

**SENSOR OPTIK FORMALDEHID BERBASIS**

**BAHAN SILIKA NANOMATERIAL**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia*



**Oleh:**

**INDRIA YULINA  
14036027/2014**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

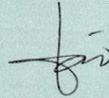
**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**SENSOR OPTIK FORMALDEHID BERBASIS BAHAN SILIKA  
NANOMATERIAL**

**Nama** : Indria Yulina  
**Nim** : 14036027  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2018

Pembimbing



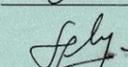
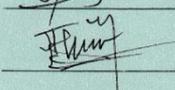
Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D  
NIP. 19700902 199801 1 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia  
Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Judul : Sensor Optik Formaldehid Berbasis Bahan Silika Nanomaterial  
Nama : Indria Yulina  
NIM : 14036027  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2018

Nama	Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua	: Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph,D	
2. Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	
3. Anggota	: Drs. Bahrizal, M.Si	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

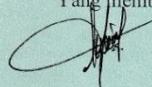
Nama : Indria Yulina  
TM/NIM : 14036027/2014  
Tempat/Tanggal Lahir : Pariaman / 19 Juli 1996  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : MIPA  
Alamat : Jl. H. Mohd.Noer, Desa Koto Marapak, Kec.  
Pariaman Timur Kota Pariaman  
No.HP/Telepon : 082174563614  
Judul Skripsi : Sensor Optik Formaldehid Berbasis Bahan Silika  
Nanomaterial

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/ skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/ skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/ skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/ skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/ skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi..

Padang, Agustus 2018  
Yang membuat pernyataan,



Indria Yulina  
NIM : 14036027

## ABSTRAK

### **Indria Yulina, 2018 : Sensor Optik Formaldehid Berbasis Bahan Silika Nanomaterial**

Telah dilakukan penelitian tentang desain sensor optik formalin berbasis silika nanomaterial menggunakan  $\text{KMnO}_4$  sebagai pereaksi secara spektrofotometri UV-Vis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spektrofotometri UV-Vis reflektan, dimana pereaksi  $\text{KMnO}_4$  diimobilisasi dengan silika nanomaterial yang dilakukan dengan mengambil silika nanomaterial dan menambahkan beberapa tetes larutan  $\text{KMnO}_4$ . Hasil yang didapatkan yaitu terdapatnya silika warna ungu. Selanjutnya yaitu uji respon sensor optik formalin diuji dengan menambahkan dengan larutan formalin. Hasil analisis yang didapatkan menunjukkan sensor berubah warna dari ungu menjadi warna coklat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimum dari sensor optik formalin berbasis silika nanomaterial yang terimobilisasi dengan  $\text{KMnO}_4$  adalah pada konsentrasi larutan  $\text{KMnO}_4$  sebesar 0,01 M pada konsentrasi formalin 0,01 M, pH 9, dan waktu optimum terbentuk pada menit ke-5 pada panjang gelombang 707 nm. Validasi metode analisis formalin menggunakan  $\text{KMnO}_4$  dalam silika nanomaterial secara spektrofotometri UV-Vis reflektan memberikan persamaan regresi linear  $y = 52.20x + 1.617$  dengan nilai  $R^2 = 0,964$ ; LOD (Limit of Detection) 0,02 M; LOQ (Limit of Quantification) 0,08 M; %RSD = 0,13 %; dan % recovery = 107,3 %. Berdasarkan hasil validasi, metoda ini dapat digunakan untuk menentukan kadar formalin menggunakan larutan  $\text{KMnO}_4$  secara spektrofotometri UV-Vis.

**Kata kunci :** *Formalin,  $\text{KMnO}_4$ , Spektrofotometri UV-Vis Reflektance*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sensor Optik Formaldehid Berbasis Bahan Silika Nanomaterial”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Tugas Akhir 2 pada program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait yang membantu dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing
2. Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si selaku dosen penasehat akademik
3. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si dan Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si selaku dosen pembahas
4. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
5. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
7. Kedua Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan semangat kepada penulis.
8. Teman-teman jurusan kimia Universitas Negeri Padang.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	
2.1 Formalin.....	5
2.2 $\text{KMnO}_4$ .....	9
2.3 Sensor Optik Formalin.....	9
2.4 Spektrofotometer UV-Vis.....	12
2.5 Validasi Metoda Analisis.....	15
2.6 Uji Analisis Regresi .....	18
BAB III METODA PENELITIAN .....	
3.1 Waktu Pelaksanaan .....	21
3.2 Tahapan Penelitian.....	21
3.3 Alat dan Bahan .....	21
3.4 Prosedur Kerja .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	
4.1 Sintesis Silika Nanomaterial .....	28
4.2 Uji Respon Formalin.....	30
4.3 Optimasi Reaksi Formaldehid dengan pereaksi $\text{KMnO}_4$ .....	32
4.4 Validasi Metoda Analisis .....	35
BAB V PENUTUP .....	
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
Daftar Pustaka .....	43
Lampiran.....	46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema alat spektrofotometer UV-Vis sampel padat .....	14
Gambar 4.1 Hasil uji XRD.....	29
Gambar 4.2 Hasil uji SEM .....	29
Gambar 4.3 Uji Respon Formalin .....	30
Gambar 4.4 Kurva hubungan variasi konsentrasi $\text{KMnO}_4$ terhadap nilai reflektansi .....	32
Gambar 4.5 Kurva hubungan variasi pH terhadap nilai reflektansi .....	33
Gambar 4.6 Kurva waktu respon $\text{KMnO}_4$ dengan formalin.....	34
Gambar 4.7 Kurva kalibrasi formalin .....	36

