

**SENSOR KIMIA BENTUK STIK MENGGUNAKAN REAGEN  
 $Zn(CNS)_2$  UNTUK MENDETEKSI RHODAMIN B  
DALAM SAMPEL MAKANAN**

**SKRIPSI**



**Indra Eko Prabowo**

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2012**


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*“Skripsi ini ananda persembahkan kepada kedua orang tua yang sangat berarti bagiku, yang ku hormati, ku cintai dan sangat ku sayangi, sebagai tanda kasih dan terimakasihku atas ketulusan, cinta kasih dan dukungannya atas keberhasilanku yang sudah tercapai selama ini. Karya yang ku persembahkan ini tidak akan pernah cukup untuk membalas apa yang telah kalian berikan kepadaku.”*

*Terimakasih untuk ayah dan ibuku. Aku sayang kalian.*

**SENSOR KIMIA BENTUKSTIKMENGUNAKAN REAGEN  
Zn(CNS)<sub>2</sub> UNTUK MENDETEKSI RHODAMIN B  
DALAM SAMPEL MAKANAN**

**SKRIPSI**

The seal of Universitas Airlangga is a circular emblem. It features a central figure of a Garuda, a mythical bird-like creature, with its wings spread. The Garuda is surrounded by a decorative border containing various symbols and text in Indonesian. The seal is rendered in a light blue and yellow color scheme.

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Sains Bidang Kimia  
Pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. rer nat Ganden Supriyanto, M.Sc**  
**NIP. 19681228 199303 1 001**

**Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc**  
**NIK . 139090961**

## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : SENSOR KIMIA BENTUK STIK MENGGUNAKAN  
REAGEN  $Zn(CNS)_2$  UNTUK MENDETEKSI RHODAMIN  
B DALAM SAMPEL MAKANAN  
Penyusun : Indra Eko Prabowo  
NIM : 080810628  
Pembimbing I : Dr. rer nat Ganden Supriyanto, M.Sc  
Pembimbing II : Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc  
Seminar : 19 Juli 2012

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. rer nat GandenSupriyanto, M.Sc**  
**NIP. 19681228 199303 1 001**

**Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc**  
**NIK. 139090961**

Mengetahui:  
Ketua Departemen Kimia  
FST Universitas Airlangga

**Dr. Alfinda Novi Kristanti, DEA**  
**NIP. 19671115199102 2 001**

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji syukur bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Zn(CNS)<sub>2</sub> untuk Mendeteksi Rhodamin-B dalam Sampel Makanan.** Tidak lupa juga shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah memberikan jalan yang terang untuk menjalani hidup.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ayah, ibu dan kakak yang telah memberikan dukungan moral maupun spiritual serta do'a yang senantiasa mengalir demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Alfinda Novi Kristanti, DEA selaku Ketua Departemen Kimia.
3. Bapak Dr. rer nat Ganden Supriyanto, M.Sc sebagai dosen pembimbing pertama yang telah memberikan saran dan bimbingan sampai terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc sebagai dosen pembimbing kedua yang telah memberikan saran dan bimbingan sampai terselesaikannya skripsi ini.
5. Ibu Dra. Hartati, M.Si selaku dosen wali yang telah banyak memberi

masukan dan bimbingan selama kuliah.

6. Bapak dan Ibu dosen kimia yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing dan mendermakan ilmu yang dimiliki.
7. Daniek Octriviana Wahyu Damayanti yang selalu memberi motivasi, semangat, banyak bantuan dan doa.
8. Muhamad Suhar, S.Si yang telah meluangkan waktu dalam membimbing serta memberikan saran.
9. Rekan-rekan mahasiswa kimia angkatan 2008 atas segala bantuan yang diberikan baik langsung maupun tidak langsung.
10. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan di Himpunan Mahasiswa Kimia atas segala kebersamaan dan pengalaman yang diberikan.
11. Serta pihak-pihak lain yang tidak memungkinkan penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, 29 Juni 2012

Indra Eko Prabowo

**Prabowo, I. E., 2012, Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Zn(CNS)<sub>2</sub> Untuk Mendeteksi Rhodamin B Dalam Sampel Makanan. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. rer nat Ganden Supriyanto, M.Sc dan Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc, Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.**

---

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan sensor kimia bentuk stik untuk analisa rhodamin B dalam sampel makanan. Analisa menggunakan sensor kimia bentuk stik tersebut bersifat semi kuantitatif kemudian dikonfirmasi secara kuantitatif dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS. Tahap awal pada pembuatan sensor kimia dalam bentuk cairan adalah menentukan kondisi reagen optimum. Kondisi reagen optimum didapat pada volume larutan 1 ml untuk larutan seng 2 M dan 2 ml untuk larutan tiosianat 2 M. Sensor kimia bentuk stik dibuat dengan metode sol gel menggunakan tetraetilortosilika (TEOS) sebagai prekursor. Deret intensitas warna dibuat sebagai acuan untuk analisa semi kuantitatif dengan variasi konsentrasi rhodamin B (2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 ppm). Pada penelitian ini diperoleh nilai batas deteksi 1,55 ppm. Persen *recovery* untuk konsentrasi 2 ppm, 5 ppm dan 14 ppm berturut-turut adalah 75,6%; 106% dan 98,56%. Ketelitian (presisi) untuk konsentrasi 2 ppm, 5 ppm dan 14 ppm berturut-turut adalah 0,087%; 0,053% dan 0,022%. Linieritas dinyatakan dengan koefisien korelasi larutan standar  $r=0,9937$ , sedangkan sensitivitas diperoleh dari nilai sensitivitas kalibrasi (*slope*) sebesar 0,0447 L/mg. Pengukuran juga dilakukan pada sampel makanan (klepon) dan didapat hasil pengukuran sebesar  $4,86 \pm 0,045$  mg/g, dengan % *recovery* 97,2% .

Kata kunci: sensor kimia, Zn(CNS)<sub>2</sub>, Rhodamin B, metode sol gel



**Prabowo, I, E., 2012, Stick Chemical Sensor Using Zn(CNS)<sub>2</sub> Reagent for Detecting Rhodamin B In Food Samples. This study is under guidance of Dr. rer nat Ganden Supriyanto, M.Sc and Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc, Department of Chemistry, Science and Technology Faculty, Airlangga University.**

---

---

### ABSTRACT

Research on making of stick chemical sensor for analysis Rhodamine B in food samples has been done. Analysis using stick chemical sensors are semi-quantitative then confirmed quantitatively using spectrophotometric UV-VIS methods. The initial phase on making of chemical sensors in liquid form is to determine the optimum reagent condition. The optimum condition obtained on the volume of reagent solution to 1 ml of zinc solution 2 M and 2 ml of thiocyanate solution. Stick chemical sensor made from sol gel method using tetraethylortosilika (TEOS) as precursor. The series of color intensity created as a reference for semi-quantitative analysis of the variation in the concentration rhodamine B (2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 ppm). In this study were obtained 1,55 ppm of detection limit. Percent recovery for the concentration of 2 ppm, 5 ppm and 14 ppm were 75,6%, 106% and 98,56% respectively. Precision for the concentration of 2ppm, 5 ppm and 14 ppm were 0,087%, 0,053% and 0,022% respectively. Linearity expressed by the correlation coefficient  $r = 0.9937$  from standard solution, whereas the sensitivity obtained from the calibration sensitivity (slope) of 0.0447 L/mg. Measurements are also performed on food sample (klepon) and the measurements result obtained at  $4,86 \pm 0,045$  mg/g, with percent recovery 97,2%.

Key words: chemical sensors, Zn(CNS)<sub>2</sub>, Rhodamine B, sol gel method

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Lembar Pernyataan</b> .....	i
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	ii
<b>Lembar Penggunaan Skripsi</b> .....	iii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iv
<b>Abstrak</b> .....	vi
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Daftar Isi</b> .....	viii
<b>Daftar Tabel</b> .....	xi
<b>Daftar Gambar</b> .....	xii
<b>Daftar Lampiran</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Bahan Tambahan Makanan.....	6
2.2 Zat warna.....	7
2.3 Rhodamin B.....	11
2.4 Sensor Kimia Bentuk Stik.....	13
2.5 Sol-gel.....	15
2.6 Logam Zn (Seng).....	15
2.7 Senyawa Kompleks.....	16
2.8 Kompleks Tiosianat.....	19
2.9 Spektrofotometer UV-Vis.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	
3.2.1 Alat penelitian.....	23
3.2.2 Bahan penelitian.....	23
3.3 Diagram Alir.....	24
3.4 Penyiapan Larutan	
3.4.1 Pembuatan larutan induk rhodamin B 1000 ppm.....	25
3.4.2 Pembuatan larutan kerja rhodamin B 100 ppm.....	25
3.4.3 Pembuatan larutan kerja ZnCl <sub>2</sub> 2 M.....	25
3.4.4 Pembuatan larutan kerja KCNS 2 M.....	25
3.4.5 Pembuatan Buffer.....	25

3.5	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B pada pH Netral.....	25
3.6	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B pada pH 1-6.....	27
3.7	Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen.....	27
3.8	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Zn-tiosianat-Rhodamin B.....	27
3.9	Penentuan pH Optimum.....	28
3.10	Pembuatan Kurva Standar Rhodamin B.....	28
3.11	Pembuatan Sensor Kimia Bentuk Stik	
3.11.1	Preparasi sol gel.....	29
3.11.2	Pembuatan stik sensor.....	29
3.12	Pembuatan Deret Intensitas Warna Kompleks Zn-tiosianat-rhodamin B Dalam Bentuk Larutan.....	29
3.13	Pembuatan Deret Intensitas Warna Kompleks Zn-tiosianat-rhodamin B Dalam Bentuk Stik.....	30
3.14	Penentuan Parameter Validasi	
3.14.1	Penentuan limit deteksi sensor kimia.....	30
3.14.2	Penentuan persen akurasi.....	31
3.14.3	Penentuan koefisien variasi (presisi).....	31
3.14.4	Penentuan nilai linieritas.....	32
3.14.5	Penentuan nilai sensitivitas.....	33
3.15	Preparasi Sampel Makanan.....	34
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B.....	35
4.2	Reagen Optimum.....	37
4.3	Panjang Gelombang Kompleks $(RB)_2-Zn(CNS)_4$ .....	39
4.4	Kurva Standar Rhodami B.....	41
4.5	Pembuatan Sensor Kimia Bentuk Stik dengan Metode Sol Gel...	42
4.6	Deret Intensitas Warna.....	43
4.7	Validasi Metode	
4.7.1	Limit deteksi.....	45
4.7.2	Akurasi.....	45
4.7.3	Presisi.....	46
4.7.4	Linieritas.....	46
4.7.5	Sensitivitas.....	46
4.8	Analisa Sampel	
4.8.1	Preparasi sampel.....	47
4.8.2	Pengukuran sampel.....	48

