4.9 terlihat bahwa membran dengan perbandingan 4% : 35% : 61% potensial yang diperoleh hampir mendekati konstan. Sementara membran 3% : 35% : 60% potensial yang didapat naik turun, grafik tidak menunjukkan waktu respon yang konstan. Membran 5% : 35% : 60% potensial

yang diperoleh semakin naik, pada rentang 200 detik – 600 detik yang memiliki potensial yang hampir konstan.



Gambar 4.9 Grafik waktu respon membran pada larutan KCl

Data dalam Tabel 4.7 menyatakan bahwa waktu respon dipengaruhi oleh konsentrasi larutan analit, semakin besar konsentrasi analit waktu respon semakin cepat. Hal ini karena semakin besar konsentrasi analit yang mengisi kapasitas tukar ion bahan aktif membran menyebabkan semakin cepat tercapainya kesetimbangan reaksi pertukaran ion sehingga menghasilkan waktu respon yang dihasilkan sensor potensiometri semakin cepat, dan sebaliknya pada konsentrasi analit semakin kecil. Semakin cepat waktu respon yang dibutuhkan maka kualitas sensor potensiometri yang dihasilkan akan semakin baik. Dari ketiga perbandingan komposisi ketiga membran waktu respon yang hampir mendekati teoritis pada membran 4%:35%:61% karena grafik yang ditunjukkan sudah konstan pada detik ke 700 – 1300. Tetapi membran B dan C menunjukkan grafik yang tidak signifikan dengan teori, dengan hasil potensial (mV) yang naik turun.

#### 4.1.4.3 Penentuan Sensitivitas membran biosensor terhadap larutan KBr

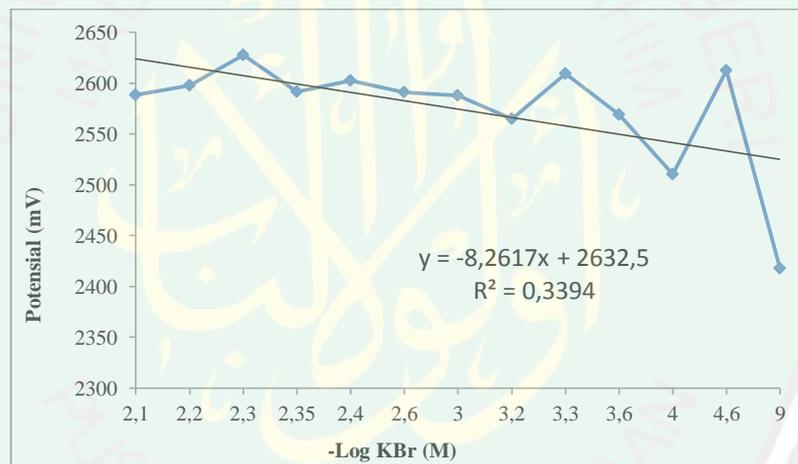
Larutan KBr yang telah diuji sensitifitasnya dengan didapatkannya potensial (mV) dari elektroda kerja dan elektroda pembanding dengan interkasi antara membran dan analit yang di uji. Penentuan Faktor Nernst dan kisaran konsentrasi pengukuran diperoleh dengan cara membuat grafik potensial E (mV) terhadap  $-\log [\text{KBr}]$ .

Tabel 4.8 Sensitivitas membran pada larutan KBr

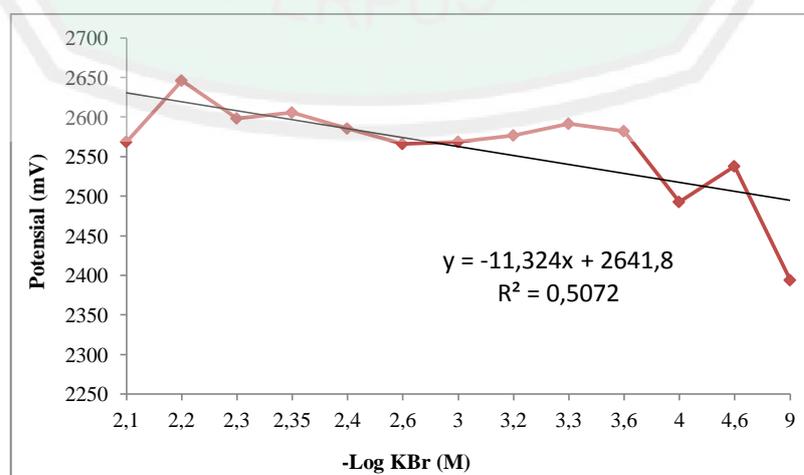
No	KBr (M)	-Log [KBr]	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	9	2417.567	2394.005	2626.737
2	$2 \times 10^{-5}$	4.69984	2612.352	2537.549	2558.040
3	$7.94 \times 10^{-5}$	4.10037	2510.582	2492.693	2547.474
4	$2.15 \times 10^{-4}$	3.66703	2568.995	2581.886	2556.639
5	$4.03 \times 10^{-4}$	3.39462	2609.244	2591.266	2549.626
6	$5.94 \times 10^{-4}$	3.22631	2564.706	2577.027	2550.9526
7	$1.16 \times 10^{-3}$	2.93483	2588.027	2568.691	2550.889
8	$2.46 \times 10^{-3}$	2.60864	2590.985	2565.685	2456.623
9	$4.26 \times 10^{-3}$	2.37039	2602.549	2585.230	2514.534
10	$4.44 \times 10^{-3}$	2.35278	2591.410	2605.704	2502.522
11	$4.96 \times 10^{-3}$	2.30422	2627.890	2597.942	2533.251
12	$6.17 \times 10^{-3}$	2.20997	2597.941	2646.041	2478.049
13	$7.83 \times 10^{-3}$	2.10607	2588.620	2568.910	2324.159
Faktor Nerst (mV/decade)			-8.268	-11.32	-14.28
$R^2$			0.339	0.507	0.595
$E^0$ (mV)			2632	2641	2619
Kisaran Pengukuran			$2 \times 10^{-5} - 7.83 \times 10^{-3}$		

Dari tabel diatas potensial yang didapat berbeda - beda, Faktor Nernst yang didapat dari ketiga membran -8.268, -11.32, dan -14.28 mv/decade. Hubungan antara  $-\log \text{KBr (M)}$  dengan potensial (mV) tidak signifikan keeratan antara variabel X dan variable Y karena jika suatu variable naik, variable yang lain juga naik. Pada membran pertama diperoleh  $R^2 = 0.339$  membran ini

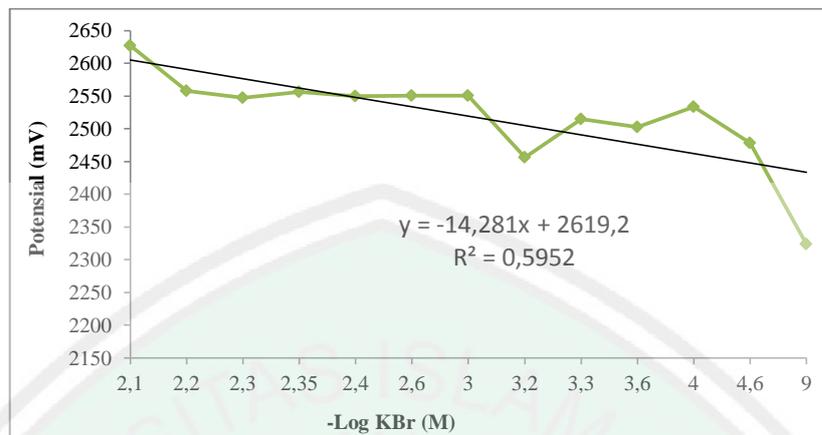
menunjukkan derajat hubungan dapat diabaikan berarti antara  $-\log \text{KBr (M)}$  dan potensial yang diperoleh tidak ada hubungan. Pada membran kedua diperoleh  $R^2 = 0.507$  ini menunjukkan derajat hubungan yang substansial, dan pada membran yang ketiga  $R^2 = 0.595$  ini menunjukkan derajat substansial. Dari ketiga membran perbandingan membran 5% : 35% : 60% yang memiliki sensitifitas yang hampir teoritis. Tetapi, masih jauh dari nilai teorits karena membran tidak mampu mengikat dan melakukan pertukaran ion dengan ion Br.