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data warna berdasarkan panjang gelombang.....	14
Tabel 4.1 Data Nilai LOD dan LOQ.....	36
Tabel 4.2 Data Nilai Uji Presisi .....	37
Tabel 4.3 Data nilai koefisien determinasi menggunakan program SPSS 16.....	39
Tabel 4.4 Data nilai analisis ANOVA menggunakan program SPSS 16.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Skema Kerja Penelitian Secara Umum.....	46
Lampiran 2 Prosedur Kerja .....	47
Lampiran 3 Perhitungan Pembuatan Larutan.....	53
Lampiran 4 Data Optimasi Konsentrasi Larutan $\text{KMnO}_4$ .....	59
Lampiran 5 Data Optimasi Pengaruh pH terhadap sensor formalin .....	60
Lampiran 6 Data Optimasi Waktu Respon .....	61
Lampiran 7 Data Kurva Kalibrasi .....	62
Lampiran 8 Data dan Perhitungan LOD dan LOQ .....	63
Lampiran 9 Data dan Perhitungan Uji Presisi .....	64
Lampiran 10 Data dan Perhitungan Uji Akurasi.....	65
Lampiran 11 Data dan Perhitungan Uji Aplikasi Pada Sampel Bakso .....	67
Lampiran 12. Menentukan $f_{\text{tabel}}$ dan $t_{\text{tabel}}$ pada program SPSS .....	68

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada dasarnya makanan tidak tahan lama untuk di simpan, terutama bahan makanan yang mengandung kadar air yang tinggi. Penyimpanan makanan yang relatif singkat sangat merugikan produsen maupun industri makanan. Hal ini memicu produsen industri kecil menengah dan industri rumah tangga untuk menggunakan bahan tambahan sebagai pengawet. Bahan tambahan makanan adalah bahan yang ditambahkan dengan sengaja kedalam makanan dalam jumlah kecil dengan tujuan untuk memperbaiki bentuk, citarasa, tekstur, dan meningkatkan nilai gizi serta memperpanjang daya simpan dalam makanan tersebut (Dhimas, 2010). Penggunaan bahan tambahan dilarang jika bertujuan untuk menutupi mutu yang rendah serta menyembunyikan cara pengolahan yang tidak baik bagi kesehatan (Purwanti, 2003).

Formalin adalah suatu larutan formaldehid dalam air dengan kadar 35–40%. Formalin mempunyai fungsi sebagai antibacterial agent yang dapat memperlambat aktivitas bakteri dalam makanan yang mengandung banyak protein, maka formalin bereaksi dengan protein dalam makanan dan membuat makanan menjadi awet (Singgih H, 2013).

Metode analisis formalin terbagi atas dua macam yaitu metoda kualitatif dan metoda kuantitatif. Analisis kualitatif formalin biasanya didasarkan pada reaksi warna seperti tes Fehling, tes Tollens, tes asam kromatofat, dan lain sebagainya, sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu dengan titrasi volumetrik,

spektrofotometri, kromatografi gas, dan kromatografi cair kinerja tinggi. Pada penelitian ini peneliti memilih metode analisis kuantitatif yang sederhana, cepat, ekonomis, memiliki sensitivitas dan selektifitas yang baik, yaitu metode spektrofotometri UV-Vis berbasis bahan nanomaterial.

Formalin tidak memiliki gugus kromofor atau ikatan rangkap terkonjugasi dan tidak berwarna sehingga tidak dapat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu reagen yang dapat bereaksi dengan formalin dan menghasilkan perubahan warna. Dalam penelitian ini, digunakan  $\text{KMnO}_4$  sebagai bahan pereaksi, pada  $\text{KMnO}_4$  merupakan pereaksi spesifik dari formalin yang merupakan oksidator kuat sehingga dapat mengoksidasi formaldehid yang ditandai dengan hilangnya warna kalium permanganat dan terbentuknya endapan coklat. Sehingga senyawa ini dapat diamati intensitas pantulannya dengan Spektrofotometer UV-Vis berbasis bahan nanomaterial (Sudjarwo dkk, 2013).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka penulis mengajukan penelitian untuk menganalisis formalin menggunakan reaksi formalin dengan  $\text{KMnO}_4$  secara Spektrofotometri UV-Vis berbasis bahan nanomaterial.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Formalin merupakan bahan pengawet yang sangat sering ditemukan didalam bahan pangan yang mengandung kadar air tinggi seperti ikan. Jika formalin

masuk ke dalam tubuh maka ia akan bersifat karsinogenik dan mutagenik yang dapat memicu tumbuhnya sel kanker dan cacatnya gen dalam tubuh.