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

**DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN**



**DAFTAR TABEL**

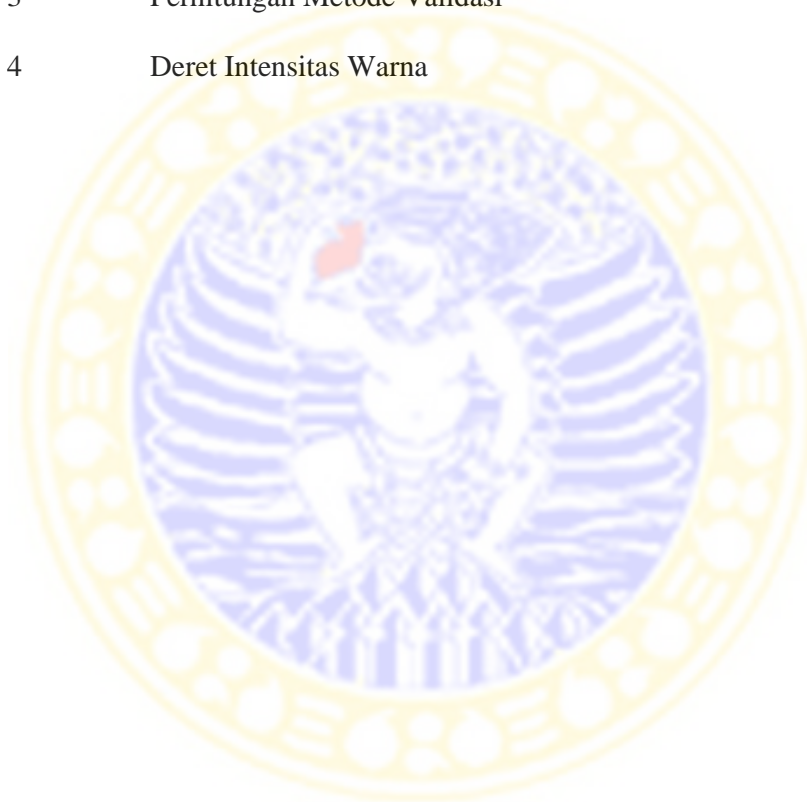
<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Zat pewarna tertentu yang dinyatakan sebagai Bahan berbahaya .....	10
2.2	Data rhodamin B .....	11
3.1	Pembuatan larutan buffer asetat.....	26
3.2	Pembuatan larutan buffer fosfat.....	26
4.1	Pengukuran $\lambda_{maks}$ rhodamin B pada kondisi pH asam .....	36
4.2	Penentuan reagen optimum $Zn(CNS)_2$ .....	38
4.3	Hasil pengukuran pada variasi konsentrasi rhodamin B .....	41

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.1	Struktur rhodamin B .....	11
4.1	Spektra panjang gelombang maksimum rhodamin B Pada pH netral .....	35
4.2	Grafik absorbansi maksimum rhodamin B Pada masing-masing pH .....	36
4.3	Grafik reagen optimum.....	38
4.4	Spektra panjang gelombang maksimum (RB) <sub>2</sub> -Zn(CNS) <sub>4</sub> .....	39
4.5	Reaksi Zn(CNS) <sub>2</sub> dengan Rhodamin B.....	40
4.6	Kurva standar konsentrasi rhodamin B .....	41
4.7	Sensor kimia bentuk stik .....	43
4.8	Deret intensitas warna kompleks (RB) <sub>2</sub> -Zn(CNS) <sub>4</sub> dengan variasi konsentrasi rhodamin B dalam bentuk larutan .....	44
4.9	Deret intensitas warna kompleks (RB) <sub>2</sub> -Zn(CNS) <sub>4</sub> dengan variasi konsentrasi rhodamin B dalam bentuk stik.....	44
4.10	Sampel klepon .....	47
4.11	Spektra sampel klepon.....	48
4.12	Hasil skrining pada sampel klepon .....	49
4.13	Spektra (RB) <sub>2</sub> -Zn(CNS) <sub>4</sub> pada klepon .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
1	Pembuatan Larutan
2	Pembuatan buffer pH
3	Perhitungan Metode Validasi
4	Deret Intensitas Warna



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan yang tidak dapat ditawar untuk kelangsungan hidup manusia adalah makanan. Makanan yang sehat dan bergizi merupakan syarat utama untuk memperoleh kondisi tubuh yang sehat dan prima. Untuk memperoleh kualitas makanan yang baik terdapat beberapa faktor yang berpengaruh, salah satunya adalah pada proses pengolahannya. Seiring dengan perkembangan zaman, proses pengolahan makanan tidak hanya dalam perolehan rasa tetapi juga dalam bentuk dan penampilan. Di zaman modern ini banyak produsen makanan yang sering menambahkan bahan tambahan makanan atau yang sering disebut dengan *food additive* dalam proses pengolahannya dengan tujuan meningkatkan daya tarik konsumen.

Salah satu contoh zat aditif yang digunakan dalam makanan adalah pewarna. Tujuan dari penambahan pewarna dalam makanan antara lain untuk memberi kesan menarik dan menutupi perubahan warna akibat paparan cahaya. Bila dilihat dari cara memperolehnya, zat warna dibagi menjadi dua yakni pewarna alami dan pewarna sintetis (buatan). Zat warna alami memiliki beberapa kelemahan jika dibandingkan dengan zat warna sintetis antara lain cenderung bersifat tidak stabil dan memiliki *life time* yang singkat serta harga produksi yang mahal. Pada awalnya zat pewarna makanan dibuat dari bahan alami dan umumnya



tidak menimbulkan efek samping. Akan tetapi, karena jumlah penduduk yang semakin bertambah banyak sehingga menuntut jumlah makanan yang semakin banyak pula. Oleh karena itu para produsen makanan menggunakan cara yang relatif cepat dan murah yaitu menggunakan zat pewarna sintetis (buatan) untuk menekan biaya produksi, dimana zat pewarna sintetis relatif lebih murah dan warnanya lebih menarik dibandingkan dengan zat pewarna alami.

Menurut Keputusan Direktur Jenderal POM Depkes RI Nomor: 00386/C/SK/II/90 tentang Perubahan Lampiran Permenkes RI No. 239/Men.Kes//Per/V/85, kuning metanil dan rhodamin B merupakan zat warna tambahan yang dilarang penggunaannya dalam produk pangan. Rhodamin B merupakan salah satu zat warna yang berbahaya. Bahan pewarna seperti rhodamin B dapat terakumulasi pada tubuh manusia dan bersifat racun dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan banyak penyakit seperti kanker dan tumor pada organ tubuh manusia (Hastomo, 2008). Beberapa penelitian membuktikan bahwa zat pewarna tersebut memang berbahaya bila digunakan pada makanan. Hasil suatu penelitian dari uji toksisitas zat warna rhodamin B terhadap mencit oleh Siswati dan Slamet (2000), memperlihatkan terjadinya bentuk dan organisasi sel dalam jaringan hati dari normal menjadi patologis. Kerusakan pada jaringan hati ditandai dengan adanya piknotik dan hiperkromatik dari nukleus, degenerasi lemak dan sitolisis dari sitoplasma (Anonimus, 2009).

Penemuan penggunaan zat warna rhodamin B biasanya pada makanan anak-anak, tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan Mudjajanto (2007) banyak ditemukan penggunaan zat warna rhodamin B pada produk *home industry*

seperti krupuk, terasi, kembang gula, sirup, sosis, biskuit, makaroni goreng, minuman ringan, cendol, manisan, dan ikan asap.

Banyak penelitian dan metode yang telah dilakukan untuk mengetahui kandungan zat warna rhodamin B pada makanan. Seperti yang dilakukan oleh Wirasto (2008) dan Hastomo (2008) dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT), serta metode voltametri yang dilakukan oleh Susilo (2010). Prinsip dari metode KLT adalah pemisahan pewarna makanan sintetis dalam makanan. Metode KLT ini sudah digunakan pada tahun 1950an dan telah banyak digunakan pada analisis pewarna sintetis. Selain metode KLT masih terdapat beberapa metode pemisahan lainnya, antara lain kromatografi kertas, kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), dan elektroforesis kapiler (Wirasto, 2008). Sedangkan analisis menggunakan metode voltametri berdasarkan pada kurva arus potensial yang diperoleh dengan mengukur arus yang mengalir pada elektroda kerja selama potensial tersebut diubah perlahan-lahan pada daerah potensial tertentu. Tetapi dalam praktiknya metode tersebut masih cukup rumit bagi kebanyakan masyarakat sehingga dibutuhkan suatu sensor kimia (teskit) yang sensitif dan spesifik untuk mengetahui kandungan rhodamin B.

Definisi umum tentang sensor kimia adalah alat yang mampu menangkap fenomena berupa zat kimia (gas maupun cairan) untuk kemudian diubah menjadi sinyal elektrik. Cakupan dari sensor kimia meliputi seluruh zat kimia, namun dalam perkembangannya yang sangat menonjol adalah sensor yang berkenaan dengan gas-gas kimia ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ). Secara umum model sensor kimia harus

memiliki sensitifitas, selektifitas, waktu respon dan waktu *recovery*, serta stabilitas dan daya tahan (Gunawan, 2010).

Prinsip kerja dari sensor kimia (tes kit) adalah terjadinya perubahan warna yang signifikan jika rhodamin B direaksikan dengan Zn-tiosianat ( $Zn(CNS)_2$ ) yaitu perubahan warna larutan dari larutan berwarna merah menjadi berwarna ungu. Perubahan warna ini disebabkan karena terbentuknya senyawa kompleks Zn-tiosianat-rhodamin B ( $(RB)_2Zn(CNS)_4$ ). Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sensor kimia (tes kit) dalam bentuk stik dengan menggunakan reagen  $Zn(CNS)_2$  sehingga dapat dihasilkan sensor kimia (tes kit) yang sensitif dan spesifik untuk mengetahui kandungan rhodamin B pada sampel makanan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah  $Zn(CNS)_2$  dapat digunakan sebagai reagen sensor kimia (tes kit) dalam bentuk stik yang sensitif dan spesifik untuk rhodamin B?
2. Berapa konsentrasi reagen optimum dan pH optimum pada proses pengukuran rhodamin B ?
3. Bagaimanakah sensitivitas, presisi, akurasi, linieritas, dan limit deteksi dari sensor kimia (tes kit) bentuk stik yang akan diproduksi ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kemampuan sensor kimia dengan menggunakan reagen  $\text{Zn}(\text{CNS})_2$  dalam mendeteksi rhodamin B
2. Menentukan konsentrasi optimum reagen dan pH optimum pada proses pengukuran rhodamin B
3. Menentukan sensitivitas, presisi, akurasi, linieritas, dan limit deteksi dari sensor kimia (tes kit) bentuk stik yang akan diproduksi

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat pada umumnya dan konsumen pada khususnya dalam mendeteksi rhodamin B yang terdapat pada makanan dan minuman dengan cepat dan akurat sehingga membantu konsumen untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap penggunaan zat warna rhodamin B yang ditambahkan dalam makanan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bahan Tambah Makanan (*Food Additive*)

Bahan tambahan makanan (BTM) adalah senyawa atau campuran berbagai senyawa yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dan terlibat dalam proses pengolahan, pengemasan, dan bukan merupakan bahan utama. Bahan tambahan makanan secara umum bertujuan untuk memperbaiki nilai sensori makanan dan memperpanjang umur simpan (*shelf life*) makanan (Puspita, 1997). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 392/Menkes/PER/XII/76, yang dimaksud dengan tambahan makanan adalah bahan yang ditambahkan dan dicampurkan sewaktu pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu.