Gambar 4.10 Grafik sensitifitas membran A pada larutan KBr



Gambar 4.11 Grafik sensitifitas membran B pada larutan KBr



Gambar 4.12 Grafik sensitifitas membran C pada larutan KBr

Pada kisaran konsentrasi ini, pengukuran elektroda kerja Ag terhadap membran sangat buruk karena nilai regresi yang diperoleh tidak mendekati nilai 1. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kemampuan membran untuk mendeteksi analit yang di uji. Potensial yang dihasilkan naik turun, tidak mengalami kekosntanan. Pada membran 3%:35%:62% yang memiliki sensiifitas yang paling baik.

Tabel 4.9 Waktu respon membran pada larutan KBr

No	KBr (M)	Waktu (Detik)	Membran (mV)		
			A	B	C
1	0	100	2685.47	2661.908	2592.062
2	$2 \times 10^{-5}$	200	2752.253	2677.45	2617.95
3	$7.94 \times 10^{-5}$	300	2632.638	2614.749	2655.307
4	$2.15 \times 10^{-4}$	400	2678.152	2691.043	2611.679
5	$4.03 \times 10^{-4}$	500	2710.292	2692.314	2615.582
6	$5.94 \times 10^{-4}$	600	2660.744	2673.065	2552.661
7	$1.16 \times 10^{-3}$	700	2675.389	2656.053	2638.251
8	$2.46 \times 10^{-3}$	800	2668.637	2643.337	2628.604
9	$4.26 \times 10^{-3}$	900	2673.109	2655.79	2620.186
10	$4.44 \times 10^{-3}$	1000	2661.446	2675.74	2626.675
11	$4.96 \times 10^{-3}$	1100	2696.48	2666.532	2616.064
12	$6.17 \times 10^{-3}$	1200	2663.726	2711.826	2623.825
13	$7.83 \times 10^{-3}$	1300	2651.312	2631.602	2689.429

Pada konsentrasi  $2 \times 10^{-3} - 7.83 \times 10^{-5}$  M waktu respon yang dihasilkan dari 100 - 1300 detik dan setiap 1 detik membran mendeteksi analit yang di uji. Waktu respon meningkat seiring dengan makin pekat atau besarnya konsentrasi larutan. Hasil respon membran terhadap analit dapat dilihat pada table 4.9

Waktu respon yang diperoleh dari ketiga membran berbeda, karena tidak didapat nilai potensial yang konstan. Dari grafik pada gambar 4.9 terlihat bahwa membran dengan perbandingan 4% : 35% : 61% potensial yang diperoleh hampir mendekati konstan. Sementara membran 3% : 35% : 60% potensial yang didapat naik turun, grafik tidak menunjukkan waktu respon yang konstan. Membran 5% : 35% : 60% potensial yang diperoleh semakin naik, pada rentang 200 detik – 600 detik yang memiliki potensial yang hampir konstan.



Gambar 4.13 Grafik Waktu respon membran terhadap larutan KBr

Data dalam Tabel 4.9 menyatakan bahwa waktu respon antar membran hampir sama, grafik yang didapat hampir mendekati konstan dan dipengaruhi oleh konsentrasi larutan analit, semakin besar konsentrasi analit waktu respon semakin

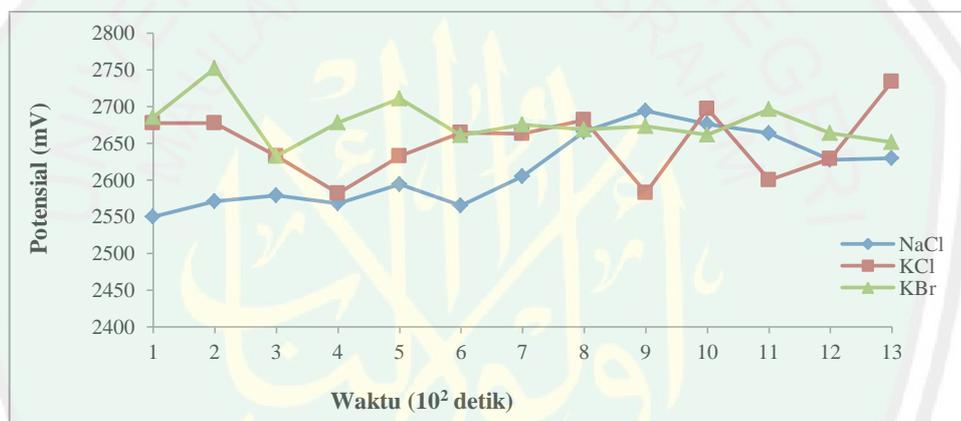
cepat. Hal ini karena semakin besar konsentrasi analit yang mengisi kapasitas tukar ion bahan aktif membran menyebabkan semakin cepat tercapainya kesetimbangan reaksi pertukaran ion sehingga menghasilkan waktu respon yang dihasilkan sensor potensiometri semakin cepat, dan sebaliknya pada konsentrasi analit semakin kecil. Semakin cepat waktu respon yang dibutuhkan maka kualitas sensor potensiometri yang dihasilkan akan semakin baik. Dari ketiga perbandingan komposisi ketiga membran waktu respon yang didapat sangat baik pada membran 4%:35%:61% karena grafik yang ditunjukkan sudah konstan pada detik ke 700 – 1300.

#### **4.1.4.4 Penentuan waktu respon membran biosensor dari larutan NaCl, KCl, dan KBr**

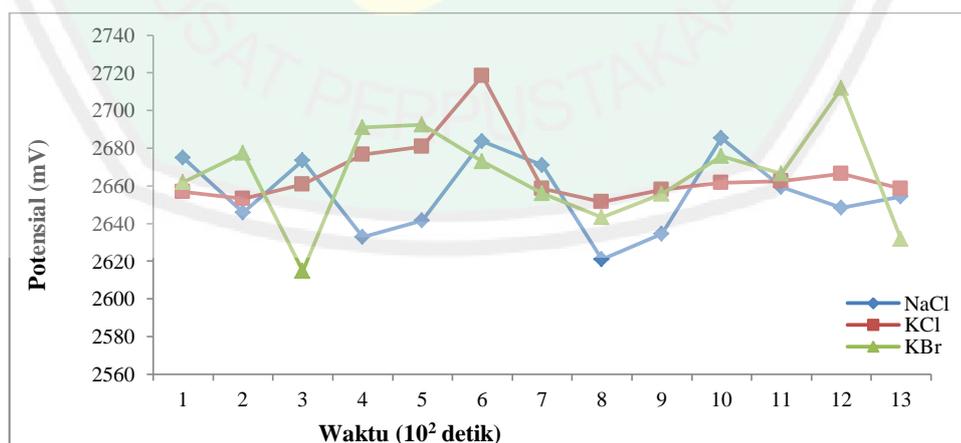
Waktu respon merupakan waktu yang diperlukan suatu biosensor untuk mencapai potensial yang konstant. Hal ini disebabkan telah terjadinya kesetimbangan reaksi yang terjadi pada membran elektroda. Waktu respon elektroda diperlukan untuk mengetahui kestabilan elektroda dalam NaCl, KCl, dan KBr. Waktu respon yang singkat menunjukkan bahwa elektroda tersebut memiliki karakter yang baik.