2. Metoda analisis formalin kuantitatif yang relative rumit, mahal, dan memiliki sensitivitas dan selektifitas yang lama menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dalam penelitian ini masalah dibatasi pada :

1. Silika nanomaterial sebagai asas sensor optik formaldehid.
2. Penentuan kondisi optimum reaksi formalin dengan  $\text{KMnO}_4$  pada bahan nanomaterial.
3. Validasi metode analisis formaldehid berdasarkan silika nanomaterial dilakukan dengan pembuatan kurva kalibrasi dan penentuan linearitas, penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ), uji presisi, dan uji akurasi.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah diatas didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah silika nanomaterial dapat dijadikan asas sensor optik formalin dengan  $\text{KMnO}_4$ ?
2. Bagaimana kondisi optimum reaksi antara formalin dengan  $\text{KMnO}_4$  pada bahan silika nanomaterial?

3. Bagaimana validasi metode analisis formalin menggunakan  $\text{KMnO}_4$  secara Spektrofotometri UV-Vis berbasis bahan silika nanomaterial.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah diatas didapatkan tujuan penelitian dalam proposal ini sebagai berikut :

1. Merancang sensor optik formaldehid berbasis bahan silika nanomaterial yang terimobilisasi dengan  $\text{KMnO}_4$ .
2. Menentukan optimasi dari sensor optik formaldehid.
3. Mendapatkan validasi metode analisis reaksi formaldehid dengan  $\text{KMnO}_4$  pada bahan silika nanomaterial secara Spektrofotometri UV-Vis.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian diatas didapatkan manfaat penelitian dalam proposal ini sebagai berikut :

1. Dapat memberikan gambaran tentang reaksi antara formaldehid dengan  $\text{KMnO}_4$  pada uji respon.
2. Sebagai sumber referensi untuk penelitian tentang analisis kandungan Formaldehid.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Formalin**

##### **2.1.1 Pengertian Formalin**

Formaldehid (formalin) adalah anggota paling sederhana dari senyawa aldehid dengan rumus molekul  $\text{CH}_2\text{O}$  yang sangat reaktif dan mudah mengikat air. Senyawa ini dikenal dengan dua bentuk yaitu dalam bentuk gas dikenal sebagai formaldehid dan bentuk cair sebagai formalin (Noordiana dkk, 2011). Formalin merupakan larutan formaldehid dalam air dengan kadar 37% dan biasanya ditambahkan metanol hingga 15% yang digunakan sebagai pengawet (Singgih H, 2013).

Formaldehid ( $\text{HCHO}$ ) merupakan gas polutan dalam ruangan yang paling umum. Formaldehid dianggap beracun dan bersifat karsinogenik. Sumber utama  $\text{HCHO}$  pada dasarnya berasal dari pembakaran dan emisi yang tidak sempurna dari cat, linoleum, pernis, pelapis, timbers, dan produk plastik. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan batas ambang batas formalin yang diperbolehkan adalah 0,08 ppm dan Institut Nasional untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional (NIOSH) menetapkan batas maksimum sebesar 0,016 ppm. Banyak metode deteksi formalin yang dilakukan diantaranya menggunakan spektrofotometer, kromatografi, fluoresensi, piezoresistance, polarografi, mikrokontroler kuarsa kristal, sistem mikroelektrik mekanis, oksida logam film, dan polimer konduktif. Baru-baru ini, perhatian lebih diberikan pada

pengembangan sensor formalin yang lebih sensitif, spesifik, murah, dan dapat diandalkan dengan pemantauan secara real-time (Tang, et al, 2017).

Formaldehid atau formalin bersifat beracun yang dapat membunuh bakteri dan virus sekaligus merusak sel manusia. Produsen makanan terkadang menambahkan Formaldehid ke makanan seperti ikan, daging, susu, dan lain-lain untuk memperpanjang masa simpannya. Banyak makanan seperti ikan secara alami mengandung sejumlah kecil formaldehid. Namun, pada beberapa kasus formalin ditambahkan secara sengaja kepada ikan hasil tangkapan sebagai pengawet sehingga menyebabkan ikan mengandung formalin dalam jumlah besar (Niloy Jaman, *et al*, 2015).

### 2.1.2 Sifat fisika dan kimia formaldehid

Rumus Molekul	: CH <sub>2</sub> O
Rumus Struktur	: 
Nama IUPAC	: <i>Formaldehyde</i>
Nama trivial	: Formalin, formalith, formol, <i>Formic Aldehyde</i> , <i>Methaldehyde</i> , <i>Morbicid</i> , <i>Oxamethane</i> , <i>Paraform</i> , <i>Methanal</i> , <i>Methylene Oxide</i> , <i>Oxymethylene</i>
Massa molar	: 30,02 g/mol
Kelarutan	: Larut dalam air, dietil eter, aseton
Densitas	: 0.8153 g/cm <sup>3</sup> pada suhu -25°C
Tekanan Uap	: 2.4 kPa pada suhu 20°C
Titik didih	: 98°C (208,4°F)
pH	: 2,8-4,0.