Bahan tambahan makanan yang digunakan harus mempunyai sifat dapat mempertahankan nilai gizi makanan, tidak mengurangi zat-zat esensial di dalam makanan, dapat mempertahankan dan memperbaiki mutu makanan dan menarik bagi konsumen, tetapi tidak dimaksudkan untuk penipuan. Sedangkan bahan tambahan makanan yang tidak boleh digunakan diantaranya adalah yang mempunyai sifat-sifat dapat merupakan penipuan bagi konsumen, menyembunyikan kesalahan dalam teknik penanganan atau pengolahan, dapat menurunkan nilai gizi makanan atau jika tujuan dari penambahan *food additive* dalam makanan masih dapat digantikan oleh perlakuan yang lebih praktis dan ekonomis (Winamo, 2002).

Bahan tambahan makanan dikelompokkan berdasarkan tujuan penggunaannya di dalam pangan. Bahan tambahan makanan yang sering digunakan adalah pemanis buatan, pewarna dan pengawet (BPOM, 2003). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no.722 MENKES/ PER/IX/88 mengelompokkan bahan tambahan makanan menurut tujuan penggunaannya dalam makanan, yaitu: antioksidan dan antioksidan sinergis, anti gumpal, pengasaman, penetral dan pendapar, enzim, pemanis buatan, pemutih dan pematang tepung, penambah gizi, pengawet, pengemulsi, pemantap, pengental, penguat, pewarna alami dan sintetik, penyedap rasa dan aroma, sekuestren dan pengatur keasaman (Mukono, 2005).

## 2.2 Zat Warna

Menurut permenkes RI No. 722 tahun 1988, definisi zat pewarna yaitu bahan tambahan pangan yang dapat memperbaiki atau memberi warna pada makanan. Penambahan zat warna makanan dilakukan untuk beberapa tujuan, yaitu untuk memberi kesan menarik bagi konsumen, menyeragamkan warna makanan, menutupi perubahan warna selama proses pengolahan dan mengatasi perubahan warna selama penyimpanan (BPOM, 2003). Menurut Winamo (2002), zat warna dibagi menjadi dua kelompok yaitu *uncertified color* dan *certified color*. *Uncertified color* adalah zat pewarna yang berasal dari bahan alami sedangkan *certified color* adalah zat pewarna sintetik yang terdiri dari *dye* dan *lake*.

### 1. *Uncertified color* (Zat Pewarna Alami)

Zat pewarna alami adalah zat pewarna yang berasal dari ekstrak pigmen tumbuh-tumbuhan dan zat-zat mineral. Zat warna ini sudah digunakan sejak dulu sebagai pewarna makanan sampai sekarang, karena zat warna ini dianggap lebih aman daripada zat warna sintetik. Kekurangan yang dimiliki oleh zat warna alami jika dibandingkan dengan zat warna sintetik dalam penggunaannya, antara lain: seringkali memberikan rasa khas yang tidak diinginkan, keseragaman warna kurang baik, warna tidak menarik.

### 2. *Certified color* (Zat Pewarna Sintetik)

Proses pembuatan zat warna sintetik biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen dan logam berat lain yang bersifat racun (Yuliarti, 2007). Ada dua macam yang tergolong *certified color* yaitu *dye* dan *lake*. Keduanya adalah zat pewarna buatan. Zat pewarna yang termasuk golongan *dye* telah melalui prosedur sertifikasi dan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh *FDA*. Sedangkan zat pewarna *lake* yang hanya terdiri dari satu warna dasar, tidak merupakan warna campuran juga harus mendapat sertifikat (Winamo, 2002).

#### a. *Dye*

*Dye* adalah zat pewarna yang umumnya bersifat larut dalam air dan larutannya dapat mewarnai. *Dye* dapat juga diberikan dalam bentuk kering apabila proses pengolahan produk tersebut ternyata menggunakan air. *Dye* terdapat dalam bentuk bubuk, butiran, pasta, maupun cairan

yang penggunaannya tergantung dari kondisi bahan, kondisi proses, dan zat pewarna sendiri.

b. Lake

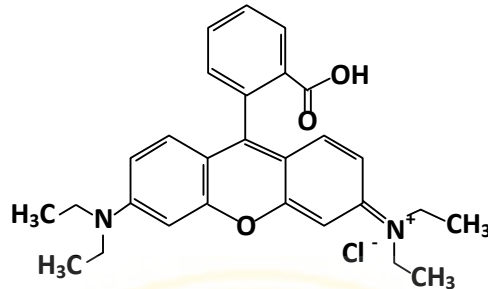
Zat pewarna ini merupakan gabungan dari zat warna (*dye*) dengan radikal basa (Al atau Ca) yang dilapisi dengan hidrat alumina atau  $\text{Al(OH)}_3$ . Lapisan alumina atau  $\text{Al(OH)}_3$  ini tidak larut dalam air, sehingga *lake* ini tidak larut pada hampir semua pelarut. Sesuai dengan sifatnya yang tidak larut dalam air, zat pewarna ini digunakan untuk produk-produk yang tidak boleh terkena air. Oleh karena itu *lake* lebih baik digunakan untuk produk-produk yang mengandung lemak dan minyak.



Tabel 2.1. Zat pewarna tertentu yang dinyatakan sebagai bahan berbahaya  
(Permenkes RI No: 239/Men.Kes/Per/V/85)

No	Nama	No. Indeks Warna (C.I.No)
1	Auramine (C. I. Basic Yellow 2)	41000
2	Alkanet	75520
3	Butter Yellow (C. I. Solvent Yellow 2)	11020
4	Black 7984 (Food Vlack 2)	27755
5	Burn Unber (Pigment Brown 7)	77491
6	Chrysoidine (C. I. Basic Orange 2)	11270
7	Chrysoidine S (C. I. Food Yellow 8)	14270
8	Citrus Red No.2	12156
9	Chocolate Brown FB (Food Brown 2)	-
10	Fast Red E (C.I Food Red 4)	16045
11	Fasi Yellow AB (C.I Food Yellow 2)	13015
12	Guinea Green B (C. I Acid Green No. 3)	52085
13	Indanthrene Blue RS (C.I Food Blue 4)	69800
14	Magenta (C.I Basid Violet 14)	42510
15	Metanil Yellow (Ext. D & C Yellow No. 1)	13065
16	Oil Orange SS (C.I Solvent Orange 2)	12100
17	Oil Orange XO (C.I Solvent Orange 7)	12140
18	Oil Orange AB (C.I Solvent Yellow 5)	11380
19	Oil Yellow AB (C.I Solvent Yellow 6)	11390
20	Orange G (C.I Food Orange 4)	16230
21	Orange GGN (C.I Food Orange 2)	15980
22	Orange RN (C.I Food Orange 1)	15970
23	Orchid and Orcein	-
24	Ponceau 3R (Acid Red 1)	16155
25	Ponceau SX (C I Food Red 1)	14700
26	Ponceau 6R (C I Food Red 8)	16290
27	Rhodamin B (C.I Food Red 15)	45170
28	Sudan I (C. I Solvent Yellow 14)	12055
29	Scartet GN (Food Red 2)	14815
30	Violet 6B	42640

### 2.3 Rhodamin B



Gambar 2.1. Struktur Rhodamin B (Fries, 1977)

Tabel 2.2. Sifat Kimia dan Fisika Rhodamin B (Anonim, 2007)

No	Subyek	Keterangan
1	Berat molekul	479
2	Rumus molekul	$C_{28}H_{31}ClN_2O_3$
3	Nomor CAS	81-88-9
4	Nomor IMIS	0848
5	Titik lebur	$165^{\circ}C$
6	Kelarutan	Sangat larut dalam air dan alkohol; sedikit larut dalam asam klorida dan natrium hidroksida
7	Nama kimia	N-[9-(2-karboksifenil) -6- (diethyl amino) -3H xanthene3-ylidene]-N-etiletanaminium klorida.
8	Sinonim	Tetraetilrhodamin; D&C Red No 19; Rhodamin B Klorida; C.I basic violet 10; CI. 45170.
9	Deskripsi	Kristal hijau atau serbuk merah violet.

Rhodamin B merupakan zat warna sintetik berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah (Trestianti, 2003). Rhodamin B ini disintetik dari 2 molekul dietil-amino-fenil dengan 1

molekul anhidrida asam ftalat pada temperature 180°C dengan katalis  $ZnCl_2$  (Degerin, 1945). Perubahan absorbansi larutan rhodamin B hampir tidak ada dalam batas pH=4 sampai pH=13, sesuai dengan penyelidikan sifat rhodamin B ini dilakukan oleh Sandell dan Ramette (1976). Ini merupakan bukti rhodamin B stabil dalam suasana asam,netral maupun basa.

Rhodamin B mempunyai kelarutan dalam air sebesar 15 g/L dan dapat diperbesar dengan meningkatkan temperatur dan dalam campuran pelarut air-metanol, air-etanol, atau dalam asam asetat. Sifat ini sesuai dengan yang dikemukakan Sandell dan Ramette (1976), dimana kelarutan akan meningkat sesuai meningkatnya keasaman pelarut.

Di dalam struktur rhodamin B terdapat ikatan dengan atom klorin (Cl) di mana atom klorin tergolong sebagai senyawa halogen dan sifat halogen yang berada di dalam senyawa organik sangat berbahaya dan memiliki reaktivitas yang tinggi untuk mencapai kestabilan dalam tubuh dengan cara berikatan dengan senyawa-senyawa di dalam tubuh dan menimbulkan efek toksik dan memicu kanker pada manusia (French, 1989).

Penggunaan rhodamin B pada makanan dalam waktu lama akan mengakibatkan gangguan fungsi hati maupun kanker. Namun demikian, bila terpapar rhodamin B dalam jumlah besar maka dalam waktu singkat akan terjadi gejala keracunan akut rhodamin B. Bila rhodamin B tersebut masuk melalui makanan, rhodamin B dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, jika terhirup terjadi iritasi pada saluran pernafasan, jika mata yang terkena rhodamin B juga

akan mengalami iritasi yang ditandai dengan mata kemerahan dan timbunan cairan atau udem pada mata (Yuliarti, 2007).

