

Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Poli Vinil Alkohol (PVA)-Fe₃O₄ Terhadap Kinerja Sensor MSG

SKRIPSI

DESTA ENGGAR DWI PRASETYA

155090200111025



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

REPOSITORY MALANG

Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Poli Vinil Alkohol (PVA)-Fe₃O₄ Terhadap Kinerja Sensor MSG

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang kimia

pleh:

DESTA ENGGAR DWI PRASETYA

155090200111025



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Poli Vinyl Alkohol (PVA)- Fe_3O_4 Terhadap Kinerja Sensor MSG

Oleh:

DESTA ENGGAR DWI PRASETYA

55090200111025

Setelah dipertahankan didepan Majelis Penguji

ada tanggal 19 DEC 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

embedding II

Dr. Ani Mulyasuryani, MS

Dr. Ulfa Andayani, S.Si., M.Si

NIP. 196306281991032001

NIP. 197009291994122001



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP: 197310202002121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Desta Enggar Dwi Prasetya

NIM : 155090200111025

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul:

Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer (MIP)* Poli Vinil Alkohol (PVA)- Fe_3O_4 Terhadap Kinerja Sensor MSG

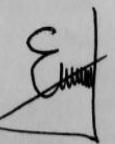
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan diterima.

Demikian pernyataan ini dibuat dalam segala kesadaran.

Malang, 14 Desember 2018

Yang menyatakan,



(Desta Enggar Dwi Prasetya)

NIM. 155090200111025

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Poli Vinil Alkohol (PVA)- Fe_3O_4 Terhadap Kinerja Sensor MSG

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Bahan aktif merupakan salah satu komponen dalam membran reseptor yang berpengaruh terhadap kinerja sensor. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi monosodium glutamat (MSG) dalam *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) dan karakter dari sensor yang meliputi pH dan pengaruh elektrolit. Pada penelitian ini membran reseptor yang digunakan adalah MIP PVA- Fe_3O_4 -MSG yang dibuat dengan mencampurkan PVA 5%, asam sitrat 5%, Fe_3O_4 2%, glutaraldehid 4%, dan MSG. MSG yang ditambahkan dalam membran MIP adalah 0,5%; 0,93%; dan 4,5%. Masing-masing membran yang telah dibuat, dilapiskan sebanyak 5 μL pada elektroda karbon jenis *Screen Printed Carbon Electrode* (SPCE) yang berukuran 4,7 cm x 1 cm. Elektroda SPCE dipanaskan pada 50°C selama 60 menit. Sensor yang telah dibuat digunakan untuk mengukur potensial sel larutan MSG dengan konsentrasi 10^{-8} – 10^{-1} M. Sensor dengan kinerja terbaik diuji pada perubahan pH yaitu 4, 5, 6, 7 dan pengaruh jenis elektrolit yaitu HCl pH 5, buffer asetat pH 5, dan buffer asetat pH 5-KCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi MSG dalam MIP berpengaruh terhadap kepekaan sensor. Konsentrasi MSG dalam MIP PVA- Fe_3O_4 -MSG yang menghasilkan kepekaan sensor paling baik diperoleh pada 0,5%. Perubahan pH dan penambahan elektrolit pada larutan MSG berpengaruh terhadap kepekaan sensor. Kinerja sensor MSG terbaik dihasilkan pada pH 5 dengan kepekaan sensor sebesar 33,25 mV/dekade dalam larutan HCl pada kisaran konsentrasi 10^{-4} – 10^{-5} M dan waktu respon 180 detik.

Kata Kunci : MIP, PVA- Fe_3O_4 -MSG, pH, elektrolit

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat, nikmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Bahan Aktif Monosodium Glutamat (MSG) dalam Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Poli Vinil Alkohol (PVA)-Fe₃O₄ Terhadap Kinerja Sensor MSG”** dengan lancar dan tepat waktu. Tujuan penulisan skripsi ini sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, Penulis selalu mendapatkan bimbingan, dorongan, serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak tersebut.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan gagasan baru untuk pengembangan sensor potensiometri MSG yang lebih baik.

Malang, 14 Desember 2018

Penulis

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sensor Potensiometri	5
2.2 Sensor Monosodium Glutamat	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan bahan penelitian	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.4 Prosedur Kerja	14
3.4.1 Pengaruh Konsentrasi Monosodium Glutamat (w/w) dalam MIP	14
3.4.2 Karakterisasi Sensor Monosodium Glutamat	15
3.4.2.1 Pengaruh pH	15
3.4.2.2 Pengaruh Elektrolit	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Konsentrasi Monosodium Glutamat dalam MIP	17
4.2 Karakterisasi Sensor MSG	18
4.2.1 Pengaruh pH	18
4.2.2 Pengaruh Elektrolit	21



Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	
5.2 Saran	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	25
Repository Universitas Brawijaya	29

Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	23
Repository Universitas Brawijaya	25
Repository Universitas Brawijaya	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Komposisi Membran MIP PVA–Fe ₃ O ₄ –MSG (w/w)	14
Tabel 4.1 : Hubungan konsentrasi MSG dalam MIP terhadap kepekaan sensor	18
Tabel 4.2 : Kepekaan sensor MSG pada setiap larutan uji	22
Tabel F.1 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 1%	39
Tabel F.2 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 0,5%	39
Tabel F.3 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 5%	40
Tabel G.1: Pengukuran pada pH 4	41
Tabel G.2: Pengukuran pada pH 5	41
Tabel G.3: Pengukuran pada pH 6	42
Tabel G.4 : Pengukuran pada pH 7	42
Tabel H.1 : Pengukuran pada KCl	43
Tabel H.2 : Pengukuran pada buffer asetat pH 5-KCl	43
Tabel H.3 : Pengukuran pada buffer asetat pH 5	44
Tabel I.1 : Pengukuran tanpa MSG pada KCl	45
Tabel J.1 : Kepekaan sensor	47
Tabel N.1: Uji Statistika Pengaruh Konsentrasi dalam Membran Terhadap Kepekaan Sensor	51
Tabel O.1: Uji Statistika Pengaruh pH Terhadap Kepekaan Sensor	52

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 : Struktur monosodium glutamat

9

Gambar 2.2 : Disosiasi asam glutamat

10

Gambar 4.1 : Kurva hubungan $-\log [MSG]$ terhadap

potensial sel dengan konsentrasi MSG pada MIP

yaitu 0,5% (w/w); 0,9% (w/w); dan 4,5% (w/w)

18

Gambar 4.2.1 : Kurva hubungan $-\log [MSG]$ terhadap

potensial sel pada masing-masing pH

20

Gambar 4.2.2 : Hubungan pH terhadap kepekaan sensor

terhadap kepekaan sensor

20

Gambar 4.2.3 : Kurva hubungan $-\log [MSG]$ terhadap

Potensial sel pada buffer asetat pH 5-KCl; HCl;

buffer asetat pH 5

22

Gambar K.1: Kurva hubungan waktu terhadap potensial sel

pada buffer asetat pH 5-KCl

47

Gambar L.1 : Kurva hubungan $-\log [MSG]$ terhadap

potensial sel dari elektroda yang diukur pada KCl

48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Pembuatan Fe_3O_4	29
Lampiran B Pembuatan larutan membran dan Perhitungan ...	30
B.1 Perhitungan preparasi larutan PVA 5% (w/v) sebanyak 10 mL	30
B.2 Perhitungan preparasi larutan asam sitrat 5% (w/v) sebanyak 10 mL	30
B.3 Perhitungan preparasi larutan glutaraldehid 4% (v/v) sebanyak 10 mL	30
B.4 Perhitungan preparasi larutan monosodium glutamate 0,5% (w/v)	30
B.5 Perhitungan preparasi larutan monosodium glutamat 1% (w/v)	31
B.6 Perhitungan preparasi larutan monosodium glutamat 5% (w/v)	31
B.7 Perhitungan massa bahan dalam membran (w/w)	31
B.8 Preparasi preparasi suspensi Fe_3O_4 2% (w/v)	31
Lampiran C Perhitungan Konsentrasi Monosodium Glutamat (w/w) dalam Membran	33
C.1 Perhitungan konsentrasi monosodium glutamat 0,5% (w/w) dalam membran	33
C.2 Perhitungan konsentrasi monosodium glutamat 1% (w/w) dalam membran	33
C.3 Perhitungan konsentrasi monosodium glutamat 0,5% (w/w) dalam membran	33
C.4 Pembuatan larutan uji MSG	34
Lampiran D Perhitungan Persentase bahan dalam membran (w/w)	35
D.1 Perhitungan PVA (w/w) dalam membran MSG 0,5%	35
D.2 Perhitungan PVA (w/w) dalam membran MSG 1%	35
D.3 Perhitungan PVA (w/w) dalam membran MSG 5%	35
D.4 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam membran MSG 0,5%	35
D.5 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam membran MSG 1%	35
D.6 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam membran MSG 5%	35

1.1 Latar Belakang

BAB I
PENDAHULUAN

Monosodium glutamat (MSG) merupakan salah satu bahan tambahan makanan. Batasan MSG dalam makanan menurut *World Health Organization* (WHO) adalah sebesar 120 mg/kg berat badan per hari [1]. Penggunaan MSG secara berlebihan dalam jangka panjang dapat mengakibatkan gangguan pada syaraf seperti Parkinson dan Alzheimer [2]. Kontrol terhadap kandungan MSG dalam makanan perlu dilakukan sehingga dibutuhkan pengujian kadar MSG secara berkala. Dengan demikian diperlukan metode analisis MSG yang tepat dan teliti.

Metode yang telah digunakan untuk analisis MSG antara lain: Spektrofotometri, *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) derivatif, HPLC dengan detektor UV, detektor fluoresensi, *Gas Chromatography* (GC), kromatografi kertas dan potensiometri. Metode yang telah dikembangkan dengan menggunakan *High Performance Thin Layer Chromatography* (HPTLC) untuk analisis MSG dalam makanan dihasilkan batas kuantifikasi dan batas deteksi untuk monosodium glutamat adalah 0,7 dan 2,3 ng [3]. Namun, pada metode ini dilakukan preparasi sampel dengan teknik yang cukup panjang sehingga dapat mempengaruhi keakuratan hasil analisis. Untuk mengurangi kesalahan dapat digunakan metode analisis yang membutuhkan preparasi sampel yang mudah dan cepat. Pengembangan sensor MSG secara potensiometri diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat analisis.

Pengembangan sensor MSG telah dilakukan oleh Bakeman (2007), Anirudhan (2015), dan Pratiwi (2017). Sensor MSG terbaru dibuat menggunakan SPCE (*Screen Printed Carbon Electrode*) sebagai konduktor. Pratiwi pada tahun 2017 mengembangkan sensor MSG menggunakan elektroda SPCE dengan kitosan sebagai membran yang dilapiskan pada elektroda kerja. Sensor bekerja pada kisaran konsentrasi 10^{-3} M hingga 10^{-1} M dan kepekaan sensor yang dihasilkan sebesar 37 mV/dekade pada pH 4 [4]. Untuk meningkatkan kinerja sensor pada

penelitian ini dikembangkan (MIP) sebagai membran reseptor

Molecular imprinted polymer (MIP) merupakan teknik untuk menyiapkan polimer yang memiliki selektivitas khusus untuk molekul target tertentu. Salah satu jenis polimer yang dapat digunakan dalam pembuatan MIP adalah *poly vinyl alcohol* (PVA). PVA merupakan polimer yang larut dalam air dan dapat diikat silang sehingga dapat dijadikan polimer dasar untuk pengembangan MIP [5]. Beberapa material ditambahkan untuk meningkatkan kinerja sensor. Salah satu bahan yang dikembangkan untuk kebutuhan sensor adalah magnetit (Fe_3O_4). Fe_3O_4 memiliki sifat konduktivitas yang baik. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sensor MSG menggunakan *screen printed carbon electrode* (SPCE), *molecularly imprinted polymer* (MIP) dari polimer *poly vinyl alcohol* (PVA)– Fe_3O_4 dan MSG sebagai *template*.