Dari hasil grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.14, gambar 4.15 dan gambar 4.16 menunjukkan waktu respon yang kurang signifikan. Grafik yang didapat tidak mengalami potensial yang konstan. Hal ini disebabkan karena kurangnya interaksi pertukaran ion antara membran dengan analit. Bahan aktif kitosan yang ditambahkan kurang banyak sehingga pertukaran ionnya juga berkurang. Gugus fungsi NH dan OH yang merupakan senyawa amida dan ikatan

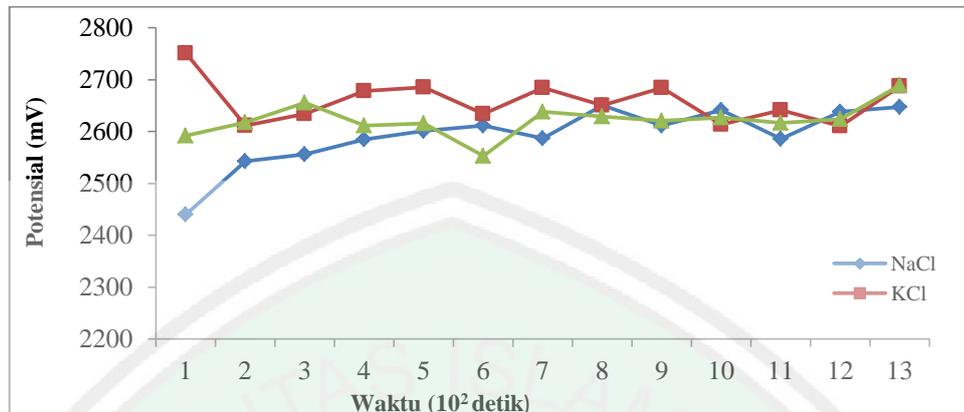
hydrogen cukup sedikit, sehingga ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  tidak mengalami pertukaran ion secara maksimal. Begitu juga dengan senyawa halogen yang dapat mengikat ion  $\text{Br}^-$  dan  $\text{Cl}^-$  hanya pada pita gelombang  $635\text{ cm}^{-1}$ . Gugus fungsi OH yang dihasilkan dari analisa FTIR pada membran hanya sedikit sehingga interaksi antara  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  pada pertukaran ion kurang maksimal. Begitu juga pada senyawa halogen yang bisa mengikat ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Br}^-$  pada membran hanya pada bilangan gelombang  $635\text{ cm}^{-1}$



Gambar 4.14 Grafik Waktu respon membran A pada larutan NaCl, KCl, dan KBr



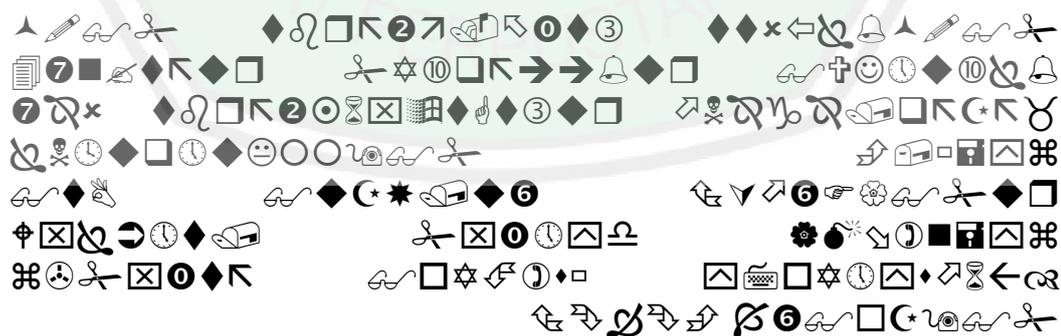
Gambar 4.15 Grafik Waktu respon membran B pada larutan NaCl, KCl, dan KBr



Gambar 4.16 Grafik Waktu respon membran C pada larutan NaCl, KCl, dan KBr

#### 4.2 Pembahasan

Bahan utama pembuatan membran biosensor ini adalah kitosan. Kitosan merupakan senyawa yang banyak terdapat dalam berbagai jenis cangkang. Pada penelitian ini, kitosan diperoleh dari limbah cangkang udang (*Panaeous Monodon*). Oleh karena itu, Allah berfirman dalam surat al Imran (3) : 191 yang memerintahkan setiap manusia selalu mengingat Tuhan-Nya di setiap tempat dan keadaan untuk membaca tentang penciptaan alam beserta isinya.



“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka”. (QS al Imran (3): 191).

Firman Allah SWT, “*rabbana ma khalaqta hadza bathilan/ Tuhan kami, tiadalah engkau menciptakan ini dengan sia-sia*”. Kalimat ini menjelaskan tentang ciptaan Allah SWT yang tidak sia-sia mulai dari benda yang bernilai rendah sampai yang memiliki nilai sangat tinggi dan Allah menciptakan semua itu dengan tujuan yang baik dan bermanfaat. Seperti halnya limbah cangkang udang yang masih bisa dimanfaatkan untuk menjadi alternatif dalam pembuatan membran biosensor. Hal ini merupakan salah satu tanda Keesaan Allah SWT yang memerintahkan setiap manusia untuk selalu berdzikir mengingat Allah.

Membran yang terbuat terdiri dari campuran bahan aktif kitosan yang terprotonasi dalam suasana asam dan bahan pendukung membran campuran PVC dan pemlastis Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat. Adanya ion positif (+) pada kitosan, menyebabkan kitosan dapat mengikat zat rasa yang memiliki ion negatif melalui interaksi elektrostatif membentuk asosiasi ion. Kitosan bersifat hidrofilik dan dapat mengalami *swelling*, sehingga perlu didukung dengan matriks polimer PVC yang bersifat hidrofobik, sehingga diperlukan penambahan pemlastis.

Kitosan memiliki karakter hidrofilik yang mampu memfasilitasi proses pertukaran ion serta memiliki sifat konduktivitas listrik yang cukup baik. Penambahan kitosan dalam jumlah minimum menyebabkan sedikitnya proses transport ion dari analit menuju membran yang terjadi, sedangkan penambahan yang terlalu besar dapat menyebabkan membran bersifat *sweelling* sehingga kurang hidrofobik. Jumlah PVC yang sedikit dapat menambah kekuatan sifat mekanik pada membran. Akan tetapi jika jumlah PVC berlebihan dapat menyebabkan meningkatnya jumlah ikatan sehingga kebebasan pergerakan ion

pada rantai molekul terbatas. Struktur kitosan dalam membran juga dapat menjadi rapat dan kaku sehingga proses pertukaran ion-ion menjadi lebih sedikit dan mengakibatkan respon potensial menjadi kecil.

Penambahan Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat yang cukup dapat membuat membran bersifat lentur dan tidak kaku. Bila jumlah Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat sedikit akan membuat membran lebih kaku dan bila berlebihan akan membuat membran kurang hidrofobik dan menyebabkan bahan aktif kitosan lepas ke larutan analit sehingga proses pertukaran ion pada antarmuka membran terhambat, akibatnya dapat menurunkan respon potensial.

Salah satu fungsi dari membran sel adalah sebagai lalu lintas molekul dan ion secara dua arah. Molekul yang dapat melewati membran sel antara lain ialah molekul hidrofobik ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ), dan molekul polar yang sangat kecil (air, etanol). Sementara itu, molekul lainnya seperti molekul polar dengan ukuran besar (glukosa), ion, dan substansi hidrofilik membutuhkan mekanisme khusus agar dapat masuk ke dalam sel (Irawan, 2008).

Variasi Komposisi membran sangat berpengaruh terhadap mobilitas ion. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengaruh penambahan plasticizer Bis 2(ethylhexyl) Ftalat terhadap sifat Nernstian dan waktu respon membran biosensor berbasis kitosan. Hasil ketiga pengukuran dengan komposisi yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa: pemilihan bahan aktif, bahan pendukung dan konsentrasinya mempengaruhi sifat Nernstian dan waktu respon.