Rhodamin B termasuk bahan kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada tingkat seluler sel dengan cara mengubah permeabilitas membran, homeostatis osmotik, keutuhan enzim atau kofaktor, dan dapat berakhir dengan kematian seluruh organ. Rhodamin B menerima atau mendonor elektron bebas selama reaksi intra sel sehingga mengkatalisis pembentukan radikal bebas. Terdapat tiga reaksi kerusakan sel yang diperantarai radikal bebas yaitu peroksidase membran lipid, fragmentasi DNA, dan ikatan silang protein. Interaksi radikal lemak menghasilkan peroksida yang tidak stabil dan reaktif serta terjadi reaksi autokatalitik. Reaksi radikal bebas dengan timin pada DNA mitokondria dan nuklear menimbulkan kerusakan untai tunggal. Kerusakan DNA memberikan implikasi pada pembunuhan sel dan perubahan sel menjadi ganas. Radikal bebas mencetuskan ikatan silang protein yang diperantarai sulfihidril yang menyebabkan peningkatan kecepatan degradasi atau hilangnya aktifitas enzimatis (French, 1989).

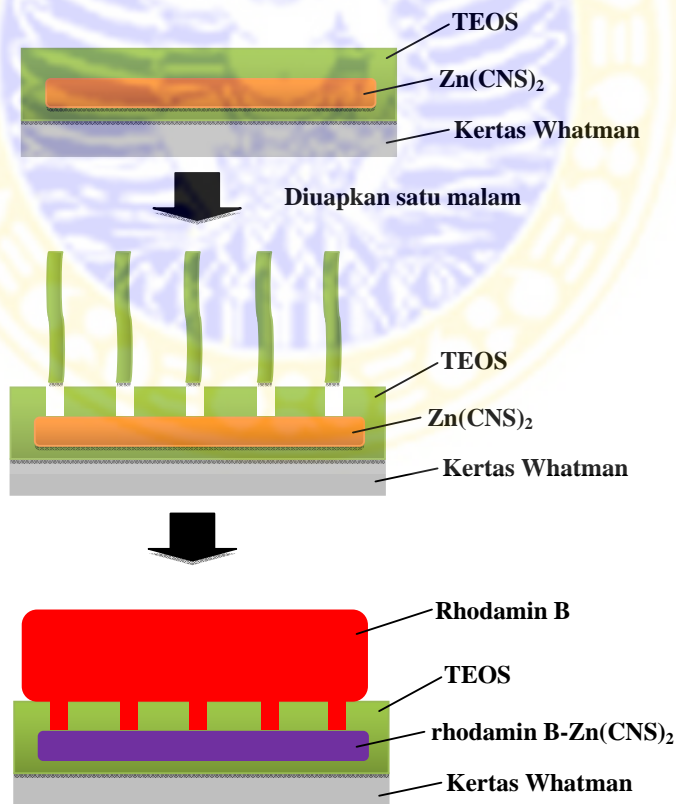
#### **2.4 Sensor Kimia Bentuk Stik**

Sensor kimia bentuk stik digunakan untuk mengukur kadar suatu zat dengan cara mencelupkan stik yang ditempel lapisan sensor yang telah mengabsorpsi reagen yang spesifik untuk analit dalam sampel larutan sehingga menimbulkan warna. Penentuan konsentrasi analit dalam sampel dapat dilakukan

dengan mengukur perubahan intensitas warna yang terjadi. Intensitas warna yang timbul sebanding dengan konsentrasi (Budianto, 2002).

Sensor kimia bentuk stik dapat digunakan untuk analisis suatu analit secara kualitatif maupun semikuantitatif. Untuk analisis secara kualitatif berdasarkan perubahan warna kertas pada stik saat dicelupkan pada sampel yang mengandung rhodamin B. Sedangkan untuk analisis secara semikuantitatif berdasarkan perbandingan warna kertas pada stik dengan deret warna sensor yang telah dibuat (Prahasto, 2009).

Prinsip kerja stik sensor kimia dapat dilihat pada Gambar 2.2



**Gambar 2.2** Prinsip kerja sensor kimia bentuk stik

## 2.5 Sol-Gel

Metode sol-gel dikenal sebagai salah satu metode sintesis nanopartikel yang cukup sederhana dan mudah. Metode ini merupakan salah satu “*wet method*” karena pada prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya. Secara umum, metode sol-gel meliputi transisi sistem dari cairan (sol) menjadi fase padatan (gel). Sol merupakan sistem koloid padatan dengan ukuran 0,1-1  $\mu\text{m}$  yang terdispersi dalam cairan. Sol terbuat dari partikel padatan yang memiliki diameter beberapa ratus nm. Padatan ini pada umumnya merupakan senyawa garam logam anorganik yang tersuspensi menjadi fasa cair. Sedangkan gel adalah sistem koloid dimana baik cairan maupun padatan saling terdispersi.

Pada umumnya material yang digunakan untuk preparasi sol adalah garam logam anorganik. Prekursor pada proses sol-gel dijadikan sasaran reaksi hidrolisis dan polimerisasi untuk membentuk suspensi koloid atau sol, kemudian fasa cair yang terbentuk mengalami kondensasi membentuk gel yang memiliki padatan berukuran makromolekul .

Tahapan sol-gel meliputi pencampuran larutan logam oksida menjadi sol, pembentukan gel basah, pemanasan gel basah (suhu 25-100°C) menjadi gel kering, pembentukan material, dan terakhir pengeringan.

## 2.6 Logam Seng (Zn)

Seng merupakan logam putih, mengkilap, namun mudah ternoda. Dalam system berkala termasuk golongan IIB, dengan nomor atom 30 dan massa atom relatif 65,39. Di alam seng terdapat dalam bentuk sphalerit ( $\text{ZnFeS}$ ), calamine

( $\text{ZnCO}_3$ ) (Prakash,1980). Seng mempunyai titik leleh  $420^\circ\text{C}$ , titik didih  $906^\circ\text{C}$   $\text{Zn}^{2+}$  0,74 Å. Sifatnya mirip dengan logam alkali yakni hanya memberikan tingkat oksidasi +2. Sebab utama perbedaan seng dengan golongan alkali adalah dari kemudahan terdisorsinya kulit d yang terisi, dan ion-ion golongan alkali yang mirip gas mulia (Bowser,1993).

Seng mudah larut dalam asam korida encer dan asam sulfat encer dengan mengeluarkan gas hidrogen. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Seng di alam tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi dalam bentuk terikat dengan unsur lain berupa mineral. Mineral yang mengandung seng di alam bebas antara lain kalaminit, franklinit, smithsonit, willenit, dan zinkit. Kelimpahan seng di dunia menempati urutan ke-27 sebagai unsur penyusun kerak bumi.

Dalam sistem periodik, seng termasuk golongan 2B (transisi) yang mempunyai nomor atom 30 dengan konfigurasi elektron (Ar)  $3d^{10} 4s^2$  dan jari-jari atom 1,25 Å. Beberapa sifat fisik dari logam seng, antara lain densitasnya 7,1 g/cc, titik lelehnya  $419^\circ\text{C}$  dan titik didihnya  $907^\circ\text{C}$  (Heslop,1960).

## 2.7 Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks adalah suatu molekul yang dibentuk dari kombinasi antara logam dan ligan. Ada 3 jenis ligan yaitu ligan monodentat, bidentat dan multidentat. Ligan monodentat adalah ligan yang menyumbangkan satu pasang elektron bebasnya ke atom pusat. Sedangkan ligan bidentat menyumbangkan dua

pasang elektron bebasnya ke atom pusat dan ligan multidentat menyumbangkan lebih dari dua pasang elektron bebasnya ke atom pusat. Dalam persenyawaan, kation dikelilingi oleh anion atau molekul netral. Gugus yang langsung mengelilingi suatu kation disebut ligan (Cotton dan Wilkinson, 1989). Senyawa kompleks terdiri atas atom (ion) pusat dan sejumlah ligan yang mengelilinginya. Adanya atom pusat ini ditandai dengan adanya bilangan koordinasi. Bilangan koordinasi merupakan jumlah ruangan yang tersedia sekitar atom atau ion pusat (Svehla, 1990). Senyawa kompleks dipengaruhi oleh konfigurasi elektronik ion pusat, sifat donor dan aseptor ligan serta hubungan antara ligan dengan atom pusat. Senyawa kompleks dapat bertukar ligan secara cepat biasanya disebut kompleks tidak stabil. Sedangkan kompleks yang bertukar ligan secara lambat disebut kompleks stabil (Day, 1991).

Berdasarkan struktur geometri dan koordinasinya, senyawa kompleks dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Bilangan koordinasi dua

Bilangan koordinasi dua relatif sangat jarang, terutama ditemui dengan ion +1 dari Cu, Ag dan Au serta dengan Hg. Struktur geometrinya linier, contohnya adalah ion-ion seperti  $[\text{H}_3\text{N-Ag-NH}_3]^+$  dan  $[\text{NC-Ag-CN}]^-$ .

2. Bilangan koordinasi tiga

Geometri yang paling penting adalah pada bilangan koordinasi tiga adalah pelanar dan pyramidal. Sebagai contoh ion  $\text{HgI}_3^-$  planar dan  $\text{SnCl}_3^-$  pyramidal.



### 3. Bilangan koordinasi empat

Salah satu bilangan koordinasi yang penting dan memberikan dua geometri utama yaitu tetrahedral dan bujur sangkar. Kompleks tetrahedral paling dikenal, dibentuk secara eksklusif dari kation logam nontransisi seperti halnya logam transisi. Contoh kompleks tetrahedral  $\text{Li}(\text{H}_2\text{O})_4^+$ ,  $\text{BeF}_4^{2-}$  dan  $\text{CoBr}_4^{2-}$ . Kompleks segiempat khususnya dikenal bagi  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Pd}^{2+}$ .

### 4. Bilangan koordinasi lima

Dalam bilangan koordinasi lima terdapat dua tatanan geometri simetris yaitu bipiramidal trigona dan piramidal bujur sangkar. Energi diantara kedua bentuk geometri tersebut tidak terlalu berbeda, sehingga banyak kompleks koordinasi lima tidak mempunyai struktur yang tepat.

### 5. Bilangan koordinasi enam

Bilangan koordinasi enam mempunyai sebuah bentuk geometri oktahedron. Oktahedron adalah suatu gambar simetris antara keenam ligan dan keenam ikatannya. Dalam beberapa kasus keadaan tetrahedral tidak sepenuhnya dapat dipertahankan karena adanya ligan yang berbeda dalam satu struktur. Hal ini menyebabkan struktur oktahedral mengalami distorsi.