Kinerja sensor secara umum ditunjukkan oleh kepekaan sensor, kisaran konsentrasi, dan waktu respon. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja sensor adalah komposisi membran reseptor. Membran reseptor dibuat agar dapat selektif terhadap analit dengan cara penambahan bahan aktif. Pada sensor potensiometri, potensial sel yang dihasilkan dari pengukuran merupakan perbandingan konsentrasi analit di dalam membran reseptor dan konsentrasi analit di dalam larutan uji [6]. Oleh karena itu dipelajari pengaruh konsentrasi bahan aktif dalam membran reseptor terhadap kinerja sensor.

Faktor lain yang mempengaruhi kinerja sensor adalah pH larutan. Perubahan pH dapat mempengaruhi bentuk analit yang terukur oleh sensor yaitu ion atau molekul. Perubahan pH berperan dalam menentukan bentuk dari MSG yang akan terdeteksi oleh sensor [7]. Asam glutamat memiliki nilai pH isoelektrik (pI) sebesar 3,22. Pada pH isoelektrik, asam glutamat dalam bentuk *zwitter ion*. Pada pH kurang dari pI , asam glutamat lebih banyak dalam bentuk ion positif (kation) sedangkan pada pH lebih besar dari pI asam glutamat lebih banyak dalam bentuk ion negatif (anion). Besarnya pH juga akan berpengaruh terhadap banyaknya ion positif atau negatif di dalam larutan [8]. Kinerja

sensor juga dipengaruhi oleh adanya ion elektrolit di dalam larutan. Hal ini disebabkan oleh ion elektrolit dapat mempengaruhi sinyal potensial sel. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh pH pada larutan uji pada kisaran pH 4, 5, 6, 7 dan pengaruh elektrolit terhadap kinerja sensor MSG.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi monosodium glutamat dalam membran selektif PVA terhadap kepekaan sensor?
 2. Bagaimana karakter sensor MSG yang meliputi jumlah bahan aktif, pH dan pengaruh elektrolit?

1.3 Batasan Masalah

1. Elektroda yang digunakan adalah *Screen Printed Carbon Electrode* (SPCE) dengan ukuran 4,7 cm x 1 cm
 2. Elektroda pembanding yang digunakan adalah Ag/AgCl
 3. Membran selektif PVA- Fe_3O_4 yang digunakan sebanyak 5 μL
 4. Karakteristik sensor monosodium glutamat yang ditentukan meliputi nilai kepekaan sensor, kisaran konsentrasi, dan waktu respon

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi monosodium glutamat dalam membran selektif PVA terhadap kinerja sensor MSG
 2. Mempelajari karakter dari sensor MSG pada jumlah bahan aktif, pH dan pengaruh elektrolit.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menyediakan sensor MSG sebagai metode alternatif untuk analisis MSG dalam makanan.

2.1 Sensor Potensiometri

TINJAUAN PUSTAKA

Potensiometri adalah suatu metoda penentuan konsentrasi analit yang didasarkan pada beda potensial yang terukur. Pengukuran potensial dilakukan pada keadaan kesetimbangan, tidak ada arus yang mengalir dan sel merupakan sistem tertutup. Secara kuantitatif, konsentrasi ion akan berhubungan dengan potensial elektroda, tetapi potensial elektroda tidak dapat diukur secara mutlak tanpa elektroda pembanding. Komponen utama dari potensiometri adalah elektroda pembanding, elektroda indikator dan alat ukur potensial. Elektroda pembanding adalah elektroda dengan harga potensial tetap dan tidak berhubungan dengan konsentrasi analit. Elektroda indikator adalah elektroda yang berhubungan langsung dengan konsentrasi analit [6].

Elektroda indikator dibuat agar selektif terhadap analit. Salah satu caranya adalah dengan dilapisi membran. Membran yang dilapiskan pada elektroda berfungsi sebagai reseptor yang selektif terhadap analit. Membran yang digunakan biasanya bersifat tidak berpori, tidak larut dalam air, dan stabil secara mekanik [4]. Beberapa metode telah dikembangkan untuk membuat membran selektif salah satu contohnya adalah *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP). *Molecularly imprinted polymer* (MIP) merupakan teknik untuk menyiapkan polimer yang memiliki selektifitas khusus untuk molekul target tertentu. Molekul target spesifik dianggap sebagai *template* dan digabungkan dengan monomer fungsional yang memiliki struktur pelengkap dengan cara ikatan kovalen atau ikatan nonkovalen. Monomer fungsional berpolimerisasi dalam larutan tertentu menggunakan agen pengikat silang. Kemudian polimer yang kaku dan telah terikat silang terbentuk di sekitar molekul-molekul cetakan [9]. Pada sensor potensiometri, molekul yang telah tercetak di dalam membran tidak dihilangkan seperti pada sensor lainnya [2]. Sintesis MIP dilakukan berdasarkan prinsip polimerisasi yang melibatkan monomer fungsional, *crosslinker*, inisiator, pelarut, dan molekul analit [10]. Monomer fungsional

pada pembuatan membran dapat digantikan dengan polimer dan inisiator tidak selalu dibutuhkan dalam pembuatan MIP.

Beberapa itapolimer telah banyak digunakan untuk kebutuhan sensor diantaranya kitosan, PVC (*Poly Vinyl Chloride*), dan PVA (*Poly Vinyl Alcohol*). Pada penelitian ini digunakan membran *poly vinyl alcohol* (PVA). PVA memiliki kekuatan tarik, fleksibilitas, dan kekerasan yang kuat. PVA memiliki sifat larut dalam air dan tidak beracun. Modifikasi PVA dapat dilakukan dengan penambahan senyawa pengikat silang yang akan berinteraksi dengan gugus hidrofilik dari PVA. PVA murni hidrofilik dan tidak stabil dalam media berair, sehingga ikatan silang tersebut berfungsi untuk mengoptimalkan kekuatan dan kinerja membran [11]. Banyak senyawa pengikat silang yang dapat ditambahkan dalam modifikasi PVA [10]. Senyawa pengikat silang yang paling umum digunakan adalah dialdehid, seperti glyoxal [12] atau glutaraldehyde [13,14] dan asam polikarboksilat seperti asam sitrat (CTR), asam suksinat dan asam tartarat [15]. Beberapa penelitian digunakan asam sitrat sebagai agen pengikat silang pada polimer PVA dengan cara membentuk ikatan hidrogen dan ester selama proses pembentukan membran [16]. Glutaraldehid juga dapat digunakan sebagai agen pengikat silang antara molekul target dan membran dengan memanfaatkan sifatnya yang memiliki reaktivitas dan kelarutan yang tinggi [17]. Berdasarkan penelitian dari Birck, dkk (2014), konsentrasi PVA 5% yang dicampurkan dengan asam sitrat 5% dengan perbandingan 9:1 dihasilkan membran yang bersifat elastis [15]. Oleh karena itu, pada penelitian ini membran dibuat dengan campuran PVA 5% (w/v), dan asam sitrat 5% (w/v).

Untuk meningkatkan selektivitas kinerja sensor, dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satu diantaranya adalah dengan ditambahkan beberapa material pendukung di dalam membran. Bahan berbasis karbon, seperti karbon nanotube, graphene dan grapheme oksida merupakan beberapa bahan aditif yang dapat ditambahkan karena konduktivitasnya yang sangat baik, luas permukaan yang tinggi dan mudah dimodifikasi [18].

Pada penelitian ini, membran selektif PVA ditambahkan *modifier* dengan konsentrasi tertentu. *Modifier* yang ditambahkan adalah magnetit. Pada ukuran bulknya, magnetit merupakan kelompok bahan ferrimagnetik. Namun, pada ukuran nanometer, material ini menjadi bahan superparamagnetik, dan memiliki sifat-sifat yang lebih baik seperti kejemuhan magnetisasi yang tinggi (90 emu/gram), *biological compatibility*, dan *environmental stability* [19]. Selain itu, magnetit juga memiliki sifat listrik yang baik seperti transfer muatan tinggi dan kapasitas listrik yang baik sehingga nanomaterial sangat penting digunakan sebagai komponen transduksi dalam sensor potensiometri [20]. Magnetit, oksida besi magnetit (Fe_3O_4), disintesis menggunakan metode kopresipitasi. Bahan prekursor yang digunakan adalah $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan ke dalam Akuadem dan diaduk hingga homogen pada suhu ruang (25°C). Kemudian, larutan ditambahkan dengan bahan presipitan (NH_4OH 25%) tetes demi tetes hingga pH=10 dan diperoleh endapan berwarna hitam. Endapan tersebut kemudian diambil dan dicuci menggunakan n-heksana dan etanol sebanyak dua kali. Kemudian didispersikan kembali kedalam etanol untuk mencegah terjadinya aglomerasi [19]. Metode lain sintesis magnetit yang lebih sederhana dan lebih efektif adalah dengan cara mereaksikan FeSO_4 dan FeCl_3 dengan perbandingan mol (2:1). Kemudian larutan campuran tersebut dicampurkan kedalam larutan NaOH dan dilakukan pengadukan yang stabil pada suhu 120°C. Setelah terbentuk endapan magnetit berwarna hitam, dilakukan pencucian dengan air suling sebanyak 3 kali dengan cara sentrifugasi pada 3000 rpm [21].

Pada alat potensiometer yang terbaca adalah potensial sel. Potensial sel dihasilkan berdasarkan perbedaan potensial elektroda indikator dan elektroda pembanding. Elektroda indikator yang dilapiskan membran akan menghasilkan potensial membran. Potensial membran dihasilkan akibat adanya perbedaan aktivitas analit di dalam dan di luar membran.