### 2.1.3 Kegunaan Formalin

Formalin biasa digunakan sebagai bahan pengawet dalam ahli kedokteran, misalnya digunakan sebagai pengawet mayat atau hewan untuk keperluan penelitian di laboratorium. Formalin banyak digunakan juga sebagai desinfektan untuk pembersih lantai, kapal, gudang, pakaian, dan sebagai insektisida pada tanaman, sayuran, serta sebagai pembasmi lalat dan serangga lainnya (Noorhamdani dkk, 2011).

Didalam industri perikanan, formalin digunakan untuk menghilangkan bakteri yang biasa hidup di sisik ikan. Formalin sangat efektif digunakan dalam pengobatan penyakit ikan akibat ektoparasit seperti kulit berlendir. Meskipun demikian, bahan ini juga sangat beracun bagi ikan. Formalin juga digunakan dalam pengawetan sampel ikan untuk keperluan penelitian dan identifikasi (Yuliarti, 2007).

Didalam industri makanan, formalin digunakan sebagai *Antibacterial Agent* dan zat pengawet dalam pengolahan makanan. Formalin secara luas digunakan dalam pengolahan makanan untuk pemutihan dan juga digunakan sebagai zat pengawet untuk mencegah pembusukan/kerusakan yang disebabkan oleh kontaminasi mikroorganisme. Formalin juga digunakan sebagai pengawet makanan kering, serta didalam minyak dan lemak (Wang, S dkk, 2007).

Di industri, formalin digunakan dalam insulasi, pewarna dan plastik konstruktif, tekstil dan industri kayu dan kayu lapis, serta digunakan pada beton dan plester, bingkai kaca, alat pemadam kebakaran, elektroda platinum, kabel, karet, furnitur, karpet dan papan dinding. Meskipun kita tidak menyadarinya,

formalin juga digunakan pada kehidupan sehari-hari, seperti pembersih rumah berbasis cairan, deodoran, pasta gigi dan produk kosmetik, desinfektan uap dan desinfektan, tinta, foto, kartun, kertas dan perekat lainnya (Mehmet Inci, *et al*, 2013).

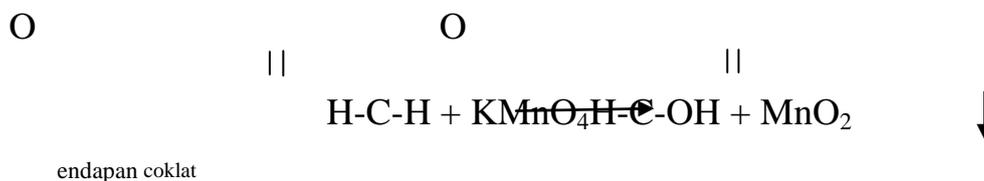
#### **2.1.4 Toksikitas Formalin**

Menurut IPCS (*Programme on International Chemical Safety*) yang mengkhususkan pada keselamatan penggunaan bahan kimiawi, secara umum ambang batas aman di dalam tubuh adalah 1 miligram per liter. Sementara formalin yang boleh masuk ke tubuh dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 mg hingga 14 mg per hari. Bila formalin masuk ke tubuh melebihi ambang batas tersebut maka dapat mengakibatkan gangguan pada organ dan sistem tubuh manusia. Akibat yang ditimbulkan terjadi dalam waktu singkat atau jangka pendek maupun dalam jangka panjang, bisa melalui hirupan, kontak langsung dan tertelan (Hastuti, 2010).

Di dalam tubuh manusia, senyawa formaldehid dikonversi menjadi asam format yang dapat meningkatkan keasaman darah, sesak nafas, hipotermia, koma hingga kematian sesuai kadar formalin yang masuk ke dalam tubuh. Selain itu juga dapat menyebabkan kanker (karsinogenik), kerusakan hati, jantung, otak, limpa, pankreas, sistem susunan saraf pusat dan ginjal. Di dalam jaringan tubuh, formalin bisa menyebabkan terikatnya DNA oleh formalin, sehingga mengganggu ekspresi genetik yang normal atau bersifat mutagenik (Purawisastra S & Sahara E, 2011).

## 2.2 KMnO<sub>4</sub>

Kalium permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat bereaksi dengan cara yang berbeda-beda, tergantung dari pH larutannya. Kekuatannya sebagai oksidator kuat juga sesuai dengan reaksi yang terjadi pada pH yang berbeda itu (Rahmadani, 2011). Kalium Permanganat sebagai oksidator kuat dapat mengoksidasi formaldehid yang terkandung dalam formalin yang ditandai dengan hilangnya warna kalium permanganat yang awalnya berwarna ungu. Fessenden & Fessenden (1997) menyatakan bahwa semua aldehyd termasuk formalin dapat teroksidasi menjadi asam karboksilat pereaksinya dengan KMnO<sub>4</sub>. Jika warna segera menghilang/memudar berarti bahan makanan mengandung aldehyd yang bersifat mereduksi kalium permanganat. Kalium permanganat juga bersifat desinfektan yang digunakan dalam laboratorium untuk menganalisis kadar besi dalam baja dengan mengoksidasi ion Fe<sup>2+</sup> (Hiskia Ahmad, 2001).