### 6. Bilangan kordinasi yang lebih tinggi

Bilangan koordinasi 7, 8 dan 9 tidak sering ditemui untuk beberapa kation yang lebih besar. Pada bilangan koordinasi 7, terdapat geometri yang teratur yakni pentagonal bipiramid dan prisma trigonal. Bilangan koordinasi 8, terdapat geometri antiprisma segi empat dan dodekahedron (Cotton, 1989).

## 2.8 Kompleks Tiosianat

Ligan  $\text{CNS}^-$  merupakan salah satu ligan jembatan yang bisa menghubungkan dua atom pusat untuk membentuk senyawa koordinasi inti ganda. Ligan ini mudah diperoleh dan tidak bersifat racun serta tidak reaktif sehingga aman untuk penelitian. Senyawa ini berbentuk serbuk kristal, tidak berwarna, memiliki titik leleh kurang lebih  $173^\circ\text{C}$ . Dapat larut dalam pelarut air dan beberapa pelarut organik seperti aseton dan alkohol (Budavari, 2001). Ligan  $\text{CNS}^-$  dapat diperoleh dari garam kalium tiosianat ( $\text{KCNS}$ ) maupun natrium tiosianat ( $\text{NaCNS}$ ).

Kompleks tiosianat dari beberapa logam, khususnya Co, Hg dan Fe telah diketahui dengan baik dan secara ekstensif telah dipelajari, namun masih sedikit perhatian terhadap kompleks tiosianat dari Zn. Keberadaan suatu ion kompleks ini, ditunjukkan oleh walden dengan mengisolasi padatan  $\text{K}_2\text{Zn}(\text{CNS})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Ringbom, 1963).

Pada strukturnya, ligan  $\text{CNS}^-$  mempunyai dua atom donor yang dapat disumbangkan ke atom pusat, yaitu atom donor N dan atom donor S (Setyawati, 2007). Struktur  $\text{CNS}^-$  ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur ligan  $\text{CNS}^-$

## 2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri merupakan suatu metode pengukuran absorbansi energi cahaya oleh suatu sistem pada suatu panjang gelombang tertentu (Day, 1991). Pada spektrofotometri sinar tampak, pengamatan mata terhadap warna timbul dari penyerapan selektif panjang gelombang tertentu dari sinar masuk oleh obyek yang berwarna (Svehla, 1990). Bagian-bagian yang penting pada spektrofotometer UV-Vis, yaitu :

1. sumber energi radiasi (lampu wolffman ataupun lampu tabung hidrogen) untuk daerah ultraviolet dan daerah cahaya tampak
2. Alat untuk mengisolasi suatu berkas sinar sempit dari panjang gelombang yang dipancarkan oleh sumber (monokromator)
3. sel kuvet untuk cuplikan
4. detektor yang merupakan suatu transducer yang dapat merubah energi radiasi menjadi sinyal listrik, pengkuat serta sistem pembacaan.
5. Recorder digunakan sebagai perekam absorbansi yang dihasilkan dari pengukuran (Khopkar, 2007)

Senyawa kompleks mempunyai warna tertentu karena senyawa kompleks mampu menyerap cahaya di daerah sinar tampak. Sinar tampak memiliki panjang gelombang 380-780 nm. Terjadinya spektrum absorpsi pada senyawa kompleks karena adanya pembelahan orbital  $d$  oleh medan ligan sehingga sangat mungkin apabila terjadi transisi elektronik di dalam senyawa kompleks. Pada keadaan *ground state* elektron dapat berpindah dari orbital dengan tingkat energi yang

lebih rendah ke orbital dengan tingkat energi yang lebih tinggi dengan menyerap tenaga radiasi (Sukardjo, 1985).

Absorpsi cahaya ultraviolet atau visibel mengakibatkan transisi elektron, yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi dengan tingkat energi yang lebih tinggi. Penggunaan panjang gelombang cahaya ultraviolet atau visibel bergantung pada mudahnya promosi elektron pada setiap molekul. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk promosi elektron akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang. Senyawa yang menyerap cahaya dalam daerah tampak mempunyai elektron yang lebih mudah dipromosikan daripada senyawa yang menyerap pada panjang gelombang visibel yang lebih pendek (Fessenden, 1992).

Prinsip dasar analisis kuantitatif metode spektrofotometri UV-Vis yaitu menggunakan persamaan Lambert-Beer, yang menyatakan bahwa besarnya sinar yang diserap sebanding dengan konsentrasi analit. Penggabungan Hukum Lambert dan Hukum Beer dikenal dengan Hukum Lambert – Beer yaitu :

$$\text{Log} \frac{P}{P_0} = -abc$$

atau

$$\text{Log} \frac{P_0}{P} = abc$$

dimana  $a$  merupakan konstanta,  $b$  merupakan panjang gelombang dalam centimeter dan  $c$  adalah konsentrasi partikel yang mengabsorpsi dan dianalogikan

dengan panjang gelombang. Sehingga dapat dikatakan bahwa hukum Lambert - Beer hanya dapat diaplikasikan pada energi radiasi monokromatik.

Besarnya sinar yang diserap menunjukkan jumlah konsentrasi dari suatu analit.

Persamaannya:

$$A = \epsilon b C$$

Dimana: A = absorbansi

e = koefisien ekstingsi molar ( $\text{cm}^{-1} \text{molar}^{-1}$ )

b = tebal kuvet (cm)

C = konsentrasi larutan (molar)

Hukum Lambert - Beer ini merupakan dasar analisis kuantitatif spektrofotometri.

Pembacaan sinar pada spektrofotometer ini adalah warna komplementer dari warna larutan sampel yang sebenarnya dan berada pada panjang gelombang tertentu pada setiap warna yang berbeda (Fritz, 1987).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Penelitian ini dimulai pada bulan Februari 2012 sampai Juni 2012.

#### **3.2. Alat dan Bahan Penelitian**

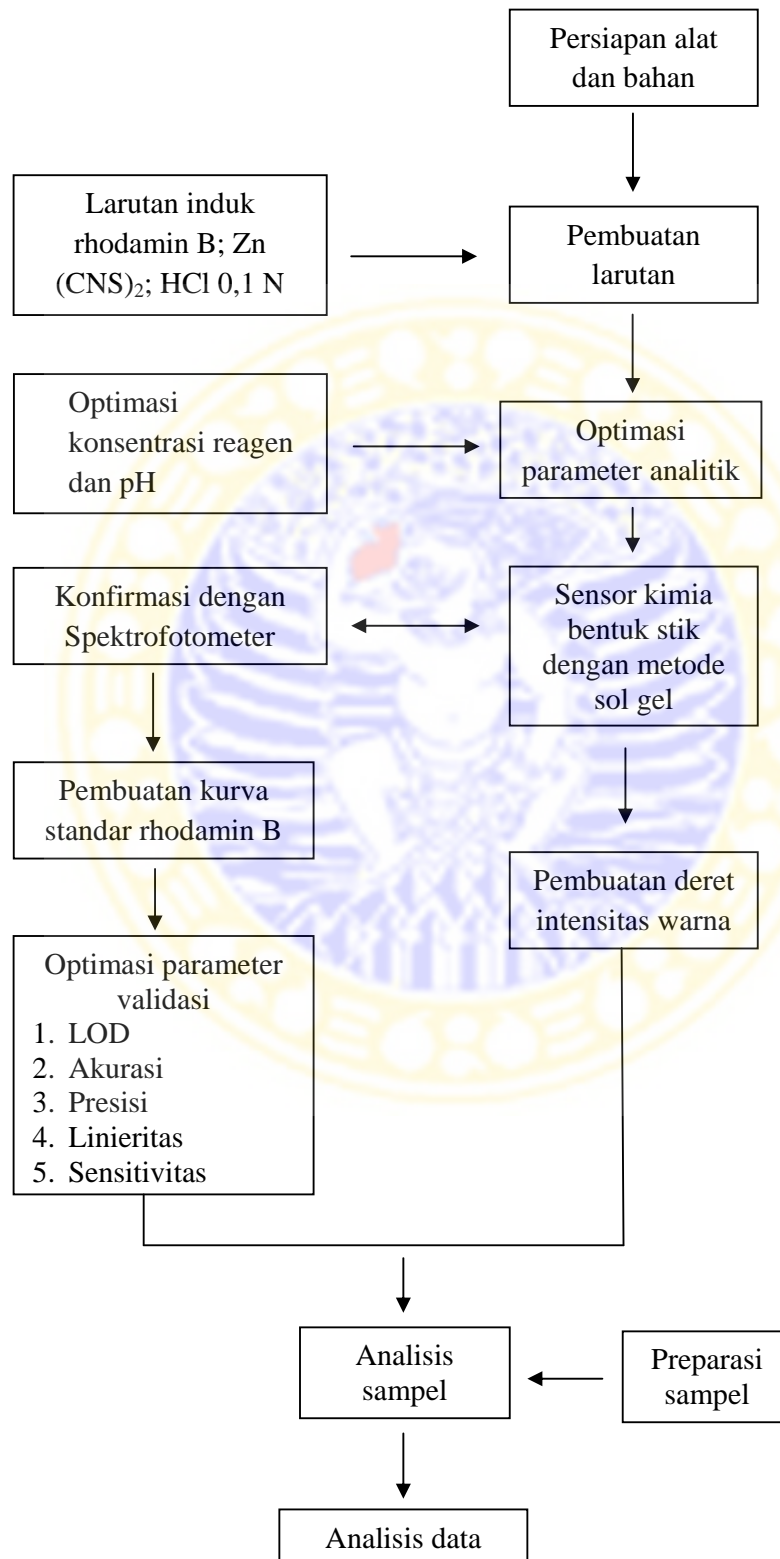
##### **3.2.1. Alat-alat penelitian**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, stirer, hotplate, pipet mikro, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-3800, pH meter dan peralatan gelas lain yang biasa digunakan di laboratorium kimia.

##### **3.2.2. Bahan penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rhodamin B, Zn-tiosianat ( $\text{Zn}(\text{CNS})_2$ ), HCl,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , NaOH, tetraetil ortosilika (TEOS), etanol, asam asetat, natrium asetat, natrium dihidrogen fosfat, natrium hidroksida, aquadem,  $\text{NaHCO}_3$ , dan akuades. Bahan yang digunakan berderajat pro analisis serta sampel makanan yang diduga mengandung rhodamin B.

### 3.3. Diagram Alir



### **3.4. Penyiapan Larutan**

#### **3.4.1. Pembuatan larutan induk standar rhodamin B 1000 ppm**

Serbuk rhodamin B ditimbang 0,5000 gram pada gelas arloji. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml dan dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas.