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{membran}} - E_{\text{eff}} + E_{\text{lj}} \quad (2.1)$$

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya (2)

$$E_1 = E_{\text{asy}} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{a_1}{a_1'}$$

$$E_2 = E_{\text{asy}} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{a_2}{a_2'}$$

E_1 merupakan potensial membran luar yang berhubungan dengan analit dan E_2 merupakan potensial membran bagian dalam. a_1 adalah aktivitas analit di dalam larutan sampel dan a_2 adalah aktivitas analit di dalam membran, a_1' dan a_2' adalah aktivitas ion di permukaan membran. Pada membran asimetris, aktivitas analit di permukaan membran adalah tetap sehingga $a_1' \approx a_2'$. E_{asy} adalah potensial asimetris yang disebabkan oleh membran yang tidak simetris. Aktivitas ion di dalam membran dan potensial asimetris adalah tetap, maka potensial membran dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E_{\text{membran}} = K + \frac{0.0592}{n} \log a_1$$

$$K = E_{\text{asy}} - \frac{0.0592}{n} \log a_2$$

Berdasarkan persamaan 2.1 dimana nilai $E_{ij} = 0$, dan elektroda pembanding yang digunakan adalah Ag/AgCl maka persamaan potensial sel dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E_{\text{sel}} = K + \frac{0.0592}{n} \log a_1 - E_{\text{Ag/AgCl}}$$

Nilai dari elektroda pembanding Ag/AgCl adalah tetap yaitu 0,222 Volt sehingga:

$$E_{\text{sel}} = K + \frac{0.0592}{n} \log a_1$$

Persamaan (2.8) menunjukkan bahwa E_{sel} berbanding lurus terhadap aktivitas analit. Persamaan (2.8) merupakan persamaan yang digunakan untuk menentukan potensial sel ion positif (kation). Sedangkan untuk menentukan potensial sel ion negatif (anion) maka persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E_{\text{sel}} = K - \frac{0.0592}{n} \log a_1$$

$$(2.3)$$

$$(2.4)$$

$$(2.5)$$

$$(2.6)$$

$$(2.7)$$

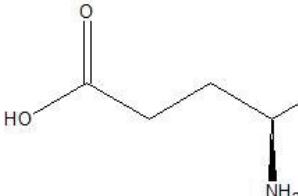
$$(2.8)$$

$$(2.9)$$

2.2 Sensor Monosodium Glutamat

Monosodium glutamat memiliki rumus molekul $C_5H_8NNaO_4$ dengan massa molar 169,111 g/mol. Monosodium glutamat berbentuk kristal putih dan kelarutannya dalam air sebesar 74 g/100 mL [8]. MSG merupakan garam sodium dari salah satu asam amino nonesensial asam glutamat, yang akan berfungsi sebagai penguat dan penyedap rasa jika ditambahkan pada makanan, terutama makanan yang mengandung protein. Komposisi senyawa MSG adalah 78% glutamat, 12% natrium dan 10% air. MSG bila larut didalam air ataupun saliva akan berdisosiasi menjadi garam bebas dan bentuk anion dari asam glutamat [24].

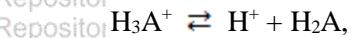
Struktur Monosodium glutamat



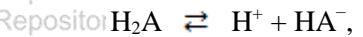
Gambar 2.1 : Struktur monosodium glutamat [23]

Disosiasi asam glutamat dapat ditunjukkan sebagai berikut

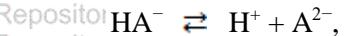
[25] :



$$K_1 = 7,94 \times 10^{-3}$$



$$K_2 = 8,5 \times 10^{-5}$$



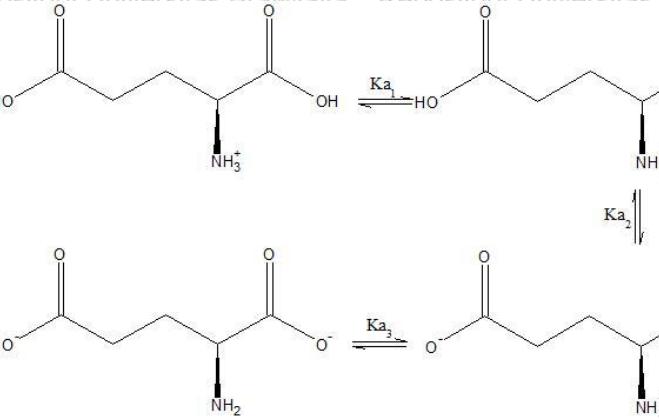
$$K_3 = 1,12 \times 10^{-10}$$

H_3A^+ mewakili $\text{HOOCCH}(\text{NH}_3^+)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ dengan kondisi asam, H_2A^- menunjukkan zwitterion H_2A^{2-} atau asam glutamat yang tidak terdisosiasi dengan kondisi asam dan A^{2-} adalah $\text{OOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ dengan kondisi basa.

Asam glutamat memiliki pH isoelektrik (pI) sebesar 3,22. Pada pH isoelektrik (pI), asam glutamat banyak dalam bentuk zwitter ion yaitu jumlah muatan positif (kation) sama dengan jumlah muatan negatif (anion). Pada pH kurang dari pI , asam glutamat lebih banyak dalam bentuk ion positif (kation)

sedangkan pada pH lebih dari dalam bentuk ion negatif (an^-) berpengaruh terhadap banyaknya dalam larutan [8].

Berdasarkan konstanta kesetimbangan dari asam glutamat maka diperoleh nilai pK_a dari asam glutamat yaitu $pK_{a1} = 2,10$; $pK_{a2} = 4,07$ dan $pK_{a3} = 9,47$.



Gambar 2.2 : Dissosiasi asam glutamat [25]

Sensor MSG yang telah dikembangkan adalah sensor MSG dengan [4] (1-(2,3-Diazabuta-1,3-dieno) ferosinofen sebagai ionofor dalam membran matriks poli vinil klorida (PVC). Sensor bekerja pada kisaran konsentrasi 10^{-5} sampai 10^{-1} M dan kepekaan sensor sebesar $(57,6 \pm 1,0)$ mV/dekade dengan batas deteksi sebesar $7,95 \times 10^{-6}$ M pada kisaran pH 6-10 [7].

Telah dikembangkan pula sensor MSG yang dibuat dengan penambahan karbon nanotube pada *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP). Molekul MSG dicetakkan pada matriks polimer yang digunakan pada elektroda. Elektroda yang digunakan adalah elektroda karbon sebagai elektroda indikator, dan elektroda kalomel sebagai elektroda pembanding. Metode yang digunakan adalah MWCNT-MIP disintesis dengan metode polimerisasi selektif MWCNT-CH=CH₂ dengan asam itaconic

Sensor MSG juga
Screen Printed Carbon
menggunakan membran
dibuat dengan kitosan s-
pengikat silang, MSG
modifiers. Kepakaan sens-
dengan nilai sebesar 37%
kisaran konsentrasi 10^{-3} M
180 detik [4].

Pada penelitian ini, Electrode (SPCE) sebagai alat penelitian meliputi kesederhanaan, portabilitas, kemudahan operasi, dan biaya yang kecil [26]. SPCE terdiri dari dua bagian yaitu karbon dan elektroda pemisah.

Pada penelitian ini elektrolit di dalam larutan adalah KCl. Penambahan elektroda pembanding steril elekrolit memungkinkan permukaan membran (E_{mem}) listrik ini akan menurun. Kapasitansi berbanding terbalik dengan E_{mem} dapat dirumuskan sebagai

$$\text{Repo} \quad q = C \Delta V$$

$$q = n e$$

q merupakan muatan dan muatan ion (n) dengan m dan V adalah beda potensial.

ngsional, MSG sebagai *template*, eti-
DMA) sebagai *cross-linker* dan o-
BN) sebagai inisiator. Sensor beke-
 10^{-9} M sampai 10^{-5} M. Pengukur
ada pH 7. Sensor ini memiliki wa-
aan sensor yang dihasilkan sebesar

telah dibuat dengan menggunakan Electrode (SPCE). Penelitian tersebut selektif berbasis kitosan. Membagai polimer, glutaraldehid sebagai *template* dan Fe_3O_4 sebagai paling baik dihasilkan pada pH mV/dekade. Sensor ini bekerja pada $1 \text{ hingga } 10^{-1} \text{ M}$ dengan waktu respons

i digunakan *Screen Printed Carb*
i konduktor. Kelebihan utama SP⁺
, keserbagunaan, biaya murah,
operasi, keandalan, dan ukuran ukur
dari elektroda indikator yang berba
anding Ag/AgCl.

ni dipelajari pengaruh penambahan sampel. Elektrolit yang ditambahkan KCl bertujuan agar nilai potensial. Adanya ion-ion dari penambahan membentuknya lapisan ganda listrik (*Electrical Double Layer*). Lapisan ganda bulkan kapasitansi membran [2]. Berbalik dengan beda potensial. Hal berikut [28] :

(2.10)

(2.11)

n hasil dari perkalian antara jumlahan elektron (e). C adalah kapasitansi al.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Agustus 2018 hingga Oktober 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Double Electrode System: Screen-printed carbon electrode* (SPCE) Quasense BI1701OR ukuran 4,7 cm x 1 cm, Sanwa Digital Multimeter CD800a, *pen type digital pH tester pH-02*, pipet mikro Accumax pro 10-100 μL dan 0,5-10 μL , konektor elektroda Quasense, oven Memmert, neraca analitik Mettler Toledo AL204, termometer dan peralatan gelas.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air (Air Demineralisasi Hidrobat), monosodium glutamate (Ajinomoto), etanol (Merck), NaOH (Merck), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Sigma Aldrich), $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Sigma Aldrich), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Sigma Aldrich), *Poly Vinyl Alcohol* (PVA), glutaraldehyd 50% (Sigma Aldrich), asam sitrat (CV. Kridatama, Malang, Indonesia), KCl (Merck), CH_3COOH (Sigma Aldrich), natrium asetat (Merck), dan HCl (Merck).

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Pembuatan Sensor Monosodium Glutamat

- Pembuatan magnetit (Fe_3O_4)

- Preparasi larutan

- Pembuatan sensor potensiometri monosodium glutamat

- Pembuatan larutan uji monosodium glutamate

3.3.2 Pengukuran Potensial Sel

- Pengaruh konsentrasi monosodium glutamat dalam membran
- Pengaruh perubahan pH
- Pengaruh elektrolit

3.3.3. Karakterisasi Sensor Monosodium Glutamat

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Pengaruh Konsentrasi Monosodium Glutamat (w/w) dalam MIP

Monosodium glutamat ditimbang sebanyak 0,05 g; 0,1 g; dan 0,5 g dan dilarutkan masing-masing dalam 10 mL aquadem. PVA ditimbang sebanyak 0,5 g dan dilarutkan dalam 10 mL aquadem. Larutan PVA dipanaskan dan diaduk hingga larut. Asam sitrat ditimbang sebanyak 0,5 g dan dilarutkan dalam 10 mL aquadem. Larutan glutaraldehid 50% diambil sebanyak 0,8 mL ditambah dengan pelarut campuran air dan etanol 1:1 hingga volume 10 mL. Fe_3O_4 ditimbang sebanyak 0,05 g dan disuspensikan dalam 1 mL aquadem. Membran dibuat sebanyak tiga dengan cara mencampurkan beberapa bahan tersebut dengan komposisi yang berbeda-beda.