## 2.3 Sensor Optik Formaldehid

Sensor merupakan elemen penting pada sistem instrumentasi yang dapat mengkonversikan suatu besaran fisis yang akan diukur ke dalam bentuk sinyal elektrik. Sensor akan mengubah besaran non listrik menjadi besaran listrik. Sedangkan transduser merupakan alat instrumentasi untuk merubah suatu bentuk energi ke bentuk energi yang lain (Bishop, 1995). Berdasarkan jenisnya, sensor dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

### 2.3.1 Sensor Pasif

Sensor pasif tidak dapat menghasilkan tegangan sendiri sehingga memerlukan catu daya eksternal. Tetapi sensor ini dapat menghasilkan perubahan nilai resistansi, kapasitansi atau induktansi apabila mengalami perubahan kondisi pada lingkungan sekitarnya. Sensor pasif umumnya terdiri dari tiga jenis diantaranya :

- a. Sensor resistif, digunakan sebagai detektor untuk mengukur resistansi. Umumnya terdiri dari potensiometer, strain gauge, RTD (*Resistance Temperatur Detector*), *thermistor*, *hygrometer resistif* dan *psychometer*.
- b. Sensor Kapasitif dan Induktif, digunakan untuk mengukur kepadatan, aliran, dan panjang.
- c. Sensor Photo, dapat mengubah besar arus listrik jika terkena cahaya/sinar. Besarnya arus listrik akan dimanfaatkan untuk mengetahui keadaan yang ingin diukur.

### 2.3.2 Sensor Aktif

Sensor aktif tidak memerlukan catu daya dari luar, sensor ini dapat menghasilkan energi listrik berupa tegangan DC (Sugiharto, 2002). Sensor optik atau lebih dikenal dengan sensor cahaya merupakan sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya maupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan. Contohnya adalah *photocell*, *phototransistor*, *photodiode*, *photovoltaic*, *photomultiplier*, *pyrometer optic* dan sebagainya (Fraden, 2014).

Sensor formalin dalam dua dekade terakhir abad ke-20, sejumlah metode analisis untuk penentuan formaldehid telah dipublikasikan. Metode dalam analisis formalin diantaranya menggunakan metode spektrofotometri, kromatografi gas (GC), kromatografi cair kinerja tinggi, kromatografi ion dan polarografi. Namun metode ini memerlukan instrumentasi yang mahal dengan daya yang tinggi serta memerlukan operator yang terlatih dengan baik, metode ini tidak dapat memberikan informasi pemaparan formaldehid secara real-time.

Untuk menyederhanakan pengukuran formaldehida, Hopkins dkk. Mengajukan alat detektor Helium Ionization Detector (pHID) berkapasitas GC yang mengacu pada deteksi formaldehid yang dirancang untuk beroperasi pada frekuensi yang relatif tinggi ( $> 10 \text{ h}^{-1}$ ). Sensor ini bekerja dengan cara bereaksi dengan gas yang menarik dan menghasilkan sinyal listrik yang sebanding dengan konsentrasi gas. Namun, masa pakai sensor elektrokimia sangat bergantung pada jumlah total gas yang digunakan sensor selama pemakaian, serta kondisi lingkungan lainnya.

Pada tahun 1996, Vianello dkk mengemukakan sebuah sistem deteksi formaldehid potensiometrik berdasarkan transistor efek selektif aldehid dehidrogenase ion-ion (ISFET). Dalam pendekatan yang diusulkan, gas formaldehid dilarutkan dalam larutan berair dan kemudian diendapkan pada permukaan ISFET yang dilapisi dengan enzim nicotinamide adenine dinucleoside (NAD). Konsentrasi formaldehida kemudian ditentukan dengan mengukur perubahan sinyal keluaran ISFET selama reaksi antara molekul formaldehid dan enzim. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tegangan keluaran sensor meningkat

secara linier dengan sensor formaldehid dengan meningkatnya konsentrasi (Po-Ren Chung, 2013).

Sampai saat ini, berbagai metode analisis telah dikembangkan untuk mendeteksi formaldehida fasa gas, misalnya kromatografi cair kinerja tinggi, kromatografi gas, metode elektrokimia, dan kristal kuarsa mikroba. Meskipun pendekatan ini memberikan pengujian yang akurat dan ultrasensitif, metode ini memiliki keterbatasan yaitu memerlukan peralatan canggih, mahal dan memakan waktu yang lama. Metode lain yang lebih sederhana serta dapat digunakan secara luas, diantaranya adalah sensor kolorimetrik yang bersifat portable, ekonomis, dan memberikan respon yang cepat. Banyak sensor kolorimetrik yang telah dirancang untuk menguji formaldehida seperti penerapan asam kromotropik, indikator pH, dan pigmen nanoporous (Wang, 2013).