#### **3.4.2. Pembuatan larutan kerja rhodamin B 100 ppm**

Dipipet 10,0 ml larutan standar rhodamin B 1000 ppm dengan menggunakan pipet volume 10 ml. Kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

#### **3.4.3. Pembuatan larutan kerja $ZnCl_2$ 2 M**

Ditimbang 27,2557 g  $ZnCl_2$  lalu dilarutkan dengan akuadem dalam beaker glass 100 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, di tambahkan akuadem sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

#### **3.4.4. Pembuatan larutan kerja KCNS 2 M**

Ditimbang sebanyak 97,1851 gram serbuk KCNS, dilarutkan dengan akuadem dalam gelas beker 100 mL. Kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 500 mL, ditambahkan akuadem sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

#### **3.4.5 Pembuatan Buffer**

##### **3.4.5.1 Pembuatan Buffer Asetat**

Untuk membuat larutan buffer pH 2, 3, 4, dan 5 digunakan campuran x mL asam asetat 1 M dan y mL natrium asetat 1 M. Kemudian dicek pHnya dengan pH meter.



Tabel 3.1 Pembuatan larutan buffer asetat

Buffer pH	natrium asetat (mL) 1M	asam asetat (mL) 1 M
2	0,08	49,92
3	0,85	49,15
4	7,41	42,59
5	31,74	18,26

### 3.4.5.2 Pembuatan Buffer Fosfat

Untuk membuat larutan buffer pH 6, 7, dan 8 digunakan campuran 25 mL natrium dihidrogen fosfat 1 M dan x mL natrium hidroksida 1 M diambil dengan menggunakan buret. Campuran dimasukkan ke labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan aquadem sampai tanda batas. Kemudian dicek pHnya dengan pH meter.

Tabel 3.2 Pembuatan larutan buffer fosfat

Buffer pH	natrium dihidrogen fosfat (mL) 1 M	Natrium hidroksida (mL) 1 M
6	25	2,82
7	25	14,77
8	25	23,42

### 3.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B pada pH Netral

Disiapkan labu ukur 10 ml diisi dengan 0,2 ml larutan rhodamin B 100 ppm dengan menggunakan pipet volume. Larutan dikondisikan dalam pH netral. Kemudian ditambah dengan akuadem sampai tanda batas. Panjang gelombang optimum diukur pada daerah visibel 380-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang yang menghasilkan nilai absorbansi maksimum merupakan panjang gelombang optimum. Larutan blanko yang digunakan adalah akuadem.

### **3.6 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B pada pH 1-6**

Disiapkan labu ukur 10 ml masing-masing diisi dengan 0,2 ml larutan rhodamin B 100 ppm dengan menggunakan pipet volume. Masing-masing larutan ditambahkan larutan buffer pH 1-6. Kemudian ditambah dengan akuadem sampai tanda batas. Panjang gelombang optimum diukur pada daerah visibel 380-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang yang menghasilkan nilai absorbansi maksimum merupakan panjang gelombang optimum. Larutan blanko yang digunakan adalah akuadem.

### **3.7 Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen $Zn(CNS)_2$**

Disiapkan 4 buah labu ukur 10 ml masing-masing diisi 0,5 ml larutan rhodamin B dengan konsentrasi 100 ppm. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 ml larutan seng 2 M dan 1; 2; 3; 4 ml larutan tiosianat 2 M. Kemudian ditambahkan akuadem sampai tanda batas. Variasi konsentrasi Zn-tiosianat absorbansi terbesar jika diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 380-700 nm merupakan konsentrasi optimum reagen.

### **3.8 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Zn-tiosianat-Rhodamin B**

Dipipet larutan seng dan larutan tiosianat yang didapat pada percobaan 3.7 ke dalam labu ukur 10 ml. Kemudian ditambahkan 0,5 ml larutan rhodamin B 100 ppm serta pH optimum yang didapat pada percobaan 3.6 dan diencerkan dengan akuadem sampai tanda batas. Panjang gelombang maksimum diukur pada

daerah visibel 380-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang yang menghasilkan nilai absorbansi maksimum merupakan panjang gelombang maksimum. Larutan blanko yang digunakan adalah akuadem.

### **3.9 Penentuan pH Optimum**

Disiapkan 7 buah labu ukur 10 ml masing-masing diisi 0,5 ml larutan kerja rhodamin B dengan konsentrasi 100 ppm. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan larutan seng dan larutan tiosianat yang didapat pada percobaan 3.5 dan ditambah 1-2 ml larutan buffer asetat (pH 2-5) dan 1-2 ml larutan buffer fosfat (pH 6-8), kemudian ditambahkan akuadem sampai tanda batas. Larutan kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum yang didapat pada percobaan 3.8. Larutan yang memiliki absorbansi tertinggi merupakan pH optimum.

### **3.10 Pembuatan Kurva Standar Rhodamin B**

Disiapkan 15 labu ukur 10 ml yang masing-masing diisi dengan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 ml larutan kerja rhodamin B 100 ppm. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan larutan seng dan larutan tiosianat dengan konsentrasi optimum yang didapat pada percobaan 3.7 serta pH optimum yang didapat pada percobaan 3.9 dan diencerkan dengan akuadem sampai tanda batas. Sehingga diperoleh larutan standar rhodamin B dengan konsentrasi 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15 ppm. Kemudian

masing-masing larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang didapat pada percobaan 3.8.

### **3.11 Pembuatan Sensor Kimia Bentuk Stik**

#### **3.11.1 Preparasi sol gel**

Sebanyak 30 ml larutan seng 2 M dan 60 ml larutan tiosianat 2 M ditambah 3 ml akuades, kemudian 6,0 ml TEOS, dan 6,0 ml etanol 98%. Komposisi campuran ini distirer hingga homogen membentuk larutan yang agak kental (sol).

#### **3.11.2 Pembuatan stik sensor**

Disiapkan kertas saring Whatman kemudian dipotong ukuran 10 cm x 15 cm. *Sol* yang dihasilkan dari percobaan 3.11.1 dicetak pada kertas Whatman dengan metode plating (seperti sablon) untuk diperoleh sol-gel lapis tipis. Kemudian dibiarkan semalam untuk membentuk sol-gel yang kering. Kertas saring Whatman yang sudah mengandung reagen dipotong dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm dan ditempelkan menggunakan *double tip* pada kertas foto sebagai material pendukung sehingga dihasilkan sensor kimia bentuk stik seperti pH universal.

### **3.12 Pembuatan Deret Intensitas Warna Kompleks Zn-tiosianat-Rhodamin B dalam Bentuk Larutan**

Disiapkan 7 labu ukur 10 ml masing-masing diisi dengan larutan seng dan larutan tiosianat dengan konsentrasi optimum yang didapat dari percobaan 3.7 di tambahkan 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,4; ml larutan standar rhodamin B 100

ppm dan diencerkan dengan akuadem sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan rhodamin B dengan konsentrasi 2; 3; 4; 5; 6; 10; 14 ppm. Langkah ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Warna yang terbentuk difoto. Kemudian dibuat deret warnanya sesuai dengan urutan konsentrasi rhodamin B.

### **3.13 Pembuatan Deret Intensitas Warna Kompleks Zn-tiosianat-Rhodamin B dalam Bentuk Stik**

Sensor kimia bentuk stik yang telah dibuat melalui perlakuan 3.10 dicelupkan ke dalam larutan standar rhodamin B 2, 3, 4, 5, 6,10 dan 14 ppm. Langkah ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan 3 sensor stik berbeda. Warna yang terbentuk difoto. Kemudian dibuat deret warnanya sesuai dengan urutan konsentrasi rhodamin B.

### **3.14 Penentuan Parameter Validasi**

#### **3.14.1 Penentuan limit deteksi sensor kimia**

Limit deteksi (LOD) menyatakan besarnya kadar analit yang terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur atau dideteksi dengan baik. Penentuan LOD didasarkan dari data penentuan kurva standar kompleks Zn-tiosianat-rhodamin B (  $(RB)_2Zn(CNS)_2$  ).

Data yang didapat dicari nilai simpangan baku dengan persamaan

$$SB = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_i)^2}{n - 2}}$$

Keterangan SB : Simpangan baku

Y : Absorbansi dari hasil pengukuran masing-masing konsentrasi

Yi : Absorbansi dari perhitungan dengan memasukkan nilai X  
kepersamaan regresi

n : Jumlah data

LOD ditentukan dengan persamaan :

$$LOD = \frac{3 SB}{Slope}$$

### 3.14.2 Penentuan persen akurasi

Penentuan nilai ketepatan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Dalam penentuan akurasi diambil data rata-rata terukur pada konsentrasi terendah, tengah dan tertinggi yang digunakan dalam penentuan kurva standar dan dibandingkan dengan konsentrasi awal pada konsentrasi yang sama.

Perhitungan perolehan kembali dapat ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{\bar{x}}{\mu} \times 100\%$$

dimana :  $\bar{x}$  = Nilai (konsentrasi) rata-rata hasil pengukuran

$\mu$  = Nilai (konsentrasi) sebenarnya

### 3.14.3 Penentuan koefisien variasi (presisi)

presisi atau ketelitian menyatakan derajat kedapat ulangan (*reproductibility*) yaitu besarnya atau penyimpangan dari suatu atau setiap nilai

hasil pengukuran yang dilakukan berulang-ulang pada sampel yang sama. Presisi biasa diukur dalam simpangan baku atau simpangan baku relatif. Dalam penentuan presisi diambil data rata-rata terukur pada konsentrasi terendah, tengah dan tertinggi yang digunakan dalam penentuan kurva standar.

Nilai presisi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

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

Dan koefisien variasinya,

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

Dalam penentuan nilai presisi paling sedikit lima replica sampel yang diambil dari matrik yang homogen.

#### 3.14.4 Penentuan nilai linieritas

Linieritas dinyatakan dalam istilah variasi sekitar arah garis regresi dihitung berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil uji analit dalam sampel. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi  $r$  pada analisis regresi linier  $y = ax + b$ . kondisi ideal akan dicapai bila nilai  $b = 0$  dan  $r = +1$  atau  $-1$  bergantung pada arah garis. Parameter lain yang perlu diperhatikan adalah nilai simpangan baku residual ( $S_y$ ), persamaanya :

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_1 - \hat{y}_1)^2}{N-2}}$$

dimana :  $\hat{y}_1 = ax + b$

$$Sx_o = \frac{Sy}{b}$$

$Sx_o$  = standar deviasi dari fungsi

$$Vx_o = \frac{Sx_o}{x}$$

$Vx_o$  = koevisien variasi dari fungsi

### 3.14.5 Penentuan nilai sensitivitas

Nilai sensitivitas dapat diukur dari kemiringan (*slope*) kurva kalibrasi dalam rentang konsentrasi tertentu. Hal ini biasa disebut sensitivitas kalibrasi. Kurva kalibrasi yang didapat biasanya berupa garis linier dan memberikan bentuk persamaan :

$$S = mc + s_{bl}$$

dimana:  $S$  = Absorbansi dari masing-masing konsentrasi

$c$  = Nilai konsentrasi

$s_{bl}$  = Intersep

$m$  = *slope*

ketika proses preparasi sampel dilakukan dalam beberapa tahap, maka nilai factor efisiensi  $r$  perlu diperhatikan. Sehingga didapat persamaan

$$S = mrc + s_{rbl}$$

Dimana nilai sensitivitasnya adalah  $mr$ .