Tabel 3.1 : Komposisi membran MIP PVA– Fe_3O_4 –MSG (w/w)

Bahan	Volume penambahan (mL)			Kadar dalam membran (%)		
	A	B	C	A	B	C
PVA 5% (w/v)	0,9	0,9	0,9	69,88	69,55	67,06
glutaraldehid 4% (w/v)	0,2	0,2	0,2	12,42	12,36	11,92
Asam sitrat 5% (w/v)	0,2	0,2	0,2	15,53	15,46	14,90
Fe_3O_4 2% (w/v)	0,02	0,02	0,02	1,71	1,70	1,64
MSG	60	60	60	0,47	0,93	4,47

Keterangan :

A : Membran dengan konsentrasi MSG 0,5%

14

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
B : Membran dengan konsentrasi MSG 1%
C : Membran dengan konsentrasi MSG 5%

Selanjutnya dibuat tiga sensor yang berbeda dengan cara MIP PVA-Fe₃O₄-MSG dilapiskan pada permukaan elektroda karbon SPCE masing-masing sebanyak 5 µL. Selanjutnya elektroda diperpanaskan dalam oven dengan suhu 50°C selama 1 jam. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap ketiga sensor tersebut. Elektroda indikator dihubungkan dengan kutub positif pada potensiometer dan elektroda pembanding Ag/AgCl dihubungkan pada kutub negatif. Pengukuran potensial sel larutan MSG dilakukan dengan meneteskan larutan MSG sebanyak 50 µL pada permukaan kedua elektroda (elektroda indikator dan elektroda pembanding). Pengukuran potensial sel dilakukan secara berturut-turut pada kisaran konsentrasi MSG 10^{-8} - 10^{-1} M. Potensial sel dibaca setiap 10 detik selama 3 menit. Data yang diperoleh dibuat kurva hubungan antara potensial sel dan $-\log [MSG]$.

3.4.2 Karakterisasi Sensor Monosodium Glutamat

3.4.2.1 Pengaruh pH

Elektroda dihubungkan dengan kutub positif pada potensiometer, sedangkan elektroda pembanding Ag/AgCl dihubungkan pada kutub negatif. Pengukuran potensial sel larutan MSG dilakukan dengan meneteskan larutan MSG sebanyak 50 µL pada permukaan kedua elektroda (elektroda indikator dan elektroda pembanding). Pengukuran potensial sel dilakukan pada konsentrasi 10^{-8} - 10^{-1} M yang telah dikonsolidasikan pada pH 4, 5, 6, dan 7 dengan penambahan HCl. Potensial sel dibaca setiap 10 detik selama 3 menit. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran yang optimum. Kemudian, data yang diperoleh, dibuat kurva hubungan antara potensial sel dan $-\log [MSG]$.

3.4.2.2 Pengaruh Elektrolit

Pengukuran potensial sel dilakukan pada konsentrasi monosodium glutamat 10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7} ; dan 10^{-8} M. Larutan uji MSG dilarutkan dalam tiga larutan yang

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Brawijaya University Repository

berbeda yaitu buffer asetat pH 5, buffer asetat pH 5 dan KCl, dan KCl. Elektroda yang telah dibuat yang berfungsi sebagai katoda dihubungkan ke kutub positif dan elektroda pembanding Ag/AgCl sebagai anoda dihubungkan ke kutub negatif. Pengukuran potensial sel dilakukan mulai konsentrasi terendah hingga konsentrasi tertinggi. Potensial sel dibaca setiap 10 detik selama 3 menit. Kemudian, data yang diperoleh, dibuat kurva hubungan antara potensial sel dan $-\log [MSG]$ untuk menentukan kinerja sensor yang terdiri dari bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, dan waktu respon.

buffer asetat pH 5 dan KCl, dan yang berfungsi sebagai katoda dan elektroda pembanding bungkan ke kutub negatif, dan mulai konsentrasi terendah tensial sel dibaca setiap 10 detik yang diperoleh, dibuat kurva $\log V - \log [MSG]$ untuk terdiri dari bilangan Nernst, spon.

Repository

Repository Universitas Brawijaya
Re**16**pository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

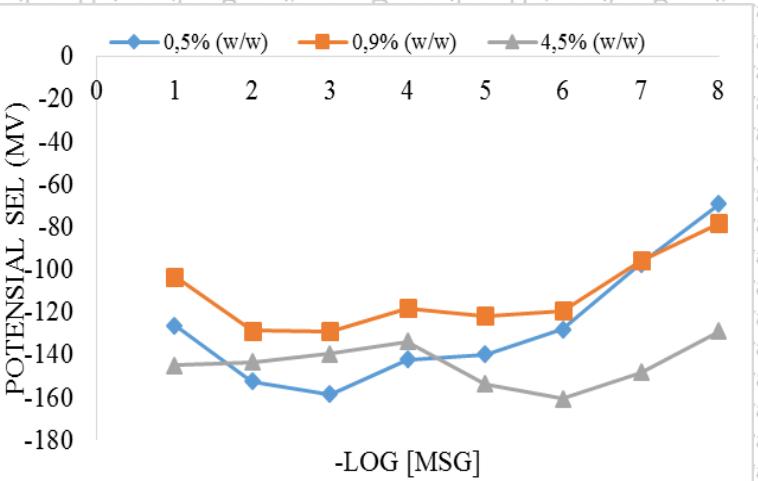
4.1 Pengaruh Konsentrasi Monosodium Glutamat dalam MIP

Membran reseptor dibuat agar dapat selektif terhadap analit. Membran selektif dapat dibuat dengan cara penambahan bahan aktif pada membran reseptor. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh konsentrasi MSG dalam MIP terhadap kepekaan sensor. Konsentrasi MSG yang ditambahkan dalam membran masing-masing adalah 0,5% (w/w); 0,9% (w/w) dan 4,5% (w/w).

Hasil penelitian hubungan $-\log [MSG]$ terhadap potensial sel ditunjukkan pada gambar 4.1 dengan kisaran konsentrasi 10^{-8} – 10^{-1} M pada pH 6. Adhayudha (2004) menyatakan bahwa MSG pada pH 6 berbentuk ion negatif (anion). Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa Sensor dapat mendeteksi anion dalam larutan uji.

Berdasarkan hasil pengukuran potensial sel dari sensor yang telah dibuat, diperoleh kepekaan sensor pada berbagai konsentrasi MSG dalam MIP (Tabel 4.1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi MSG dalam MIP berbanding terbalik dengan kepekaan sensor. Hal ini dapat disebabkan oleh tidak semua molekul MSG tercetak di dalam membran sehingga terjadi penumpukan molekul MSG yang tidak tercetak di permukaan membran. Hal tersebut dapat menghambat interaksi molekul MSG di dalam membran dan di luar membran sehingga sensor tidak peka terhadap perubahan konsentrasi MSG dalam larutan uji.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi MSG dalam MIP yang menghasilkan kepekaan sensor paling baik adalah 0,5% dengan nilai kepekaan sensor $9,14 \text{ mV/dekade}$ pada kisaran konsentrasi larutan MSG 10^{-1} – 10^{-8} M tanpa pengaturan pH (pH 6-7).



Gambar 4.1 : Kurva hubungan $-\log [\text{MSG}]$ terhadap potensial sel dengan konsentrasi MSG pada MIP 0,5% (w/w); 0,9% (w/w); dan 4,5% (w/w);

Tabel 4.1 : Hubungan konsentrasi MSG dalam MIP terhadap kepekaan sensor

Konsentrasi MSG dalam MIP PVA-Fe ₃ O ₄ (% (w/w))	Kepekaan sensor (mV/dekade)
0,5	9,14
0,9	4,37
4,5	0,06

4.2 Karakterisasi Sensor MSG

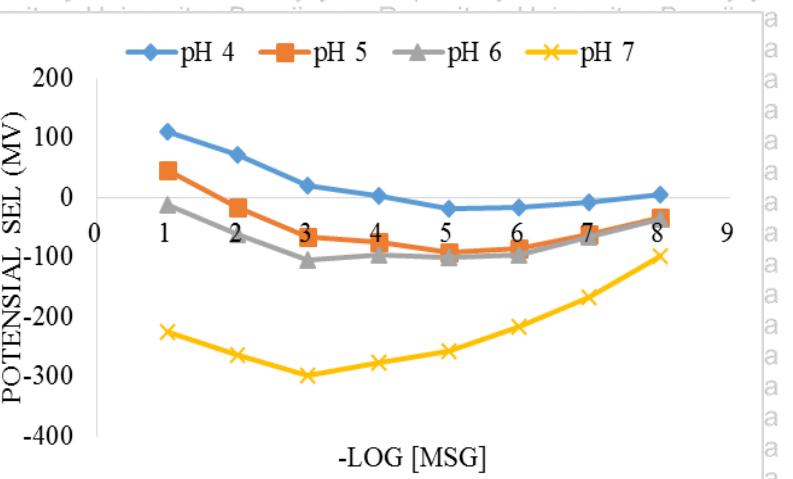
4.2.1 Pengaruh pH

Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran terhadap MIP tanpa MSG. Pengukuran potensial sel pada sensor tanpa MSG dilakukan dengan larutan uji MSG yang dilarutkan dalam KCl. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui *profile* dari MIP tanpa MSG untuk mendapatkan *background*. Hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar L.1 (Lampiran L). Berdasarkan gambar L.1 dapat diketahui pola yang dihasilkan dari pengukuran potensial MIP tanpa MSG adalah naik sehingga

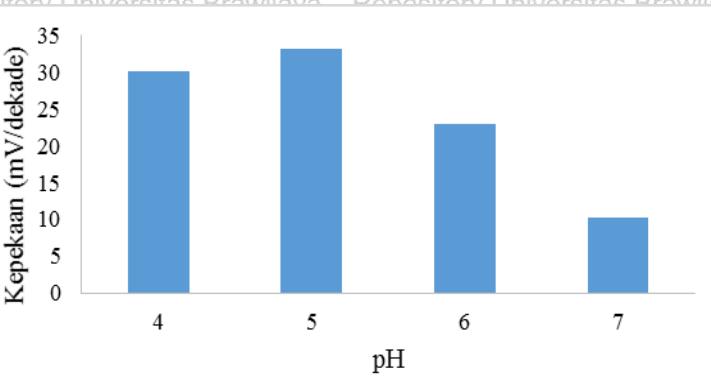
pada pengukuran potensial dengan pengaturan pH ditentukan berdasarkan *profile* yang berbeda dengan *background*. Hasil penelitian hubungan $-\log [MSG]$ terhadap potensial sel pada masing-masing pH ditunjukkan pada gambar 4.2.1. Berdasarkan gambar 4.2.1 dapat dilihat bahwa kisaran konsentrasi yang menghasilkan pola yang berbeda dengan *background* adalah 10^{-1} – 10^{-5} M sehingga kepekaan sensor ditentukan pada kisaran konsentrasi tersebut.

Pengaturan pH pada larutan uji MSG dilakukan dengan penambahan HCl hingga pH yang ditentukan yaitu 4, 5, 6, dan 7. Menurut Apelblat dkk (2007), MSG mempunyai bentuk molekul bermuatan positif (kation) pada pH 1 – 2,3. Pada pH 3-4 MSG mempunyai bentuk molekul *zwitter ion*. Pada pH > 4 MSG mempunyai bentuk molekul bermuatan negatif (anion).