#### **2.4 Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometer *UV-Visible* (UV-Vis) merupakan alat untuk mengukur respon yang dihasilkan dari interaksi kimia suatu zat dengan sinar/cahaya daerah UV-Vis yang melewatinya. Apabila sinar/cahaya yang jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar masuk akan dipantulkan, sebagian sinar lagi akan diserap oleh medium, dan sisanya akan diteruskan. Hal ini dapat diukur dan dinyatakan sebagai reflektansi, absorbansi, dan transmitan. Reflektansi merupakan pengukuran besarnya cahaya yang dipantulkan oleh suatu bahan. Nilai absorbansi menunjukkan perbandingan intensitas sinar yang diserap zat terhadap intensitas sinar asal sedangkan transmitan merupakan fraksi antara intensitas sinar yang masuk terhadap intensitas sinar yang keluar (Parven N, Rohan Y. 2011)

Spektrofotometer terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembandingan (Khopkar, 1990).

Pengukuran dengan Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak digunakan untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Metoda ini sangat sensitif dan dengan demikian sangat cocok untuk tujuan analisis. Spektrofotometri UV-Vis sangat kuantitatif dan jumlah sinar yang diserap oleh sampel dikemukakan dalam hukum Lambert-Beer (Levine, 2009).

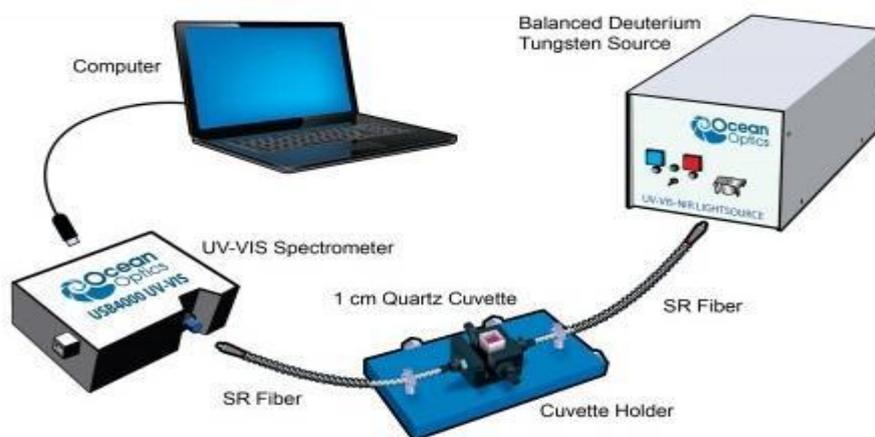
Ruang lingkup Spektrofotometri dapat diperluas dengan menggunakan reaksi warna, yang diiringi dengan peningkatan sensitivitas atau selektivitas. Reaksi warna digunakan untuk memodifikasi spectrum dari molekul pengabsorbansi sehingga dapat dideteksi pada daerah visibel dan terpisah dari senyawa pengganggu (Susanti Sanny, 2010).

Prinsip kerja Spektrofotometri (UV-Vis atau IR) yaitu “adanya interaksi antara materi dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu”. Perbedaannya terletak pada panjang gelombang yang digunakan.

Tabel 2.1 Data warna berdasarkan panjang gelombang(Christian, 2004)

Panjang Gelombang (nm)	Warna-Warna yang Diserap	Warna Komplementer (Warna yang Terlihat)
380-450	Ungu	Hijau Kekuningan
450-495	Biru	Kuning
495-570	Hijau	Ungu
570-590	Kuning	Biru
590-620	Jingga	Biru Kehijauan
620-750	Merah	Hijau Kebiruan

Spektrofotometer *Ocean Optics* merupakan perangkat yang dapat mengukur reflektansi, transmittan dan absorbansi. Spektrofotometer ini terdiri dari 3 komponen utama yaitu sumber cahaya, pemilih panjang gelombang (*wavelength selector*) dan detektor yang dapat dilihat pada Gambar 6 (*OceanOpticsInc* 2013).



Gambar 2.1 Skema alat spektrofotometer UV-Vis sampel padat (*OceanOpticsInc*, 2013).

Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk informasi kualitatif maupun kuantitatif. Spektrofotometri UV-Vis lebih banyak digunakan untuk analisis kuantitatif karena melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang akan dianalisis. Dalam aspek kuantitatif, suatu berkas radiasi dikenakan pada larutan sampel dan intensitas sinar radiasi yang diteruskan diukur besarnya. Radiasi yang diserap oleh sampel ditentukan dengan membandingkan intensitas sinar yang diteruskan dengan intensitas sinar yang diserap.

Metode spektrofotometer inilah yang paling tepat untuk menetapkan antara lain konsentrasi zat-zat dalam larutan. Setiap komponen dari instrumen yang dipakai harus berfungsi dengan baik untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimum (Parven N, Rohan Y. 2011).

## **2.5 Validasi Metode Analisis**

Validasi metode analisis yaitu proses pengujian karakter kinerja metode analisis terhadap parameter tertentu, melalui serangkaian uji laboratorium, agar dapat membuktikan parameter tersebut memenuhi syarat dalam penggunaannya. Menurut ISO 17025 (2005), validasi metode ditunjukkan untuk menjamin bahwa metode analisis yang digunakan memenuhi spesifikasi yang dapat diterima dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Beberapa parameter analisis yang harus dipertimbangkan dalam validasi yaitu:

1. Keseksamaan (*Precision*)

Keseksamaan merupakan ukuran derajat keterulangan dari metode analisis yang memberikan hasil yang sama pada beberapa perulangan. Presisi menggambarkan kedekatan kesapakan (derajat penyebaran) antara serangkaian

pengukuran yang diperoleh dari beberapa pengujian sampel, untuk mengevaluasi ketelitian dari data analisis adalah dengan menghitung simpangan baku (SD), simpangan baku relatif (RSD) atau koefisien variasi (CV) (Chan, 2004).