### **3.15 Preparasi Sampel Makanan**

#### **3.15.1 Penyiapan sampel klepon**

Penyiapan sampel klepon dilakukan dengan menambahkan sejumlah analit dengan kadar tertentu ke dalam sampel. Pembuatan dilakukan dengan menimbang 50 mg standar rhodamin B, 20 gram tepung ketan. Semua bahan dicampur dengan ditambahkan 30 ml akuadem hangat. Adonan dimasak dan ditimbang berat akhirnya.

#### **3.15.2 Pengukuran sampel**

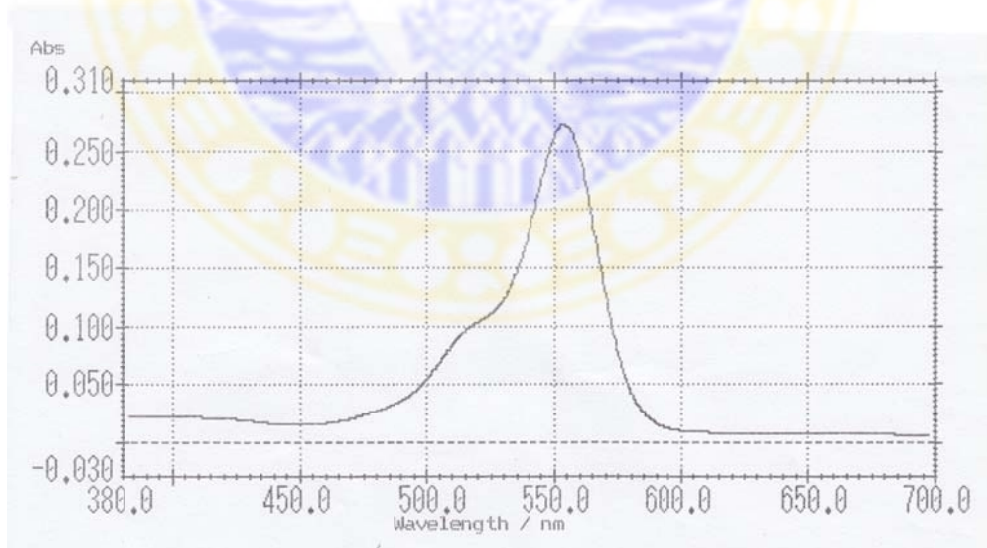
Sejumlah 2 gram makanan ditimbang dalam gelas kimia 100 ml, ditambahkan asam asetat encer 2,0 ml dan akuades 30 ml. Campuran disetirer dan dipanaskan dengan suhu sedang hingga larut sempurna. Kemudian larutan zat dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 ml. Larutan sampel yang telah dipreparasi kemudian dianalisis secara semikuantitatif dengan menggunakan stik sensor dan kemudian dikonfirmasi secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

Panjang gelombang maksimum adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal. Untuk menentukan serapan rhodamin B dilakukan dengan mengukur larutan Rhodamin B dalam akuadem pada konsentrasi 5 ppm. Panjang gelombang maksimum rhodamin B diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 380-700 nm. Spektra hasil pengukuran panjang gelombang maksimum rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 4.1



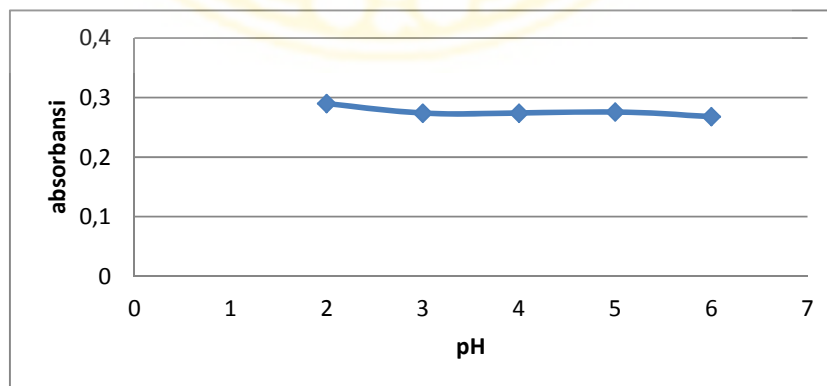
**Gambar 4.1** Spektra panjang gelombang maksimum rhodamin B pada pH netral

Hasil dari spektra pengukuran menunjukkan bahwa rhodamin B memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang 554 nm. Hasil panjang gelombang rhodamin B masih sama dengan yang terdapat dalam literatur yakni 554-557 nm (Farmakope Indonesia, 2009).

Tidak hanya pengukuran dalam pH netral yang dilakukan untuk mengukur panjang gelombang maksimum rhodamin B tetapi dilakukan juga pengukuran pada kondisi pH yang bervariasi, yaitu pH 2-6 (asam) karena absorbansi maksimum dari rhodamin B terjadi pada pH asam, terbukti dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dimana absorbansi maksimum dari rhodamin B terjadi pada pH 2 sehingga pH 2 merupakan pH optimum dari rhodamin B. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum pada masing-masing pH ditunjukkan pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Pengukuran  $\lambda_{\text{maks}}$  Rhodamin B pada kondisi pH asam

No.	Kondisi pH	$\lambda_{\text{maks}}$	Absorbansi
1	6	554,0	0,268
2	5	554,0	0,276
3	4	554,5	0,274
4	3	555,5	0,274
5	2	556,5	0,290



**Gambar 4.2** Grafik absorbansi maksimum rhodamin B pada masing-masing pH

Berdasarkan dari hasil pengamatan tidak terjadi perubahan warna secara signifikan untuk rhodamin B pada variasi kondisi pH meskipun panjang gelombang optimumnya bergeser. Pergeseran panjang gelombang dari rhodamin B tersebut dikarenakan delokalisasi elektron pada struktur rhodamin B. Delokalisasi elektron ini yang menyebabkan perubahan kesetimbangan energi, sehingga mengakibatkan terjadi pergeseran panjang gelombang (Mulja, 1995).

Rhodamin B memiliki keadaan konjugasi yang lebih stabil dalam suasana asam sehingga membuat struktur rhodamin B memiliki kesetimbangan energi lebih rendah. Sesuai hukum persamaan energi  $E=hc/\lambda$  dengan menurunnya kesetimbangan energi mengakibatkan panjang gelombang bergeser ke arah yang lebih panjang (Mulja, 1995).

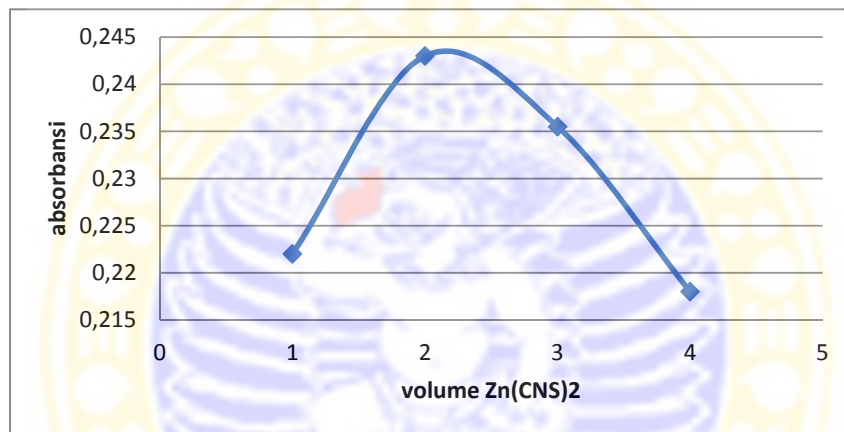
#### **4.2 Reagen Optimum**

Penentuan reagen optimum dilakukan dengan membuat variasi volume reagen larutan seng 2 M, larutan tiosianat 2 M dan rhodamin B 5 ppm dengan tujuan untuk memperoleh jumlah volume dari larutan seng dan larutan tiosianat yang bereaksi sempurna dengan rhodamin B. Untuk menentukan reagen optimum dilakukan dengan mencampurkan larutan seng 2 M (0,5 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml), larutan tiosianat 2 M (1 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml) dan rhodamin B 5 ppm. Kemudian untuk masing-masing variasi volume reagen diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 380-700 nm. Konsentrasi optimum reagen didapat dari variasi volume reagen yang

memberikan nilai absorbansi terbesar. Hasil pengukuran nilai absorbansi ditunjukkan dalam Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Penentuan reagen optimum  $Zn(CNS)_2$

No.	$ZnCl_2$ 2M (ml)	KCNS 2M (ml)	Absorbansi
1.	0,5	1	0,222
<b>2.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,243</b>
3.	2	4	0,2355
4.	3	6	0,218

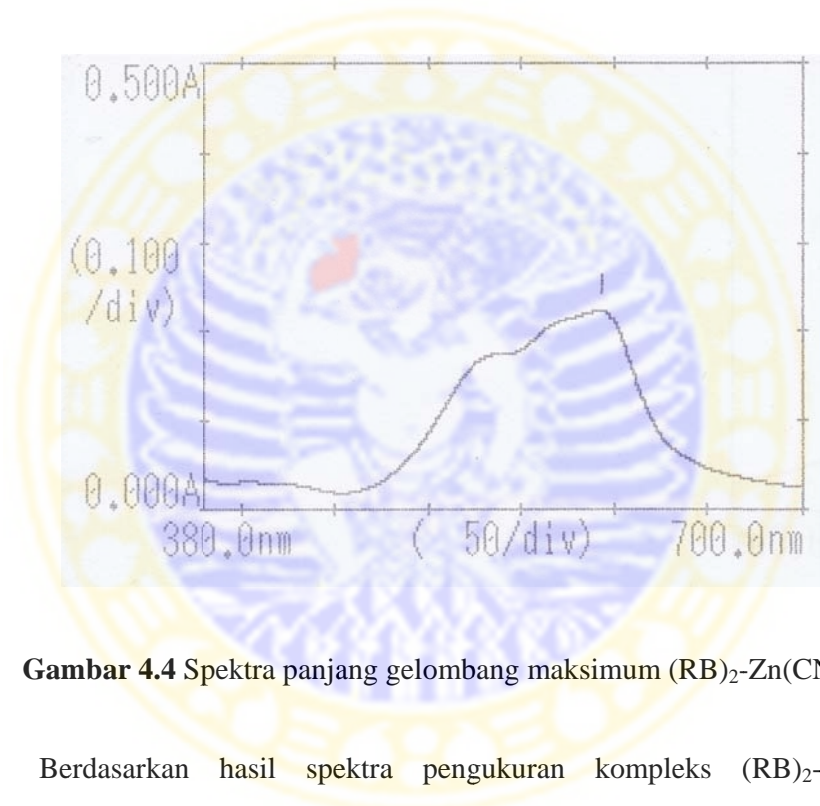


**Gambar 4.3** Grafik reagen optimum

Nilai absorbansi tertinggi diperoleh pada larutan  $Zn(CNS)_2$  dengan volume 1 ml untuk larutan seng 2 M, dan 2 ml untuk larutan tiosianat 2 M. Hasil tersebut dibandingkan juga dengan perhitungan secara stokiometri, di mana hasil perhitungan untuk perbandingan mol yang terbentuk antara  $ZnCl_2$  dengan KCNS adalah 2:4, hal ini diperkuat juga dengan perhitungan yang telah dilakukan oleh samad (1988) di mana perbandingan untuk molekul Zn dan molekul CNS adalah 1:4.