Hasil penelitian hubungan pH terhadap kepekaan sensor ditunjukkan pada gambar 4.2.2. Berdasarkan gambar 4.2.2 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai faktor kepekaan sensor pada pH 4 hingga 5 kemudian mengalami penurunan pada pH 5 hingga 7. Pada pH 4 dimungkinkan terdapat dua molekul MSG di dalam larutan yaitu molekul MSG *zwitter ion* dan anion MSG bermuatan negatif satu ($z=1$). Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada lampiran M, pada pH 4 jumlah *zwitter ion* MSG adalah sebesar 14% dan jumlah anion MSG adalah sebesar 86%, sedangkan pada pH 5 jumlah *zwitter ion* MSG adalah sebesar 2% dan jumlah anion MSG adalah sebesar 98%. Sensor MSG yang dibuat merespon anion MSG ($z=1$) sehingga kepekaan sensor yang dihasilkan pada pH 5 tinggi. Pada pH 6 dan 7 dimungkinkan mulai terdapat anion MSG bermuatan negatif dua ($z=2$) karena pH yang mendekati pH isoelektrik kedua yaitu 6,77. pH isoelektrik kedua merupakan pH yang menunjukkan jumlah anion MSG ($z=1$) sama dengan anion MSG ($z=2$). Pada pH 6, jumlah anion MSG ($z=1$) adalah sebesar 85,5% dan jumlah anion MSG ($z=2$) adalah sebesar 14,5%, sedangkan pada pH 7 jumlah anion MSG ($z=1$) adalah sebesar 37,1% dan jumlah anion MSG ($z=2$) adalah sebesar 62,9%. Oleh karena itu kepekaan sensor yang dihasilkan pada pH 6 dan 7 lebih kecil dari daripada pH 5.



Gambar 4.2.1 : Kurva hubungan $-\log [\text{MSG}]$ terhadap potensial sel pada masing-masing pH



Gambar 4.2.2 : Hubungan pH terhadap kepekaan sensor

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kepekaan sensor paling baik dihasilkan pada larutan MSG pH 5 dengan nilai sebesar 33,25 mV/dekade dan kisaran konsentrasi 10^{-5} – 10^{-1} M.

4.2.2 Pengaruh Elektrolit

Pada penelitian ini juga dilakukan karakterisasi sensor MSG yang meliputi waktu respon dan pengaruh elektrolit. Waktu respon ditentukan dengan melihat nilai potensial yang relative konstan dan stabil pada semua kisaran konsentrasi MSG yaitu $10^{-5} - 10^{-1}$ M. Berdasarkan gambar K.1 (lampiran K) dapat diketahui bahwa sensor MSG memiliki waktu respon 180 detik.

Pengaruh elektrolit terhadap kinerja sensor dipelajari dengan penambahan larutan elektrolit pada larutan uji MSG. Larutan elektrolit yang ditambahkan adalah larutan KCl dengan konsentrasi 10^{-5} M. Larutan KCl ditambahkan pada larutan uji MSG dalam buffer asetat pH 5.

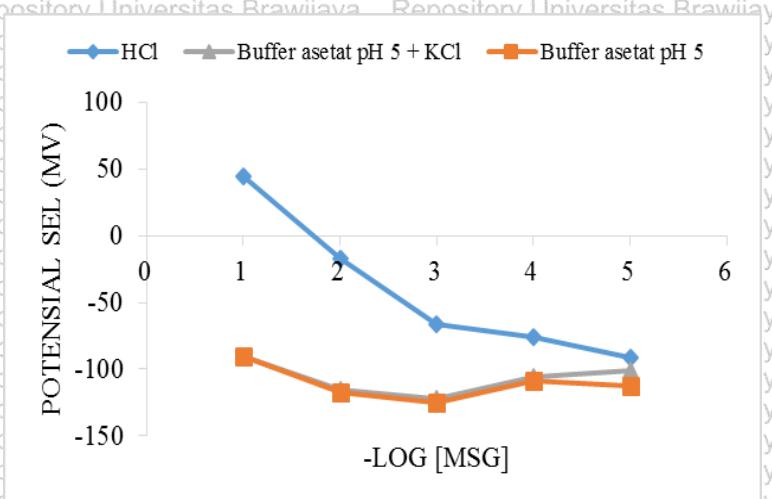
Hasil penelitian hubungan $-\log [MSG]$ terhadap potensial sel pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada gambar 4.2.3. Berdasarkan gambar 4.2.3 dapat dilihat bahwa elektrolit mempengaruhi potensial sel yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan Fe_3O_4 yang bersifat paramagnetik. Pada larutan dengan pH kurang dari 7,9 magnetit cenderung bermuatan positif [29] sehingga dapat menarik ion-ion ke permukaan membran reseptor. Hal ini dapat menyebabkan terbentuknya lapisan ganda listrik (*electrical double layer*). Jumlah ion dalam larutan berbanding lurus dengan ketebalan lapisan ganda listrik yang terbentuk. Lapisan ganda listrik pada permukaan membran reseptor akan menimbulkan kapasitansi membran [27]. Kapasitansi berbanding terbalik dengan potensial [28]. Pada larutan MSG dalam buffer asetat pH 5 dan buffer asetat pH 5-KCl dihasilkan potensial sel yang lebih rendah dibandingkan dengan larutan MSG dalam HCl. Hal ini disebabkan oleh jumlah ion pada buffer asetat pH 5 dan buffer asetat pH 5-KCl lebih banyak sehingga lapisan ganda listrik yang terbentuk lebih tebal dan potensial sel yang dihasilkan lebih kecil daripada larutan MSG dalam HCl. Nilai kepekaan pada setiap perlakuan dan kisaran konsentrasi disajikan pada tabel 4.3.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kepekaan sensor paling baik dihasilkan pada larutan MSG dalam

HCl pH 5 dengan nilai sebesar 33,25 mV/dekade dan kisaran konsentrasi 10^{-5} – 10^{-1} M.

Tabel 4.2 : Kepakaan sensor MSG pada setiap larutan uji

Perlakuan	Kisaran Konsentrasi (M)	Faktor Nernst (mV/dekade)
HCl	10^{-5} – 10^{-1}	33,25
Buffer asetat pH 5	10^{-5} – 10^{-1}	3,71
Buffer asetat pH 5-KCl	10^{-5} – 10^{-1}	1,32



Gambar 4.2.3 : Kurva hubungan $-\log [MSG]$ terhadap potensial sel pada buffer asetat pH 5-KCl; HCl; dan buffer asetat pH 5

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi MSG yang ditambahkan dalam membran berpengaruh terhadap kepekaan sensor. Konsentrasi MSG dalam membran yang memberikan kepekaan sensor paling baik adalah 0,5%. Pengaturan pH 4 hingga 7 pada larutan uji berpengaruh terhadap kepekaan sensor. Kinerja sensor yang memberikan kepekaan sensor paling baik dihasilkan pada pH 5. Penambahan larutan elektrolit KCl pada larutan uji berpengaruh terhadap potensial jas sel. Kinerja sensor yang menghasilkan kepekaan sensor paling baik adalah pada pH 5 dalam larutan HCl, kisaran konsentrasi 10^{-5} - 10^{-1} M, waktu respon 180 detik dengan nilai kepekaan sensor sebesar 33,25 mV/dekade.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Machin, Achmad, 2012, **Potensi Hidrolisat Tempe Sebagai Penyedap Rasa Melalui Pemanfaatan Ekstrak Buah Nanas, Biosantifika 4 (2)**
- [2] Anirudhan T.S, dan Alexander S, 2015, **Selective determination of monosodium glutamat (Ajinomoto) in food samples using a potentiometric method with a modified multiwalled carbon nanotube based molecularly imprinted polymer, Royal Society of Chemistry Journal, 5, 6840-6850**
- [3] Krishna Veni N, Karthika D, Suryati Devi M, Rubini MF, Vishalini M, dan Pradeepa YJ, 2010, **Analysis of Monosodium L-Glutamat in Food Products by High-Performance Thin Layer Chromatography, J. Young Pharm.** 2010;2(3):297-300
- [4] Hasanah, N., P., 2017, **Pembuatan Sensor Monosodium Glutamat secara Potensiometri Menggunakan Membran Kitosan Nanopartikel Fe₃O₄ Berbasis Screen Printed Carbon Electrode (SPCE). Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Brawijaya, Malang**
- [5] Wang, Y. dan Y. Hsieh., 2009, **Crosslinking of Polyvinyl Alcohol (PVA) Fibrous Membrans with Glutaraldehyde and PEG Diacylchloride, Journal of Applied Polymer Science, 116, 3249-3255**
- [6] Mulyasuryani, A., 2012, **Elektroanalitik Dasar dan Aplikasi, DeePublish, Yogyakarta, 25-33**
- [7] Bakeman, N., Isa, I.M., Ali, N.M., Ahmad, M., dan Ghani, S.A, 2012, **A Novel Potentiometric Membran Sensor for Determination of Glutamat Based on [4](1)(2,3 Diazabuta-1,3 diene) ferrocenophane, International Journal of Electrochemical Science, 7, 4574-4585**

- [8] Adhayudha, L, 2014, **Studi Daya Adsorpsi Bentonit Alam Tapanuli Terinteraksi Monosodium Glutamat terhadap Ion Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Berbagai Variasi pH**, *Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia*.
- [9] Ye, H., Chen, X., dan Feng, Z., 2017, **Preparation of Magnetic Molecularly Imprinted Polymer For Selective Recognition and Determination of 4-Methylimidazole In Soft Beverage By High Performance Liquid Chromatography**, *Adsorption Science & Technology*, Vol 35(1-2) 37-54
- [10] Rahmad, A. H., dan Sunarto, 2013, **Aplikasi MIP (Molecularly Imprinted Polymer) dengan Metanol sebagai Ekstraktan Template dalam Sintesisnya Untuk Penentuan Kadar Kafein**. *Jurnal Kimia Dasar Volume 6 No 2*
- [11] Gaaz, T. S., Abu B. S., Majid N. A., Abdul A., H. Kadhum, Abu B. M., dan A. A. A. Ahmed., 2015, **Properties and Applications of Polyvinyl Alcohol, Halloysite Nanotubes and Their Nanocomposites, Molecules**, 20, 22833-22847
- [12] Conte A., Buonocore G. G., Sinigaglia M., Del Nobile M. A, 2007, **Development of immobilized lysozyme based active film**, *Journal of Food Engineering*, 78, 741-745
- [13] Hasimi A., Stavropoulou A., Papadokostaki K. G., Sanopoulou M. 2008, **Transport of water in polyvinyl alcohol films: Effect of thermal treatment and chemical crosslinking**, *European Polymer Journal*, 44, 4098-4107
- [14] Mansur H. S., Sadahira C. M., Souza A. N., Mansur A. A. P., 2008, **FTIR spectroscopy characterization of poly**

- Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
(vinyl alcohol) hydrogel with different hydrolysis degree and chemically crosslinked with glutaraldehyde. *Materials Science and Engineering: C*, 28, 539–548.
- [15] Birck, C., Degoutin S., Tabary N., Miril V., Bacquet M., 2014, **New crosslinked cast films based on poly(vinyl alcohol): Preparation and physico-chemical properties**, *eXPRESS Polymer Letters* Vol.8, No.12, 941–952
- [16] Wang S., Ren J., Li W., Sun R., dan Liu S., 2014, **Properties of polyvinyl alcohol/xylan composite films with citric acid**, *Carbohydr Polym*, vol. 103, hlm. 94–99
- [17] Tian Z., Liu W., dan Li G., 2016, **The microstructure and stability of collagen hydrogel cross-linked by glutaraldehyde**, *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 130, hlm. 264–270.
- [18] Uzun, Lokman dan Turner A.P.F., 2015, **Molecularly imprinted polymer sensors: realizing their potential**, *Biosensors and Bioelectronic*, hlm. 13–15.
- [19] Permana B., T.Saragi., M. Saputri, L. Safriani, I. Rahayu, dan Risdiana, 2017, **Sintesis Nanopartikel Magnetik dengan Metode Kopresipitasi**, *Jurnal Material dan Energi Indonesia* Vol. 07, No. 02, 17 – 20
- [20] Kakhkiz, R. M., 2013, **Application of Nanoparticles in the Potentiometric Ion Selective Electrodes**. *Russian Journal of Electrochemistry*, Vol. 49, No. 5
- [21] N. Mizutani, T. Iwasaki, S. Watano, T. Yanagida, H. Tanaka, dan T. Kawai, 2008, **Effect of ferrous/ferric ions molar ratio on reaction mechanism for hydrothermal synthesis of magnetite nanoparticles**, *Bull. Mater. Sci.*, Vol. 31, No. 5, hlm. 713–717
- [22] Wang, J., 2006, **Analytical Electrochemistry**, John Wiley & Sons, New Jersey, 10

- [23] Xiong JS, Branigan D, dan Li, M, 2009, **Diciphering the MSG Controversy**, *IJCSEM*, 2, 329-336
- [24] Sukmaningsih AA, Ermayanti IGA, Wiratmini, dan NI, Sudatri NW., 2011, **Gangguan spermatogenesis setelah pemberian Monosodium glutamat pada mencit (*Musmusculus L.*)**, *Jurnal Biologi* XV, 2011; 2; 49-52.
- [25] Apelblat A, Manzurola E, dan Orekhova Z, 2007, **Electrical Conductance Studies in Aqueous Solutions with Glutamic Ions**, *Journal of Solution Chem*, 36, 891-900
- [26] Parkash, O., C.Y. Yean., dan R.H. Shueb., 2014, **Screen Printed Carbon Electrode Based Electrochemical Immunosensor for the Detection of Dengue NS1 Antigen**, *Diagnostics*, 4, 165-180
- [27] Jadon, P.K., 2017, **Electrical Double Layer Capacitance and Impedance Characteristics of Inorganic Precipitate Membranes**, *JUC*, vol. 13(6), 159-166.
- [28] Martino, Flint., 2016, **Effect of Electrolyte Concentration on the Capacitance and Mobility of Graphene**, *Tesis*, The Department of Physics, Linfield College
- [29] Tombacz, E., Majzik A., Horvat Z. dan S., Illes. Horvat, 2006, **Magnetite in Aqueous: Coating Its Surface And Surface Coated with it**, *Romanian Reports in Physics*, Vol. 58, No. 3, P. 281-286, 2006

Lampiran A Pembuatan Fe₃O₄

LAMPIRAN

(NH₄)₂SO₄ ditimbang sebanyak 0,66 g dan dilarutkan dalam 20 mL aquadem. FeSO₄.4H₂O ditimbang sebanyak 1,12 g dan dilarutkan dalam 20 mL aquadem. Masing-masing larutan dipanaskan hingga 80°C. Kemudian kedua larutan tersebut dicampur dan diaduk dengan *magnetic stirrer* sehingga diperoleh larutan campuran (NH₄)₂Fe(SO₄)₂. Kemudian FeCl₃.6H₂O ditimbang sebanyak 2,7 g dan dilarutkan dalam 20 mL aquadem. Larutan dipanaskan hingga suhu 80°C. Larutan FeCl₃ ditambahkan ke dalam larutan campuran (NH₄)₂Fe(SO₄)₂. Campuran diaduk hingga homogen dan pada suhu yang diatur 80°C selama 10 menit [21].

NaOH ditimbang sebanyak 1,6 g dan dilarutkan dalam 400 mL aquadem. Kemudian larutan dipanaskan hingga mendidih. Larutan campuran (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ dan FeCl₃ ditambahkan ke dalam larutan NaOH yang telah mendidih dan diaduk dengan *magnetic stirrer*. Pengadukan dilakukan pada suhu 100°C selama 90 menit. Larutan campuran didinginkan hingga seluruh nanopartikel turun ke dasar gelas kimia. Endapan nanopartikel Fe₃O₄ yang diperoleh dipisahkan dari larutannya dengan cara dekantasi. Kemudian, endapan Fe₃O₄ dicuci kembali dengan aquadem sebanyak 2 kali dan disaring dengan kertas saring dan corong gelas serta dicuci hingga bebas klorida dan sulfat [21].

B.1 Perhitungan Persiapan Larutan PVA 5% (w/v) Sebanyak 10 mL

$$\text{Massa PVA yang dibutuhkan} = \frac{0,5}{100 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 0,5 \text{ g}$$

PVA ditimbang sebanyak 0,5 g dengan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan akuadem yang telah dipanaskan dan diaduk hingga larut kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akuadem hingga tanda batas dan dihomogenkan.

B.2 Perhitungan Preparasi Larutan Asam Sitrat 5% (w/v) Sebanyak 10 mL

Massa asam sitrat yang dibutuhkan = $\frac{5 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 0,5 \text{ g}$

Asam sitrat ditimbang sebanyak 0,5 g dengan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan akuadem dan dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akuadem hingga tanda batas dan dihomogenkan.

B.3 Perhitungan Preparasi Larutan Glutaraldehid 4% (w/v) Sebanyak 10 mL

$$\text{Volume glutaraldehit } 50\% \text{ yang dibutuhkan} = \frac{4\%}{50\%} \times 10 \text{ mL}$$

Larutan glutaraldehid 50% dipipet sebanyak 0,8 mL, kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akadem:etanol 1:1 hingga tanda batas dan dihomogenkan.

B.4 Perhitungan Preparasi Larutan MSG 0,5% (w/v)

$$\text{Massa MSG yang dibutuhkan} = \frac{0,5 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 0,05 \text{ g}$$

MSG ditimbang sebanyak 0,05 g dengan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan akuadem dan dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akuadem hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Repository Universitas Brawijaya
Massa MSG yang dibutuhkan = $\frac{1 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 0,1 \text{ g}$

MSG ditimbang sebanyak 0,1 g dengan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan akuadem dan dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akuadem hingga tanda batas dan dihomogenkan.

B.5 Perhitungan Preparasi Larutan MSG 1% (w/v)

Massa MSG yang dibutuhkan = $\frac{5 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 0,5 \text{ g}$

MSG ditimbang sebanyak 0,5 g dengan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan akuadem dan dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL, ditambahkan akuadem hingga tanda batas dan dihomogenkan.

B.6 Perhitungan Preparasi Larutan MSG 5% (w/v)

Massa PVA $\frac{0,5 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 0,05 \text{ g/mL}$

Volume PVA yang diambil 0,9 mL, maka massa PVA dalam membran $0,05 \text{ g/mL} \times 0,9 \text{ mL} = 0,045 \text{ g} = 45 \text{ mg}$

Massa asam sitrat $\frac{0,5 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 0,05 \text{ g/mL}$

Volume asam sitrat yang diambil 0,2 mL, maka massa asam sitrat dalam membran $0,05 \text{ g/mL} \times 0,2 \text{ mL} = 0,010 = 10 \text{ mg}$

Massa glutaraldehid $\frac{0,4 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 0,04 \text{ g/mL}$

Volume glutaraldehid yang diambil 0,2 mL, maka massa glutaraldehid dalam membran $0,04 \text{ g/mL} \times 0,2 \text{ mL} = 0,0080 = 8 \text{ mg}$

B.8 Perhitungan Preparasi Suspensi Fe₃O₄ 2% (w/w)

Total massa PVA + asam sitrat + glutaraldehid = 63 mg

Total massa membran dengan nanopartikel Fe₃O₄ 5% = 64,10 mg

Massa Fe_3O_4 yang ditambahkan = $64,10 \text{ mg} - 63 \text{ mg} = 1,10 \text{ mg}$
Volume Fe_3O_4 yang dibutuhkan = $\frac{0,0011 \text{ g}}{0,05 \text{ g/mL}} = 0,022 \text{ mL} = 22 \mu\text{L}$

Lampiran C. Perhitungan Konsentrasi Monosodium Glutamat (w/w) dalam Membran dan Pembuatan Larutan Uji MSG

C.1 Perhitungan Konsentrasi Monosodium Glutamat 0,5% (w/w) dalam Membran

Massa total membran tanpa MSG = 64,10 mg

Volume penambahan MSG dalam membran $60 \mu\text{L} = 0,06 \text{ mL}$

Konsentrasi MSG yang ditambahkan 0,5% = $\frac{0,05 \text{ g}}{10 \text{ mL}}$

Massa MSG dalam membran = $0,005 \text{ g/mL} \times 0,06 \text{ mL} = 0,3 \text{ mg}$

Massa total membran + MSG = 64,10 mg + 0,3 mg = 64,40 mg

$$\% \text{ MSG dalam membran} = \frac{0,3 \text{ mg}}{64,40 \text{ mg}} \times 100\% = 0,47\%$$

C.2 Perhitungan Konsentrasi Monosodium Glutamat 1% (w/w) dalam Membran

Massa total membran tanpa MSG = 64,10 mg

Volume penambahan MSG dalam membran $60 \mu\text{L} = 0.06 \text{ mL}$

$$\text{Konsentrasi MSG yang ditambahkan } 1\% = \frac{0,1 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 0,01 \text{ g/mL}$$

Massa MSG dalam membran = $0,01\text{ g/mL} \times 0,06\text{ mL} = 0,6\text{ mg}$

Massa MSG dalam membran = $0,01 \text{ g/mL} \times 0,06 \text{ mL} = 0,6 \text{ mg}$
 Massa total per embalagem MSG = $1,10 \text{ mg} + 0,6 \text{ mg} = 1,70 \text{ mg}$

$$\% \text{ MSG dalam membran} = \frac{0,6 \text{ mg}}{11,75 \text{ mg}} \times 100\% = 0,93\% \text{ (w/w)}$$

C.3 Perhitungan Konsentrasi Monosodium Glutamat 5% (w/w) dalam Membran

Massa total membran tanpa MSG = 64,10 mg

Volume penambahan MSG dalam membran $60 \mu\text{L} \pm 0.06 \text{ mL}$

Konsentrasi MSG yang ditambahkan 5% = $\frac{0.5 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 0.05 \text{ g/mL}$

Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya

Massa MSG dalam membran = $0,05 \text{ g/mL} \times 0,06 \text{ mL} = 3 \text{ mg}$

$$\% \text{ MSG dalam membran} = \frac{3 \text{ mg}}{67 \text{ mg}} \times 100\% = 4.47\% \text{ (w/w)}$$

C.4 Pembuatan Larutan Uji Monosodium Glutamat 10^{-1} – 10^{-8} M

- Pembuatan larutan monosodium glutamat 1 M sebanyak 10 mL

$$\text{Mol monosodium glutamat} = 1 \text{ mmol/mL} \times 10 \text{ mL} = 10 \text{ mmol} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Massa monosodium glutamat yang dibutuhkan} = 0,01 \text{ mol} \times 169 \text{ g/mol} = 1,69 \text{ g}$$

- Pembuatan larutan monosodium glutamat 10^{-1} – 10^{-4} M sebanyak 10 mL dibuat dari larutan monosodium glutamat 1 M dengan pengenceran bertingkat. Larutan monosodium glutamat 1 M diambil sebanyak 1000 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-1} M, 100 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-2} M, 10 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-3} M, dan 1 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-4} M. Masing – masing larutan yang telah diambil diencerkan hingga volume 10 mL. Sedangkan untuk larutan monosodium glutamat 10^{-5} – 10^{-8} M dibuat dari larutan monosodium glutamat 10⁻⁴ M dengan cara larutan monosodium glutamat 10⁻⁴ M diambil sebanyak 1000 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-5} M, 100 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-6} M, 10 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-7} M, dan 1 μL untuk konsentrasi larutan 10^{-8} M. Masing – masing larutan yang telah diambil diencerkan hingga volume 10 mL.