Komposisi membran A merupakan komposisi membran optimum dengan harga Faktor Nernst sebesar 19.93 mV/dekade dengan  $R = 0,740$ . Sifat *Nernstian*

yang dihasilkan oleh komposisi membran B terlihat dari harga E (mV) yang besar yaitu sebesar 2646 (mV) dan mampu menghasilkan membran yang homogen, bersifat hidrofob dan memiliki konduktivitas listrik besar serta mempunyai tetapan dielektrik cukup besar, sehingga bahan aktif mampu terdisosiasi dan melakukan pertukaran ion dengan rasa asin dalam larutan. Hal ini dikarenakan pada waktu pengadukan membran telah homogen kebutuhan air dalam membran untuk berdisosiasi telah tercukupi sehingga saat dilakukan pengukuran dapat mengalami kesetimbangan dalam proses pertukaran. Sensitifitas elektroda kerja dapat diukur dengan menggunakan faktor Nernst. Grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin banyak ion negatif yang dihasilkan. Hal ini bersesuaian dengan (Toko,2000) bahwa membran campuran antara Bis 2(ethylhexyl) Ftalat memberikan muatan negatif oleh karena terkotori oleh muatan negatif.

Waktu respon membran merupakan waktu yang diperlukan bagi elektroda untuk memberikan respon potensial yang konstan. Hasil eksperimen yang diperlihatkan menunjukkan waktu respon untuk hasil pengukuran menggunakan sensor membran berbasis kitosan dengan konsentrasi yang bervariasi. Berdasarkan grafik tersebut terlihat kestabilan data terlama untuk masing-masing konsentrasi terletak pada membran B tercatat potensialnya pada NaCl sebesar 2627 mV dan pada KCl sebesar 2638 mV dan pada KBr sebesar 2641 mV. Adapun pengambilan data pada sampel larutan uji dilakukan pada batas atas waktu respon terlama, dimana faktor-faktor yang menjadikan lamanya waktu

respon ini dipengaruhi oleh transfer ion, konsentrasi analit dan kecepatan pengadukan, jenis membran, volume sampel, dan suhu.

Pengujian terhadap berbagai macam rasa asin yaitu NaCl, KCl, dan KBr. Berdasarkan hasil yang didapat, dapat dilihat bahwa setiap sampel dengan variasi konsentrasi memiliki nilai potensial yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa membran ini kurang signifikan untuk rasa. Bis 2(ethylhexyl) Ftalat senyawa ester fosfat dengan 2 gugus oktil yang bersifat lipofilik, sehingga senyawa ini cenderung bersifat lipofilik netral. Gugus P=O memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan ion-ion logam, walaupun tidak terlalu kuat membran berbasis kitosan memberikan respon yang cukup tinggi untuk senyawa NaCl, KCl, dan KBr sebagai wakil rasa asin karena sifat lipofilik dari NaCl, KCl, dan KBr yang memudahkan senyawa ini terekstrak ke dalam fasa membran yang bersifat lipofilik, namun karena komposisi dari Bis 2(ethylhexyl) Ftalat jauh lebih besar daripada kitosan maka efek dominasi Bis 2(ethylhexyl) Ftalat terlihat jelas.

Respon kationik (slope positif) menunjukkan bahwa membran memberikan respon yang kurang baik terhadap ion positif dan semakin besar slope yang terjadi maka membran semakin baik respon terhadap ion - ion positif. Sementara hasil yang didapat membrane kurang merespon ion – ion yang ada pada larutan. Berdasarkan data yang di dapat NaCl, KCl, dan KBr. KCl memberikan respon yang lebih besar dibandingkan NaCl dan KBr dengan bertambahnya konsentrasi.

Pada larutan KBr sensitifitas membran dan waktu respon yang dihasilkan tidak signifikan. Harga faktor Nernst yang diperoleh adalah sebesar 14.28 mV/decade pada membran C jauh dari harga teoritis yaitu 29,6 mV/dekade. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi membran yang menentukan ukuran pori dan daya difusi ion. Membran yang konsentarsi kitosan lebih tinggi akan memberikan kemiringan lereng yang lebih Nernstian daripada membran yang konsentrasi kitosannya lebih kecil. Grafik E (mV) dan  $-\log a$  ion analit larutan KBr pada rentang konsentrasi tertentu. Pada konsentrasi  $2 \times 10^{-5}$  M sampai konsentrasi  $7,83 \times 10^{-3}$  M kurva mulai tidak linier yang disebabkan karena pada konsentrasi rendah terjadi ketidakstabilan larutan akibat penurunan aktivitas ionik. Pada konsentrasi rendah koefisien aktifitas ion semakin besar tetapi kekuatan ionnya berkurang sehingga larutan tidak stabil dan ditunjukkan dengan ketidaklinieran kurva. Seperti diketahui pada larutan dengan konsentrasi rendah, respon potensial tidak lagi menunjukkan konsentrasinya melainkan aktivitas ion, sedangkan aktivitas ion berbanding terbalik dengan koefisien aktifitas.

Koefisien aktifitas selalu lebih kecil dari satu dan menjadi lebih rendah ketika kekuatan ion meningkat, sehingga perbedaan antara aktifitas ion yang terukur dan konsentrasi ion yang sebenarnya menjadi lebih besar pada larutan konsentrasi pekat. Hal ini dapat menimbulkan problem ketika melakukan plot ke kurva, yaitu tidak dapat digunakan data konsentrasi karena dapat menyebabkan kurva tidak linier. Stabilitas membran elektrode dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain penambahan *plasticizer* (BIS) pada matriks polimer (PVC) sehingga menyebabkan membran yang terbentuk tidak larut air, bersifat fleksibel (lentur)

dan kuat. Penambahan bahan pemlastis pada matriks polimer akan membentuk ikatan silang yang menyebabkan temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) menjadi turun (Qonita,2014). Dengan menurunnya  $T_g$  maka kelarutan fasa organik dalam air dapat ditahan sehingga kecil kemungkinan keluarnya kitosan pada membran ke dalam larutan. Hal ini membuat membran menjadi lebih stabil.

Rasa asin dibentuk oleh garam terionisasi yang kualitas rasanya berbeda-beda antara garam yang satu dengan yang lain karena garam juga membentuk sensasi rasa lain selain rasa asin. Garam akan menimbulkan rasa ketika ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) masuk melalui kanal ion pada *mikrovili* bagian apikal (atas), selain masuk lewat kanal pada lateral (sisi) sel rasa (Irianto,2004).

Dalam air, membran menjadi bermuatan listrik karena bagian hidrofilik molekul kitosan terionisasi. Pada bagian dalam dan luar sel terdapat perbedaan konsentrasi senyawa, Larutan  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , dan  $\text{KBr}$  yang menyebabkan terjadinya proses aliran ion pada membran sel seperti yang dilukiskan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.17 Proses aliran ion pada membran sel (Toko, 2000)

Dari Gambar 4.17 ion  $\text{K}^+$  mengalir dari dalam ke luar sel karena membran melewatkan ion  $\text{K}^+$  dan konsentrasi di dalam sel lebih besar dari pada di luar sel.

Aliran ion  $K^+$  tersebut menimbulkan aliran listrik yang menyebabkan terjadinya perbedaan potensial listrik antara di dalam dan di luar sel.

Apabila membran dicelupkan dalam larutan yang mengandung kation  $X^+$ , akan terjadi proses pertukaran ion seperti persamaan berikut:



$RCO_2^-$  disebut material aktif membran, karena material ini yang berikatan dengan ion sampel.