Simpangan baku (SD) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(N-1)}}$$

Keterangan : SD = Simpangan baku

X = Nilai dari masing-masing pengukuran

$\bar{X}$  = Rata-rata dari pengukuran

N = Banyaknya data

Dan simpangan baku relatif (RSD) dirumuskan sebagai berikut :

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \%$$

Keterangan : % RSD = Persen simpangan baku relatif

SD = Simpangan baku

$\bar{X}$  = Rata-rata dari pengukuran ( Harmita, 2004).

## 2. Kecermatan (*Accuracy*)

Kecermatan adalah suatu ukuran yang menunjukkan kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Ketepatan dapat juga menyatakan kedekatan dengan nilai yang dapat diterima atau seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai benar yang diperkirakan. Nilai benar dapat diperoleh dengan cara membandingkan hasil metode dengan metode referensi yang sudah ditetapkan. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Penentuan kecermatan menggunakan dua metode yaitu metode

simulasi (*spiked-placebo recovery*) atau metode penambahan baku (*standard addition method*). Akurasi perolehan kembali yang umum digunakan adalah 80-110 %. Nilai % *recovery* (%R) dapat juga ditetapkan melalui persamaan berikut :

$$\%R = \frac{C_s}{C} \times 100 \%$$

Keterangan :  $C_s$  = Konsentrasi formaldehid yang ditentukan (M)

$C$  = Konsentrasi formaldehidsebenarnya (M) (Ulianas, 2011).

Dengan menggunakan persamaan  $Y = ax + b$ , dengan memasukkan harga :

$Y$  = Absorbansi

$X$  = Konsentrasi

### 3. Linearitas Kurva Kalibrasi

Linieritas merupakan kemampuan metode analisis (dalam kisaran tertentu) untuk mendapatkan hasil uji yang berbanding lurus dengan konsentrasi dari analit dalam sampel (EMEA, 1995). Linearitas suatu metode merupakan ukuran seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon ( $y$ ) dengan konsentrasi ( $x$ ). Linearitas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda. Data yang diperoleh selanjutnya ditentukan nilai kemiringan (*slope*), intersep, dan koefisien korelasinya. Pada keadaan normal, linearitas diperoleh ketika nilai koefisien determinasinya ( $r^2 \geq 0,997$ ) (Harsojo dkk, 2012).

### 4. Batas Deteksi (*Limit of detection*, LOD) dan Batas Kuantifikasi (*limit of quantification*, LOQ)

Limit deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan. Limit deteksi merupakan parameter tes kuantitatif untuk tingkat rendah senyawa dalam matriks sampel.

Batas deteksi dan batas kuantifikasi dapat dihitung secara statistik melalui persamaan garis regresi linier dari kurva kalibrasi. Nilai pengukuran akan sama dengan nilai b pada persamaan garis lurus  $y = ax + b$ , sedangkan simpangan baku blanko sama dengan simpangan baku relatif.

$$\frac{SY}{X} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{Y} - y_i)^2}{n-2}}$$

$$LOD = 3 \frac{\frac{SY}{X}}{\text{Slope}}$$

$$LOQ = 10 \frac{\frac{SY}{X}}{\text{Slope}}$$

Keterangan : LOD = Batas Deteksi

LOQ = Batas kuantifikasi

$\frac{SY}{X}$  = Simpangan baku Residual (Harmita, 2004).

## 2.6 Uji Analisis Regresi

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen, respon, y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen, prediktor, x). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari 1 variabel bebas, disebut sebagai regresi linier berganda.

Beberapa uji yang dilakukan dalam analisa regresi linier diuraikan sebagai berikut :

### 1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi adalah besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel  $y$  yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai  $R^2$  berkisar antara 0 sampai 1. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) ini mencerminkan seberapa besar variasi dari variabel terikat  $Y$  dapat diterangkan oleh variabel bebas  $X$ . Bila nilai koefisien determinasi sama dengan 0 ( $R^2 = 0$ ), artinya variasi dari  $Y$  tidak dapat diterangkan oleh  $X$  sama sekali. Sementara bila  $R^2 = 1$ , artinya variasi dari  $Y$  secara keseluruhan dapat diterangkan oleh  $X$ . Dengan kata lain bila  $R^2 = 1$ , maka semua titik pengamatan berada tepat pada garis regresi. Dengan demikian baik atau buruknya suatu persamaan regresi ditentukan oleh  $R^2$  nya yang mempunyai nilai antara nol dan satu. Apabila nilai  $R^2$  dikalikan 100 % maka hal ini menunjukkan persentase keragaman (informasi) di dalam variabel  $y$  yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai  $R^2$ , semakin baik model regresi yang diperoleh.