Prosedur yang sama juga dilakukan pada perlakuan MSG pada buffer asetat pH 5, buffer asetat pH 5-KCl, dan KCl.

Lampiran D Perhitungan Persentase Bahan (w/w) dalam Membran

D.1 Perhitungan PVA (w/w) dalam Membran MSG 0,5%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 0,30 mg = 64,40 mg

$$\% \text{ PVA dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{45,00 \text{ mg}}{64,40 \text{ mg}} \times 100\% = 69,88\%$$

D.2 Perhitungan PVA (w/w) dalam Membran MSG 1%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 0,60 mg = 64,70 mg

$$\% \text{ PVA dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{45,00 \text{ mg}}{64,70 \text{ mg}} \times 100\% = 69,55\%$$

D.3 Perhitungan PVA (w/w) dalam Membran MSG 5%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 3,00 mg = 67,10 mg

$$\% \text{ PVA dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{45,00 \text{ mg}}{67,10 \text{ mg}} \times 100\% = 67,06\%$$

D.4 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam Membran MSG 0,5%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 0,30 mg = 64,40 mg

$$\% \text{ asam sitrat dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{10,00 \text{ mg}}{64,40 \text{ mg}} \times 100\% = 15,53\%$$

D.5 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam Membran MSG 1%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 0,60 mg = 64,70 mg

$$\% \text{ asam sitrat dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{10,00 \text{ mg}}{64,70 \text{ mg}} \times 100\% = 15,46\%$$

D.6 Perhitungan asam sitrat (w/w) dalam Membran MSG 5%

Massa total membran + MSG = 64, 10 mg + 3,00 mg = 67,10 mg

$$\% \text{ asam sitrat dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{10,00 \text{ mg}}{67,10 \text{ mg}} \times 100\% = 14,90\%$$

D.7 Perhitungan glutaraldehid (w/w) dalam Membran MSG 0,5%

Massa total membran + MSG = 64,10 mg + 0,30 mg = 64,40 mg

$$\% \text{ glutaraldehid dalam membran MSG} = \frac{8,00 \text{ mg}}{64,40 \text{ mg}} \times 100\% =$$

12,42%

D.8 Perhitungan glutaraldehid (w/w) dalam Membran MSG

1%

Massa total membran + MSG = 64,10 mg + 0,60 mg = 64,70 mg

$$\% \text{ glutaraldehid dalam membran MSG} = \frac{8,00 \text{ mg}}{64,70 \text{ mg}} \times 100\% =$$

12,36%

D.9 Perhitungan glutaraldehid (w/w) dalam Membran MSG

5%

Massa total membran + MSG = 64,10 mg + 3,00 mg = 67,10 mg

% glutaraldehid dalam membran MSG 0,5% = $\frac{8,00 \text{ mg}}{67,10 \text{ mg}} \times 100\% =$

11.92%

D.10 Perhitungan Fe₃O₄ (w/w) dalam Membran MSG 0.5%

$$\text{Massa total membran} \pm \text{MSG} = 64 \cdot 10 \text{ mg} \pm 0.30 \text{ mg} = 64.40 \text{ mg}$$

$$\% \text{ Fe}_3\text{O}_4 \text{ dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{1,10 \text{ mg}}{64,40 \text{ mg}} \times 100\% = 1,71\%$$

D 11 Perhitungan Fe₂O₃ (w/w) dalam Membran MSC-1%

Massa total membran + MSG = $64 \cdot 10 \text{ mg} + 0,60 \text{ mg} = 64,70 \text{ mg}$

% Fe₃O₄ dalam membran MSG 0,5% = $\frac{1,10 \text{ mg}}{14,70} \times 100\% = 1,70\%$

Repository Universitas Brawijaya | Repository Universitas Brawijaya | R-12-B-117-E-Q-(4)-111-M-1-MSG-5%

D.12 Perhitungan Fe₃O₄ (w/w) dalam Membran MSG 5% Massa total membran + MSG = 61.10 mg + 3.00 mg = 67.10 mg

$$\% \text{ Fe}_3\text{O}_4 \text{ dalam membran MSG } 0,5\% = \frac{1,10 \text{ mg}}{6,70 \text{ mg}} \times 100\% = 1,64\%$$

$$\begin{aligned}0,025 &= 0,0002x \\x &= 125 \text{ mL } (\text{CH}_3\text{COOH}) \\y &= 250 \text{ mL} - 125 \text{ mL} = 125 \text{ mL } (\text{CH}_3\text{COONa})\end{aligned}$$

• Pembuatan buffer asetat pH 5

CH_3COOH pekat diambil sebanyak 5,7 mL. Kemudian diencerkan dengan aquadem dalam labu takar 100 mL sehingga diperoleh larutan CH_3COOH 1 M. Setelah itu, larutan CH_3COOH 1 M diencerkan menjadi 0,0001 M dengan mengambil CH_3COOH 1 M sebanyak 0,025 mL dan diencerkan dalam labu takar 250 mL. Sedangkan, CH_3COONa ditimbang sebanyak 0,082 g dan dilarutkan menjadi 100 mL sehingga diperoleh larutan CH_3COONa 0,01 M. Setelah itu, diencerkan menjadi 0,001 M dengan mengambil larutan CH_3COONa 0,01 M sebanyak 2,5 mL dan diencerkan dalam 250 mL aquadem. Buffer asetat pH 5 dibuat dengan cara mencampurkan 125 mL CH_3COOH 0,0001 M dengan 125 mL CH_3COONa 0,0001 M dalam gelas kimia 500 mL dan diaduk hingga homogen.

• Pembuatan larutan buffer asetat pH 5 dan KCl

KCl 0,1 M dipipet sebanyak 10 μL dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL. Kemudian ditambahkan larutan buffer asetat pH 5 hingga tanda batas dan dihomogenkan sehingga diperoleh larutan buffer asetat pH 5 dan KCl.

• Pembuatan larutan KCl 10^{-5} M

KCl 0,1 M dipipet sebanyak 10 μL dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL. Kemudian ditambahkan aquadem hingga tanda batas dan dihomogenkan sehingga diperoleh larutan KCl 10^{-5} M.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Lampiran F Data P
Repository Universitas Brawijaya
Tabel F.1 : Data pote
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
MSG dalam membran 1%

Lampiran F Data Potensial Pengaruh Konsentrasi MSG dalam membran MIP PVA- Fe_3O_4

Tabel F.1 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 1%

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	-146	-106	-81	-80
10^{-2}	-172	-122	-108	-112
10^{-3}	-176	-123	-104	-113
10^{-4}	-158	-114	-99	-101
10^{-5}	-155	-110	-105	-115
10^{-6}	-144	-109	-113	-110
10^{-7}	-113	-85	-94	-92
10^{-8}	-85	-80	-73	-74
Kepakaan sensor (mV/dekade)	9,86	4,91	1,10	1,59

Tabel F.2 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 0,5%

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	-154	-120	-117	-114
10^{-2}	-180	-145	-141	-142
10^{-3}	-188	-152	-145	-148
10^{-4}	-175	-132	-130	-131
10^{-5}	-175	-124	-127	-134
10^{-6}	-158	-118	-114	-122
10^{-7}	-122	-86	-79	-101
10^{-8}	-77	-75	-55	-69
Kepakaan sensor (mV/dekade)	10,94	8,62	9,98	7,03

Tabel F.3 : Data potensial sel elektroda dengan konsentrasi MSG dalam membran 5%

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	-126	-164	-144	-146
10^{-2}	-128	-161	-141	-144
10^{-3}	-127	-155	-134	-141
10^{-4}	-118	-157	-127	-133
10^{-5}	-143	-172	-146	-154
10^{-6}	-161	-165	-155	-161
10^{-7}	-141	-161	-146	-144
10^{-8}	-127	-144	-122	-123
Kepakaan sensor (mV/dekade)	-2,37	1,17	0,53	0,90

Lampiran G Data Potensial Pengaruh pH larutan uji MSG

Tabel G.1 : Pengukuran pada pH 4

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	98	124	108	106
10^{-2}	47	92	74	71
10^{-3}	-14	23	34	35
10^{-4}	-35	7	16	24
10^{-5}	-53	9	-3	7
10^{-6}	-59	-8	-1	0
10^{-7}	-40	-4	5	1
10^{-8}	-16	6	16,6	8

Tabel G.2 : Pengukuran pada pH 5

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	5	-58	72	45
10^{-2}	-53	-10	3	-7
10^{-3}	-110	-50	-47	-57
10^{-4}	-121	-58	-54	-71
10^{-5}	-122	-81	-74	-88
10^{-6}	-107	-86	-66	-84
10^{-7}	-59	-79	-53	-58
10^{-8}	-27	-32	-44	-30

Tabel G.3 : Pengukuran pada pH 6

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	-15	-2	-16	-17
10^{-2}	-62	-58	-68	-59
10^{-3}	-107	-104	-103	-102
10^{-4}	-96	-114	-99	-79
10^{-5}	-101	-111	-107	-86
10^{-6}	-82	105	-105	-95
10^{-7}	-21	-81	-90	-70
10^{-8}	-33	-41	-52	-18

Tabel G.4 : Pengukuran pada pH 7

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)			
	1	2	3	4
10^{-1}	-145	-256	-208	-130
10^{-2}	-171	-256	-147	-371
10^{-3}	-180	-263	-358	-338
10^{-4}	-171	-276	-306	-298
10^{-5}	-125	-342	-255	-255
10^{-6}	-99	-312	-200	-206
10^{-7}	-75	-259	-142	-154
10^{-8}	-23	-171	-77	-89

Lampiran H Data Potensial Pengaruh Elektrolit**Tabel H.1 : Pengukuran pada KCl**

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)	
	1	2
10^{-1}	-89	-70
10^{-2}	-115	-98
10^{-3}	-124	-98
10^{-4}	-107	-80
10^{-5}	-92	-80
10^{-6}	-78	-69
10^{-7}	-62	-67
10^{-8}	-41	-60

Tabel H.2 : Pengukuran pada Buffer Asetat pH 5-KCl

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)	
	1	2
10^{-1}	-71	-109
10^{-2}	-96	-134
10^{-3}	-105	-139
10^{-4}	-89	-123
10^{-5}	-87	-115
10^{-6}	-84	-97
10^{-7}	-64	-84
10^{-8}	-53	-71