Semua sel memiliki tegangan melintasi membran plasmanya, di mana tegangan ialah energi potensial listrik pemisahan muatan yang berlawanan. Sitoplasma sel bermuatan negatif dibandingkan dengan fluida ekstraseluler disebabkan oleh distribusi anion dan kation pada sisi membran yang berlawanan yang tidak sama. Potensial membran bertindak seperti baterai, suatu sumber energi yang memengaruhi lalulintas semua substansi bermuatan yang melintasi membran. Karena di dalam sel itu negatif dibandingkan dengan di luarnya, potensial membran ini mendukung transpor pasif kation ke dalam sel dan anion ke luar sel.

NaCl, KCl, dan KBr merupakan elektrolit yang baik, bahwa dalam larutan elektrolit yang berperan menghantarkan arus listrik adalah partikel-partikel bermuatan (ion) yang bergerak bebas didalam larutan. Bila kristal NaCl dilarutkan dalam air, maka oleh pengaruh air NaCl terdisosiasi (terion) menjadi ion positif  $Na^+$  (kation) dan ion negatif  $Cl^-$  (anion) yang bergerak bebas. Ion-ion inilah yang bergerak sambil membawa muatan listrik ke bagian membran dan ion-ion positif

bergerak menuju ke kutub negatif dan ion-ion negatif akan bergerak ke kutub positif. Suatu zat dapat terurai menjadi elektrolit bila didalam larutannya zat tersebut terurai menjadi ion-ion yang bebas bergerak. Sehingga dihasilkan keluaran potensial pada membran.

NaCl, KCl, dan KBr merupakan senyawa hidrokarbon baik jenuh maupun tak jenuh yang satu unsur H nya atau lebih digantikan oleh unsur halogen (X = Br, Cl, I). Gugus OH merupakan gugus yang cukup reaktif sehingga alkohol mudah terlibat dalam berbagai jenis reaksi. Sehingga garam yang terbentuk mengalami ionisasi sempurna dalam air.



Karena berbeda muatan, ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$  akan saling tarik-menarik dan berlangsung secara terus menerus. NaCl merupakan senyawa ionik yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Jutaan atau bahkan miliaran ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$  dalam garam saling tarik-menarik sehingga membentuk struktur ion raksasa. Ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  memiliki interaksi elektrostatik yang sangat kuat sehingga untuk memutuskan ikatan tersebut diperlukan energi yang cukup tinggi. Itulah sebabnya senyawa NaCl memiliki titik didih yang sangat tinggi, yaitu  $1.465\text{ }^\circ\text{C}$ . Selain titik didih yang sangat tinggi, NaCl juga memiliki sifat mudah rapuh.

Adanya gugus karboksil pada kedudukan tertentu dalam struktur polimer membran polimer cair dengan matriks PVC, menyebabkan membran mempunyai muatan tetap negatif. Senyawa asam oleat mempunyai sifat nonpolar pada salah satu ujungnya (alkena) dan polar pada ujung lainnya (karboksil). Hal ini menyebabkan orientasi dari kedua gugus tersebut pada permukaan membran menjadi berbeda ketika dihubungkan dengan larutan sampel. Ujung yang polar berorientasi ke arah sistem, dan ujung yang nonpolar ke pusat membran.

Membran biosensor dengan bahan aktif kitosan dengan pemlastis Bis 2 (ethylhexyl) Ftalat dengan PVC memiliki banyak gugus fungsi, tetapi hanya gugus fungsi tertentu saja yang bisa mengikat ion – ion pada larutan. Senyawa yang dapat mengikat ion pada larutan hanya pada senyawa asam karboksilat, amida, ikatan hidrogen dan organohalogen. Pita gelombang  $3436\text{ cm}^{-1}$ ,  $3434\text{ cm}^{-1}$ ,  $3438\text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi N-H dan O-H yang merupakan senyawa Amida, alcohol dan ikatan hydrogen sehingga bisa mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , karena gugus fungsi ini dimiliki oleh kitosan yang merupakan bahan aktif dalam sensor yang dapat melakukan pertukaran ion – ion antara membran dengan analit. Pita gelombang pada membran A  $2604\text{ cm}^{-1}$  dan pada membran B  $2603\text{ cm}^{-1}$  dan pada membran C  $2605\text{ cm}^{-1}$  memiliki guugs fungsi O-H yang merupakan senyawa asam karboksilat yang juga dapt mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  . Pada pita gelombang  $635\text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi C-X yang merupakan senyawa organohalogen dan X merupakan senyawa yang bisa mengikat ion – ion  $\text{Br}^-$  dan  $\text{Cl}^-$  .

Sensitifitas dan waktu respon dari hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa membran tidak signifikan digunakan untuk sensor rasa asin. Hal ini dikarenakan faktor nerst yang dihasilkan jauh mendekati nilai teoritis 29,6 mV/decade. Gugus fungsi OH yang dihasilkan dari analisa FTIR pada membran hanya sedikit sehingga interaksi antara  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  pada pertukaran ion kurang maksimal. Begitu juga pada senyawa halogen yang bisa mengikat ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Br}^-$  pada membran hanya pada bilangan gelombang  $635\text{ cm}^{-1}$ . Komposisi Bahan aktif kitosan yang ditambahkan pada membran hanya sedikit dan terlalu banyak PVC, sehingga pertukaran ion – ion sulit karena ikatannya kuat pengaruh dari PVC.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gugus fungsi N-H dan O-H yang merupakan senyawa Amida, alkohol dan ikatan hidrogen sehingga bisa mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , karena gugus fungsi ini dimiliki oleh kitosan yang merupakan bahan aktif dalam sensor yang dapat melakukan pertukaran ion –ion antara membran dengan analit.
2. Gugus fungsi O-H yang merupakan senyawa asam karboksilat yang juga dapat mengikat ion – ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  . Pada pita gelombang  $635 \text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi C-X yang merupakan senyawa organohalogen dan X merupakan senyawa yang bisa mengikat ion – ion  $\text{Br}^-$  dan  $\text{Cl}^-$  .
3. Sensitivitas dan waktu respon dari hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa membran tidak signifikan digunakan untuk sensor rasa asin. Hal ini dikarenakan faktor nerst yang dihasilkan jauh mendekati nilai teoritis  $29,6 \text{ mV/decade}$ . Gugus fungsi OH yang dihasilkan dari analisa FTIR pada membran hanya sedikit sehingga interaksi antara  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  pada pertukaran ion kurang maksimal. Begitu juga pada senyawa halogen yang bisa mengikat ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Br}^-$  pada membran hanya pada bilangan gelombang  $635 \text{ cm}^{-1}$ .

## 5.2 Saran

Dari hasil pembuatan membran karbon aktif, penulis menyarankan kedepannya perlu diperhatikan antara lain:

1. Perlu adanya dilakukan pengujian pada semua rasa (manis, pahit, asem dan umami).
2. Agar membran yang dihasilkan lebih sensitive, maka variasi komposisi membran pada variasi berbagai jenis plasticizer.
3. Pengujian membran menggunakan SEM supaya dapat diketahui karakteristik morfologinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilita, N.H. 2000. *Studi Pengaruh Plasticizer dan Aditif anion Lipofilik Terhadap Karakteristik Elektroda Selektif Ion Ammonium dengan Dibenzil Eter Sebagai Ionofor*. Tesis, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Atikah. 1994. *Pembuatan dan Karakterisasi ESI Nitrat tipe kawat terlapis*. Tesis Pasca Sarjana. ITB Bandung
- Baltacioglu.1998.Thesis, Vrije Universiteit Brussel (Belgium)
- Bilmeyer, P.L. 1998. *Analysis with Ion Selective Electrodes*, Heyden& Sons Ltd, London
- B.R. Eggins,John Wiley.2002.*Chemical Sensors and Biosensors*.New York, p.300.
- Christoper, Argin. 2007. *Effect of Complexation Condition on Xanthan-Chitosan Polyelectrolyte Complex Gel*. Food Hydrocolloids. 23: 202-209.
- Choirul, dkk. 2007. *Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR*. Jurusan Fisika Fakultas MIPA UNDIP: jurnal pdf.
- D.L. Wise.1991.*Bioinstrumentation and Biosensors*.Marcel Dekker, Inc., New York, p.824
- Ekosari. 2010. *Pusat Teknologi Farmasi dan Medika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*:Jurnal pdf
- Gea, Sahaman, Andriyani, sevia dan Lenny. 2005. *Pembuatan Elektroda Selektif-Ion Cu(II) dari Kitosan Polietilen Oksida*. Padang: Universitas Sumatera Utara
- Hamka.2002. *Tafsir Al azhar jus 2*. PT. Graha Media: Jakarta
- Iriantono. 2004. *Kajian Filtrasi Sari Buah Nanas dengan Menggunakan Membran Selulosa Asetat*. Bogor: Skripsi FMIPA-ITB
- Irawan. 2010. *Energi dispersif X-Ray Analisis* (<http://artikelbiboer.blogspot.com>)
- Khenzie.2011. *Polivinil Klorida* (<http:///D:/khenziee%20%20Polivinil%20klorida.htm>)
- Kurniasih, Dedeh dkk.2013.*Karakterisai Elektroda Selektif Ion (ESI) Kromat Tipe Kawat Terlapis Berbasis Kitosan*. Malang: Jurnal sains dan Terapan Kimia Vol 7, No.1

- Kusuma, Riesca dkk.2013.*Sintesis dan Karakterisasi Bioselulosa Kitosan dengan Penambahan Gliserol Sebagai Plasticizer*. Surabaya: Jurnal Unair
- Kusumaningsih, Triana.2007.*Adsorpsi Limbah Zat Warna Procion red MX Db dan Kitosan Sulfat Hasil Deasetilasi Kitin Cangkang Bekicot*. Semarang: Skripsi UNS
- Manz.2004. *m-TAS Miniaturized Total Chemical Analysis Systems, Presented at Micro Total Analysis Systems*. MESA Research Institute
- Nagamori, T. Toko, K. Kikkawa, Y. Watanabe, T. and Endeou, K., 'Detection of the Suppression of Saltiness by Umami Substances Using a Taste Sensor', *Sensors and Materials*, (1999) vol. 11, no. 8,475-485
- Oktaviana, A., 2009, *Teknologi Penginderaan Mikroskopi*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Permadi, Wisnu 1999. *Produksi dan Kegunaan Kitin dan Kitosan*. Makalah.
- Purwatiningsih.1992.*Isolasi Kitin dan Karakterisasi Komposisi Senyawa Kimia dari Limbah Kulit Udang Windu (Penaeus Monodon)*. Bandung : Jurusan Kimia Program Pasca Sarjana ITB
- P, Sugita. 2009. *Kitosan*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara
- Putra, Sinly Evan. 2009. *Biosensor dan Aplikasinya*, (<http://www.chemistry.org/?sect=fokus&ext=43>, diakses 25 oktober 2013)
- Putu, Agung Wijaya. 2007. *Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang Windu*. Lampung: Universitas Lampung
- Rahmawati, Alif dkk.2013.*Pembuatan dan Karakterisasi Sensor Potensiometri Rhodamin B Berbasis Kitosan dengan Plasticizer Dioktil Ftalat (DOP)*. Malnag :Jurnal, Vol.1 No.1 pp 78-84 UB
- Rege, P. R. and Block, L. H., 1999, *Chitosan Processing : Influence of Process Parameters during Acidic and Alkaline Hydrolysis and Effect of the Processing Sequence on the Resultant Chitosan's Properties*, *Carbohydr: Res.*, Vol.321, 235-245.
- Robeth, Manurung dkk. 2012.*Desain dan Fabrikasi Elektroda Biosensor Metode Teknologi Film Tebal*. Jurnal Ilmiah Elite Elektro, Vol.3 No.1
- R.T. Daniel, T. Klara, A.D. Richard, S.W. George, *Pure Appl.* 1999. *Chem.*, 71/12 2333.

Putra, Sinly Evan. 2009. *Biosensor dan Aplikasinya*, (<http://www.chemistry.org/?sect=fokus&ext=43>, diakses 25 oktober 2013).

University Of Cape Town Rondebosch. Wang, K, Xu, J. J., Sun, D. C., Wei, H., Xia, X. H. (2005) *Selective glucose detection based on the concept of electrochemical depletion of electroactive species in diffusion layer*, *Biosensors and Bioelectronics*, 20, 1366-1372.

Usuman, Ilona dkk. 2010. *Pembuatan Membran Lipid Untuk Sensor Rasa dan Fabrikasi Mikrotip Untuk Sensor Gas Sebagai Pengidentifikasi Kualitas Makanan Berdasarkan Baud an Rasa*. Semarang: Jurnal UGM pdf

Wijayanti, Devi Laksita Cory. *Sintesis dan Kajian Sifat listrik Membran Kitosan dengan Variasi Konsentrasi Kitosan*. Jurnal.

Winarno. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia : Jakarta

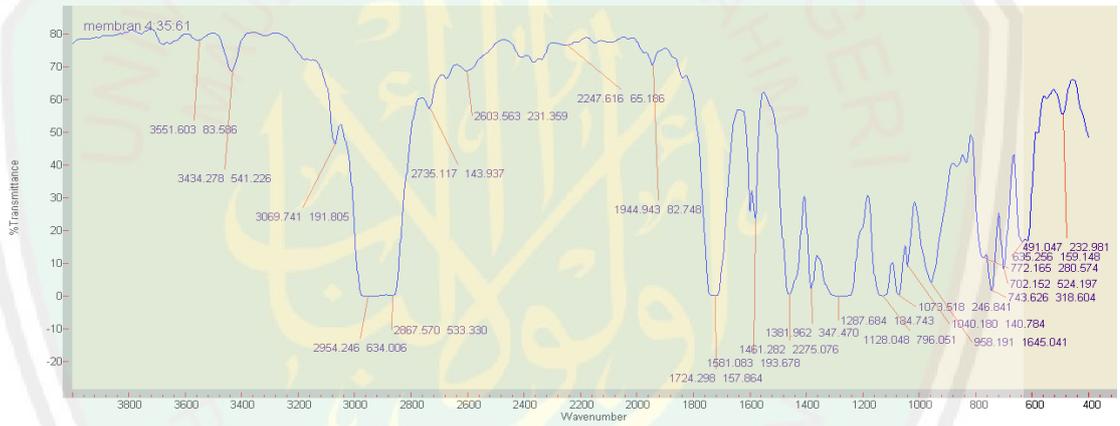
Wiryoentono. 1998. *Preparasi Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penyerapan Logam*. Yogyakarta: Jurnal UNY

Yulindo, Yophi. 2008. *Migrasi Dioktil Ftalat dan Etilen Glikol ke Dalam Struktur Poliuretan Dengan Pemanjangan Rantai Diamina Aromatik dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Material*. Jakarta: Tesis UI