### 2. Uji Simultan Model Regresi

Uji simultan pada konsep regresi adalah pengujian mengenai apakah model regresi yang didapatkan benar-benar dapat diterima. Uji simultan bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas  $x$  dan terikat  $y$ , atau setidaknya antara salah satu variabel  $x$  dengan variabel terikat  $y$ , benar-benar terdapat hubungan linier. Uji simultan yaitu seperangkat teknik statistik seperti pengujian hipotesis, interval simultan, dan analisis varians (ANOVA) Penjabaran secara hitungan untuk uji simultan ini dapat ditemui pada tabel ANOVA (*Analysis Of Variances*). (Atkinson *et al.*, 2017). Di dalam tabel ANOVA akan ditemui nilai

statistik-F ( $F_{hitung}$ ), dimana :

Jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  maka terima  $H_0$ , sedangkan

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka tolak  $H_0$ .

Apabila  $H_0$  ditolak, maka model regresi yang diperoleh dapat digunakan.

### 3. Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji apakah sebuah variabel bebas  $x$  benar-benar memberikan kontribusi terhadap variabel terikat  $y$ . Uji parsial ini menggunakan uji-t, yaitu :

Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka terima  $H_0$ , sedangkan

Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka tolak  $H_0$ .

Apabila  $H_0$  ditolak, maka variabel bebas  $x$  tersebut memiliki kontribusi yang signifikan terhadap variabel terikat  $y$ .

### 4. Pengambilan keputusan dengan *p-value*

Untuk memutuskan apakah  $H_0$  ditolak atau diterima, kita membutuhkan suatu kriteria uji. Kriteria uji yang paling sering digunakan adalah *p-value*. *p-value* diartikan sebagai besarnya peluang melakukan kesalahan apabila kita memutuskan untuk menolak  $H_0$ . Pada umumnya, *p-value* dibandingkan dengan suatu taraf nyata  $\alpha$  tertentu, biasanya 0,05 atau 5 %. Taraf nyata  $\alpha$  diartikan sebagai peluang kita melakukan kesalahan untuk menyimpulkan bahwa  $H_0$  salah, padahal sebenarnya *statement*  $H_0$  yang benar. (Kurniawan, 2008).

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah dirancang sensor optik formalin berbasis bahan silika nanomaterial yang terimobilisasi dengan  $\text{KMnO}_4$  dengan panjang gelombang 707 nm.
2. Kondisi optimum dari sensor optik formalin berbasis silika nanomaterial yang terimobilisasi dengan  $\text{KMnO}_4$  adalah pada konsentrasi larutan  $\text{KMnO}_4$  sebesar 0,01 pada konsentrasi formalin 0,01 M, pH 9, dan waktu optimum terbentuk pada menit ke-5.
3. Validasi metode analisis formalin menggunakan  $\text{KMnO}_4$  dalam silika nanomaterial secara spektrofotometri UV-Vis memberikan persamaan regresi linear  $y = 52.20x + 1.617$  dengan nilai  $R^2 = 0,964$ ; LOD 0,02 M; LOQ 0,08 M; %RSD = 0,13 %; dan % *recovery* = 107,3 %.
4. Uji model regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi menggunakan program SPSS 16 dapat menolak  $H_0$  dan menerima  $H_1$ . Hal ini berarti model regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi benar-benar dapat diterima karena hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y).

### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan agar melakukan optimasi lebih lanjut pada sensor optik formalin sehingga metode ini dapat dipakai

untuk analisis kadar formalin dalam sampel yang mengandung konsentrasi formalin yang kecil pada makanan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, Hiskia. 2001. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. Bandung: PT. Citra Aditya Abadi
- Atkinson, A. D., Hill, R. R., Pignatiello, J. J., Vining, G. G., White, E. D., & Chicken, E. (2017). Simulation Modelling Practice and Theory Wavelet ANOVA approach to model validation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 78, 18–27
- Bishop, O. 1995. *Understand Electronics*. Newnes : London
- Chan, ChungChown., Herman Lam., Y.C. Lee., Zue Ming.,. 2004. *Analytical Method Validation And Instrument Performance Verification*. John Willey & sons, Inc publication. Ney Jersey
- Christian, Gary D. 2004. *Analytical Chemistry*, 6<sup>th</sup> edition. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Dhimas Fahri, 2010. *Bahan Kimia Berbahaya pada Makanan*. Wordpress.com (diakses 9 September 2013)
- Eddy, Rahmawati, dkk. 2016. *Sintesis Silika Metode Sol-Gel Sebagai penyangga Fotokatalis Tio<sub>2</sub> Terhadap Penurunan Kadar Kromium Dan Besi*. Jurnal Sains Materi Indonesia Vol. 17, No. 2, Januari 2016, hal. 82-89
- EMEA. 1995. *The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products*. ICH Topic Q 2 B. Validation of Analytical Procedures : Methodology
- Fessenden, R.J. Dan Fessenden, J. 1987. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Fraden, Jacob. *Handbook of Modern Sensor*. Springer, New York, 2014.
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian Vol. 1 (119-122)
- Hastuti, S. 2010. *Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Formalin pada Ikan Asin di Madura*. Jurnal Agrotek. 4 (2): 133-137
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press