Tabel H.3: Pengukuran pada Buffer Asetat pH 5

Konsentrasi (M)	Potensial sel (mV)	
	1	2
10^{-1}	-84	-95
10^{-2}	-115	-119
10^{-3}	-122	-128
10^{-4}	-114	-105
10^{-5}	-112	-113
10^{-6}	-104	-102
10^{-7}	-83	-85
10^{-8}	-70	-84

Lampiran I Data Potensial Membran tanpa MSG

Tabel I.1 : Pengukuran pada KCl

Lampiran J Interpretasi Data

Tabel J.1 : Kepekaan Sensor

No	xi (M)	yi (mV)	xi- x̄	yi- ȳ	(xi- x̄)(yi- ȳ)	(xi- x̄) ²
1	1	-154	-3,5	-0,38	1,31	12,25
2	2	-180	-2,5	-26,38	65,94	6,25
3	3	-188	-1,5	-34,38	51,56	2,25
4	4	-175	-0,5	-21,38	10,69	0,25
5	5	-175	0,5	-21,38	-10,69	0,25
6	6	-158	1,5	-4,38	-6,56	2,25
7	7	-122	2,5	31,63	79,06	6,25
8	8	-77	3,5	76,63	268,19	12,25
Σ	36	-1229	0	0,00	459,50	42

Keterangan :

xi merupakan $-\log[MSG]$

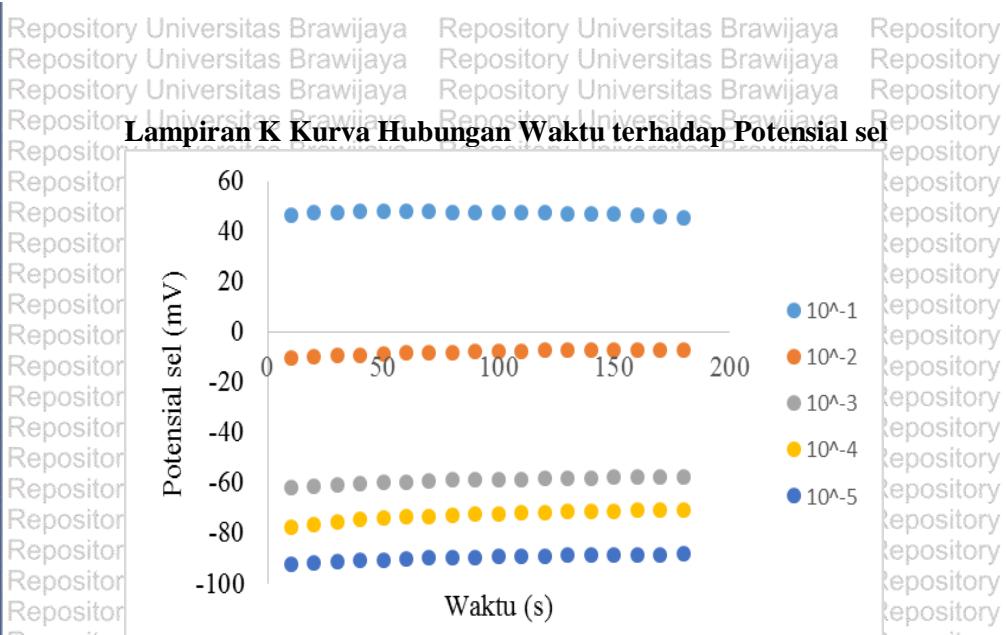
yi merupakan potensial sel

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{36}{8} = 4,5$$

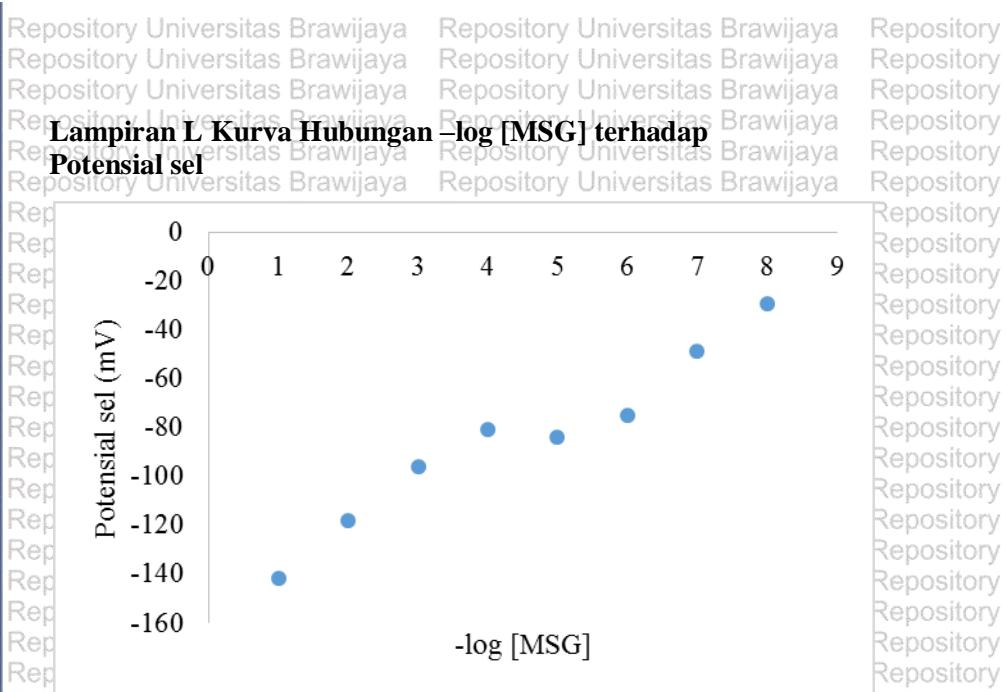
$$\bar{y} = \frac{\sum yi}{n} = \frac{-1229}{8} = -153,63$$

$$b = \frac{\sum (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sum (xi - \bar{x})^2} = \frac{459,50}{42} = 10,94$$

b merupakan kepekaan sensor (mV/dekade)



Gambar K.1 : Kurva hubungan waktu terhadap potensial sel pada HCl pH 5



Gambar L.1 : Kurva hubungan $-\log [\text{MSG}]$ terhadap potensial sel dari membran tanpa MSG



Lampiran M Perhitungan fraksi molekul MSG pada masing-masing pH

$$pK_{a_1} = 2,10$$

$$pK_{a_2} = 4,07$$

$$pK_{a_3} = 9,47$$

Konsentrasi MSG yang digunakan adalah 10^{-4} M dalam 10 mL jumlah mol molekul MSG adalah 10^{-4} mmol/mL \times 10 mL = 10^{-3} mmol.

Diasumsikan $[A^-]$ adalah konsentrasi molekul MSG bermuatan negatif 1 (G1) dan $[HA]$ adalah konsentrasi molekul MSG tidak bermuatan (G0).

$$[HA] + [A^-] = 10^{-3} \text{ mmol}, \text{ diasumsikan } [A^-] = x, \text{ maka}$$

$$[HA] = 10^{-3} - x$$

$$\bullet \quad \text{pH 4}$$

$$\text{pH} = pI_1 + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$4 = 3,22 + \log \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$0,78 = \log \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$6,026 = \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$x = 0,86 \times 10^{-3}$$

$$10^{-3} - x = 0,14 \times 10^{-3}$$

$$\% A^- = 86\%$$

$$\% HA = 14\%$$

$$\bullet \quad \text{pH 5}$$

$$\text{pH} = pI_1 + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$5 = 3,22 + \log \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$1,78 = \log \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$60,26 = \frac{x}{10^{-3}-x}$$

$$x = 9,8 \times 10^{-3}$$

$$10^{-3} - x = 0,02 \times 10^{-3}$$

$$\% A^- = 98\%$$

$$\% HA = 2\%$$

Lampiran N Uji Statistika Pengaruh Konsentrasi MSG dalam Membran

Tabel N.1 Uji Statistika Pengaruh Konsentrasi MSG dalam Membran Terhadap Kepakaan Sensor dengan tingkat signifikansi 0,05

Konsentrasi	Ulangan						
	1	2	3	4	T _i	T _i ²	T _i ² /N
0.50	10.94	8.62	9.98	7.03	36.57	1337.36	445.79
1.00	9.86	4.91	1.10	1.59	17.46	304.85	101.62
5.00	-2.37	1.17	0.53	0.90	0.23	0.05	0.02
x _j ²	222.52	99.78	101.09	52.76	54.26	-	547.42

$$\Sigma x_{ij}^2 = 222,52 + 99,78 + 101,09 + 52,76 = 476,15$$

$$SSB = \left(\sum \frac{T_i^2}{n} \right) - \sum \frac{(T_{ij})^2}{N} = 547,42 - 245,35 = 302,08$$

$$SST = (\sum \sum x_{ij}^2) - \frac{\sum (T_i)^2}{N} = 476,15 - 245,35 = 230,81$$

$$SSW = SST - SSB = 230,81 - 302,08 = -71,27$$

$$ASB = \frac{SSB}{df_{h-1}} = \frac{302,08}{3-1} = 151,04$$

$$ASW = \frac{SSW}{SSA} = \frac{-71.27}{-10.5} = -7.92$$

$$F_{hitung} = \frac{ASB}{SST} = \frac{151,05}{1000} = 19,07$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\text{ASB}}{\text{ASW}} = \frac{151,05}{-7,92} = -19,07$$

F_{tabel} dengan tingkat signifikansi 0,05 = 4,26

$F_{hitung} > F_{tabel}$ H_0 ditolak, jadi ada perbedaan pada rata-rata data.

Lampiran O Uji Statistika Pengaruh Konsentrasi MSG dalam Membran

Tabel O.1 Uji Statistika Pengaruh pH Terhadap Kepekaan Sensor dengan tingkat signifikansi 0,05

pH	Ulangan					
	1	2	3	4	Ti	Ti ²
4	-38,47	-35,15	-28,10	-27,45	-129,17	16684,89
5	-32,23	-32,71	-35,04	-33,02	-133,00	17689,00
6	-20,75	-27,43	-21,43	-15,64	-85,25	7267,56
7	4,15	-19,12	-25,31	-17,53	-57,81	3342,00
xij ²	2966,50	3423,45	3117,25	2395,73	-405,23	2811,47

$$\Sigma x_{ij}^2 = 2966,50 + 3423,45 + 3117,25 + 2395,73 = 11902,93$$

$$SSB = \left(\sum \frac{T_i^2}{n} \right) - \sum \frac{(T_i)^2}{N} = 2811,47 - 10263,21 = -7451,74$$

$$SST = \left(\sum \sum x_{ij}^2 \right) - \sum \frac{(T_i)^2}{N} = 11902,93 - 10263,21 = 1639,72$$

$$SSW = SST - SSB = 1639,72 - (-7451,74) = 9091,47$$

$$ASB = \frac{SSB}{(h-1)} = \frac{-7451,74}{4-1} = -2483,91$$

$$ASW = \frac{SSW}{(N-h)} = \frac{9091,47}{16-4} = 757,62$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{ASB}{ASW} = \frac{-2483,91}{757,62} = -3,28$$

F_{tabel} dengan tingkat signifikansi 0,05 = 3,49

F_{hitung} < F_{tabel} H₀ diterima, jadi tidak ada perbedaan secara signifikan pada rata-rata data.