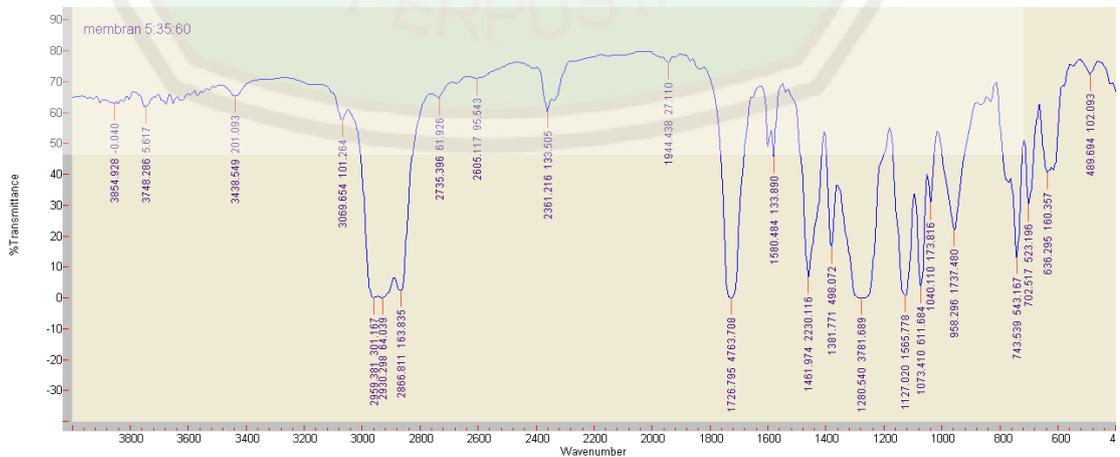
LAMPIRAN



Hasil spectra FTIR membran kitosan:PVC:BIS dengan perbandingan 3%:35%:62%



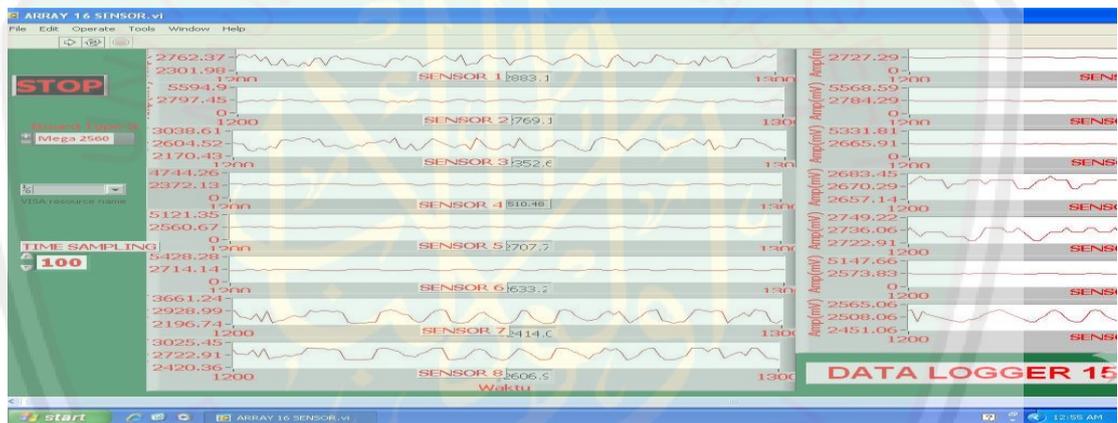
Hasil spectra FTIR membran kitosan:PVC:BIS dengan perbandingan 4%:35%:61%



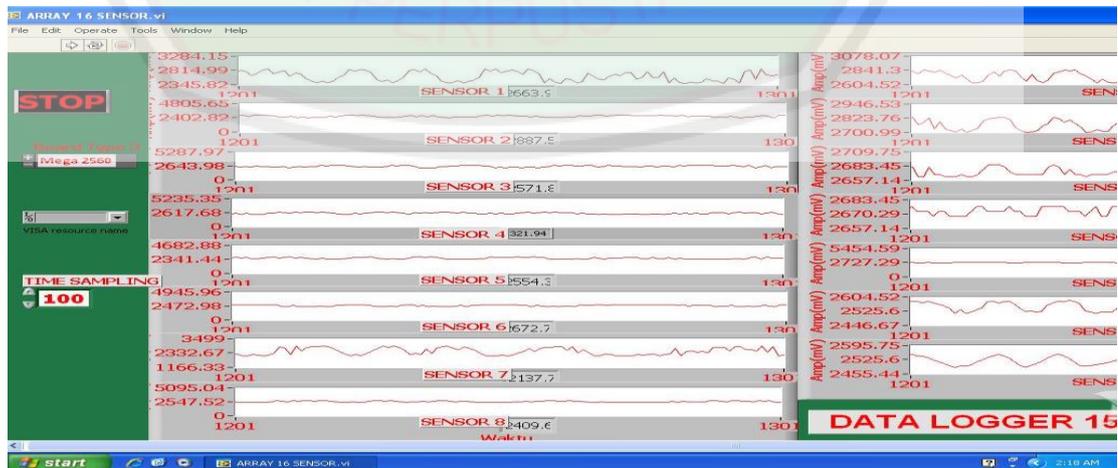
Hasil spectra FTIR membran kitosan:PVC:BIS dengan perbandingan 5%:35%:60%



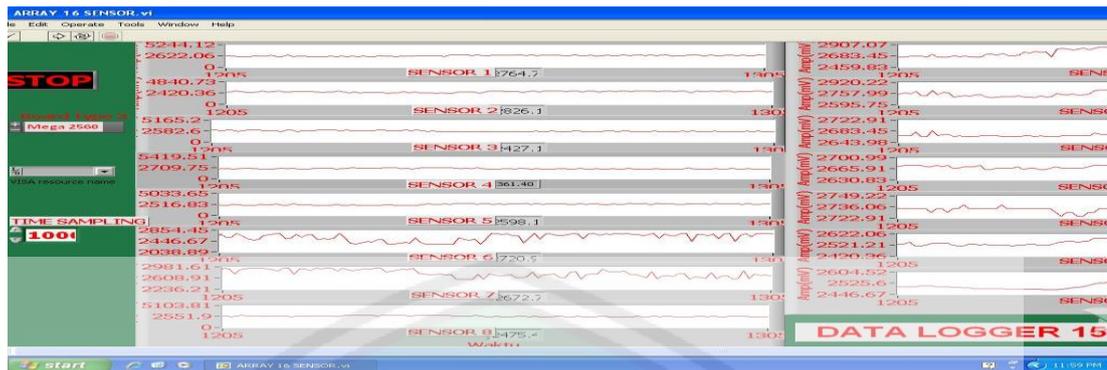
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 3%:35%:62% pada sensor 2 pada larutan NaCl



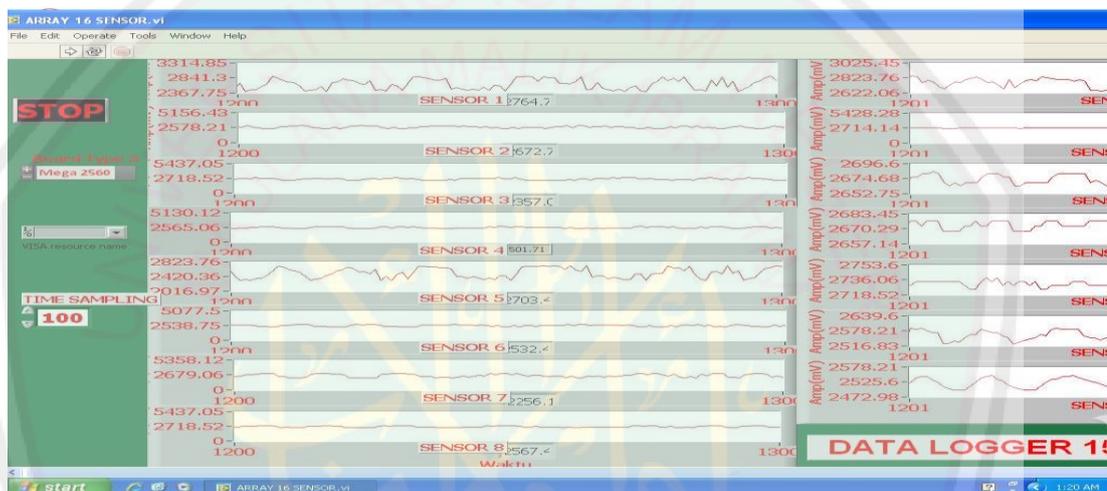
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 4%:35%:61% pada sensor 2 pada larutan NaCl



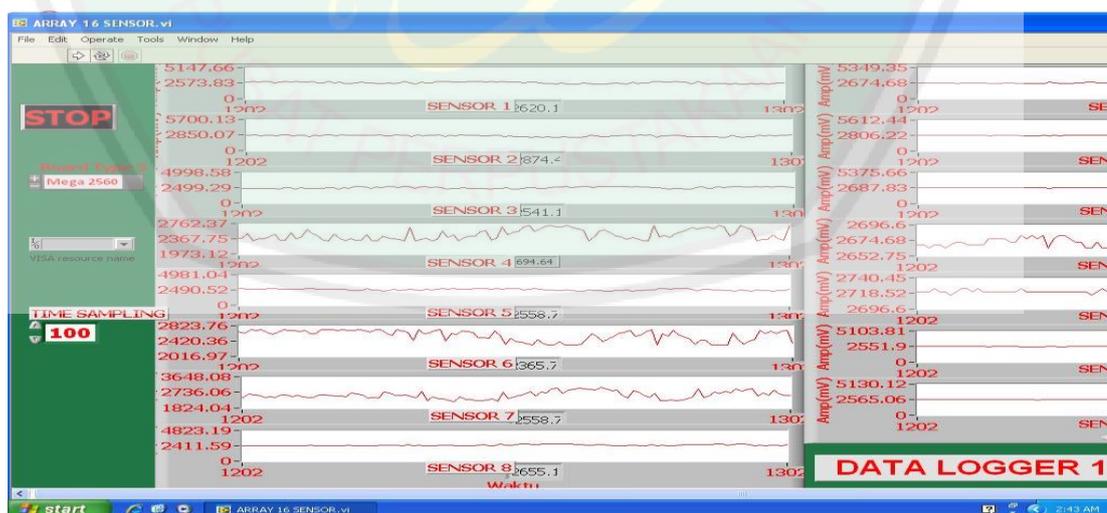
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 4%:35%:61% pada sensor 2 pada larutan NaCl



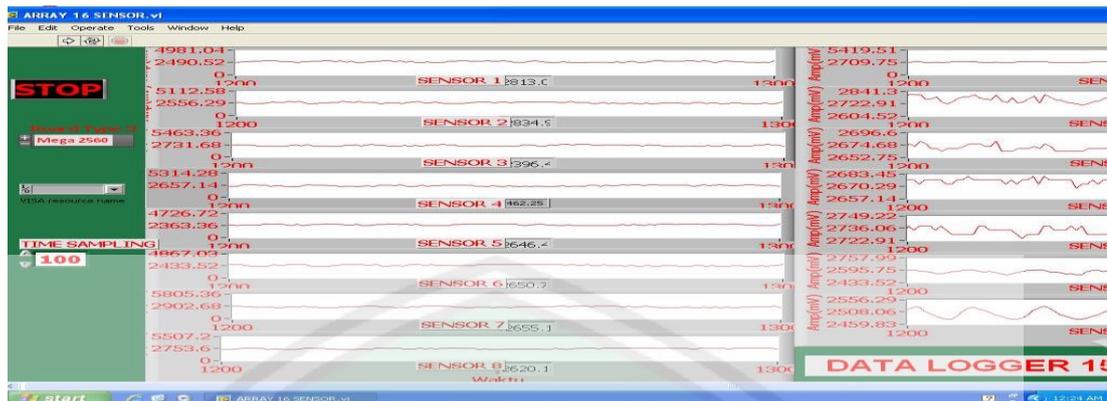
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 3%:35%:62% pada sensor 2 pada larutan KCl



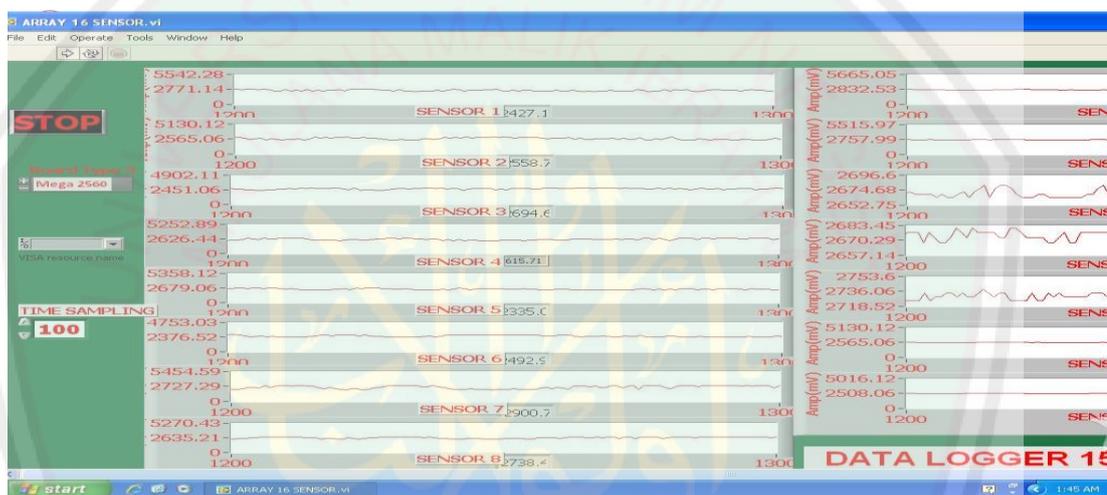
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 4%:35%:61% pada sensor 2 pada larutan KCl



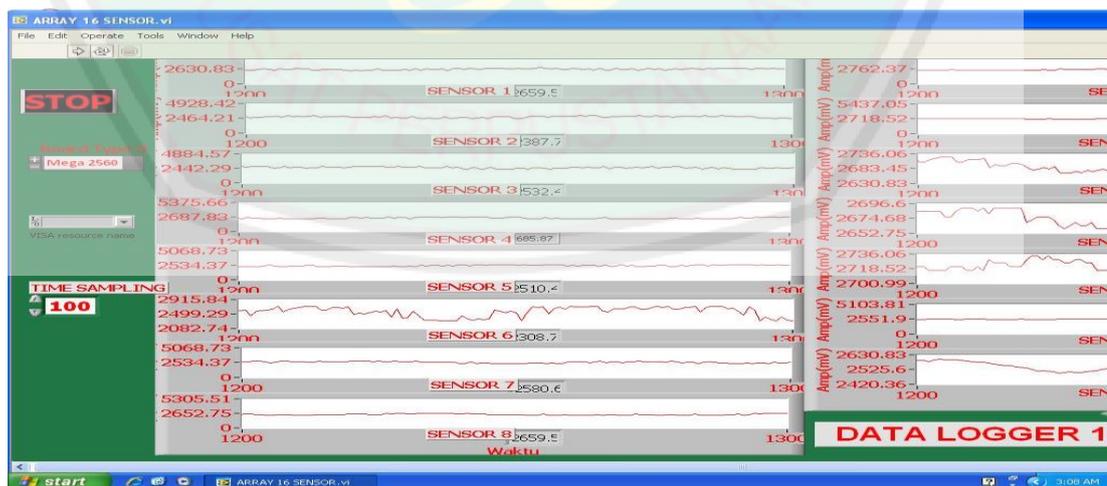
Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 5%:35%:60% pada sensor 2 pada larutan KCl



Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 5%:35%:60% pada sensor 2 pada larutan KCl



Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 4%:35%:61% pada sensor 2 pada larutan KCl



Grafik membran Kitosan:PVC:BIS 5%:35%:60% pada sensor 2 pada larutan KCl