### 4.3 Panjang Gelombang Kompleks $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$

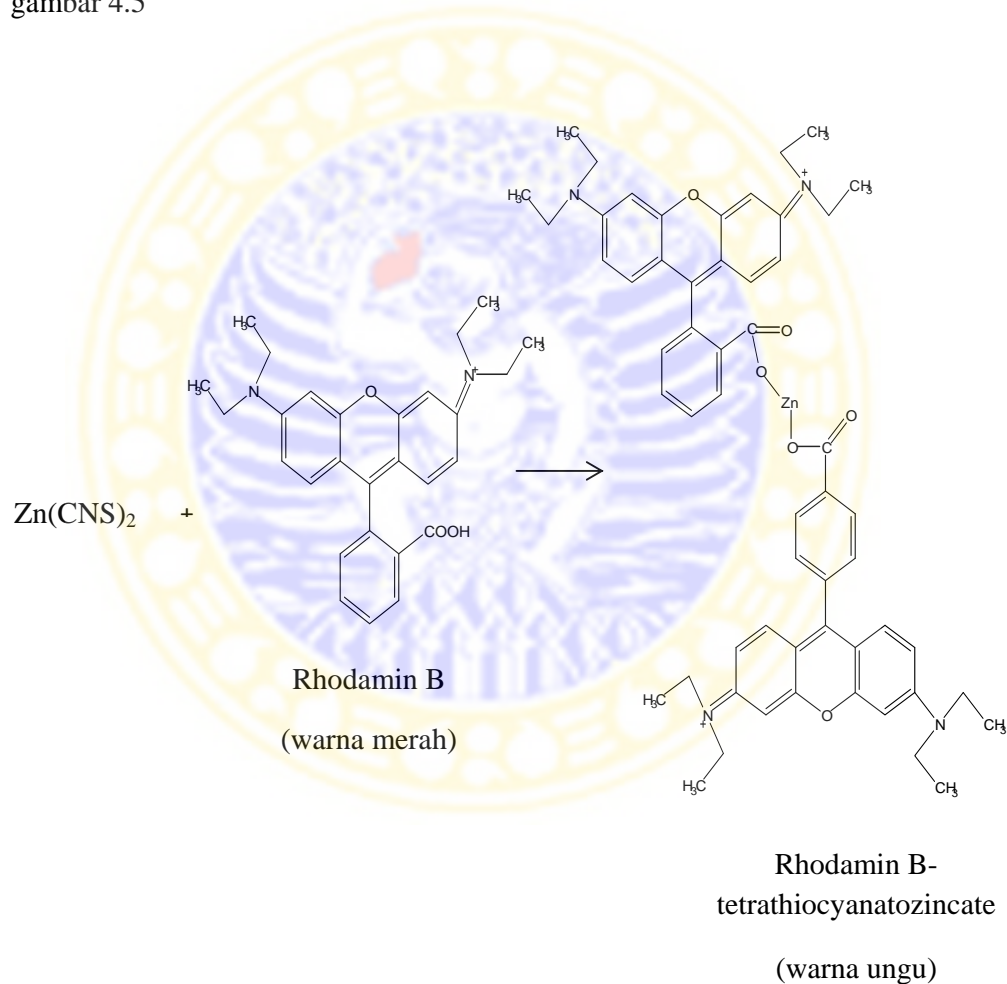
Kompleks  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  diukur panjang gelombangnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 380-700 nm. Hasil spektra kompleks  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  ditunjukkan oleh Gambar 4.4



**Gambar 4.4** Spektra panjang gelombang maksimum  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$

Berdasarkan hasil spektra pengukuran kompleks  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 592 nm. Hasil pengukuran ini berbeda dengan panjang gelombang untuk Rhodamin B sendiri, dimana panjang gelombang maksimum untuk kompleks  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pergeseran panjang gelombang di mana pergeseran gelombang tersebut menuju ke arah batokromik. Pergeseran batokromik disebabkan oleh pengaruh terikatnya gugus auksokrom oleh gugus kromofor. Hal

ini mengakibatkan pergeseran pita absorpsi menuju ke panjang gelombang yang lebih panjang dan disertai peningkatan intensitas atau efek hiperkromik (Mulja, 1995). Terbentuknya kompleks  $(RB)_2\text{-Zn}(\text{CNS})_4$  sendiri ditunjukkan dengan terjadinya pergeseran panjang gelombang dan terjadinya perubahan warna dari warna merah menjadi warna ungu. Persamaan reaksinya dapat dilihat pada gambar 4.5



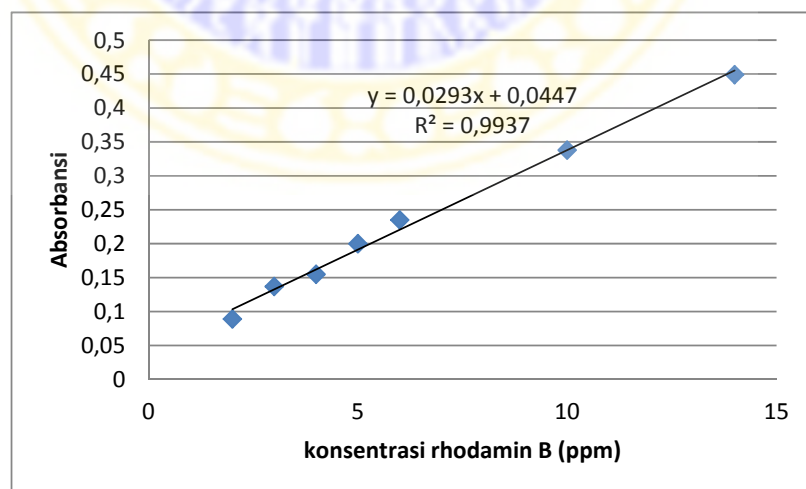
**Gambar 4.5** Dugaan reaksi  $\text{Zn}(\text{CNS})_2$  dengan rhodamin B (Puspitasari, 2011)

#### 4.4 Kurva Standar Rhodamin B

Pembuatan kurva standar  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  diukur pada panjang gelombang maksimum kompleks  $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$  yaitu 592 nm dengan metode spektrofotometri menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Konsentrasi rhodamin B yang digunakan bervariasi (2, 3, 4, 5, 6, 10 dan 14 ppm) dan direaksikan dengan reagen. Pengukuran yang dilakukan diulang sebanyak tiga kali dan diambil nilai rata-rata pada masing-masing variasi konsentrasi. Hasil pengukuran nilai absorbansi dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Tabel 4.3** Hasil pengukuran pada variasi konsentrasi rhodamin B

No.	Konsentrasi Rhodamin B (ppm)	Absorbansi
1	2	0,089
2	3	0,137
3	4	0,155
4	5	0,200
5	6	0,235
6	10	0,338
7	14	0,449



**Gambar 4.6** Kurva standar konsentrasi rhodamin B



Berdasarkan grafik didapatkan persamaan regresi  $Y = 0,0293 X + 0,0447$  dengan nilai koefisien korelasi  $r$  adalah 0,9937. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi rhodamin B maka absorbansi untuk kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$  juga meningkat.

#### **4.5 Pembuatan Sensor Kimia Bentuk Stik dengan Metode Sol Gel**

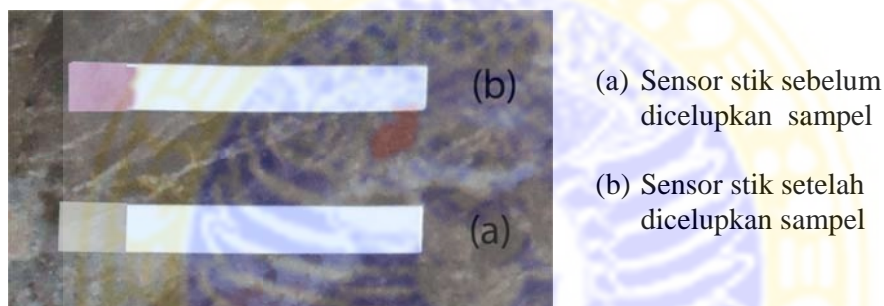
Pembuatan sensor kimia bentuk stik dengan metode sol gel ini dilakukan dengan mencampurkan TEOS, etanol, reagen, dan air. TEOS berfungsi sebagai prekursor dalam pembentukan polimerisasi gel, etanol berfungsi untuk melarutkan air dan TEOS, dan air berperan dalam reaksi hidrolisis. Semua bahan dicampur dan distirer selama 17 jam sampai terbentuk larutan kental yang homogen (sol).

Setelah terbentuk sol kemudian sol dilapiskan pada kertas Whatman. Proses pelapisan dilakukan secara searah (tidak bolak balik) dengan tujuan untuk mendapatkan ketebalan yang sama rata. Kemudian hasil pelapisan didiamkan semalam

Dalam pembuatan sol gel tersebut digunakan metode enkapsulasi reagen. Metode ini akan menyebabkan reagen akan terjebak pada pori-pori sol gel. Selama proses penguapan (pendiaman sol gel semalam) pelarut etanol dan air akan menguap dan menyebabkan pori-pori menyusut sehingga reagen akan teramobilisasi. Tetapi selama proses penguapan selama semalam tersebut dapat terjadi proses keretakan pada sol gel. Menurut Perry (1996) pada proses penguapan, produk selain polimer seperti air, alkohol dan katalisnya akan

menguap sehingga terjadi tegangan yang besar di antara *network* sol gel karena terjadi penyusutan pori-pori dan menyebabkan sol gel kadang mudah retak.

Pemilihan TEOS sebagai material pendukung karena TOES berfungsi untuk menjebak (amobilisasi) reagen di dalam *network*, meskipun terjebak di bagian dalam, namun di bagian permukaan terdapat rongga yang terbentuk akibat menguapnya etanol pada saat didiamkan semalam, dimana rongga ini yang nantinya digunakan sebagai media penetrasi analit dengan reagen.



**Gambar 4.7** Sensor kimia bentuk stik

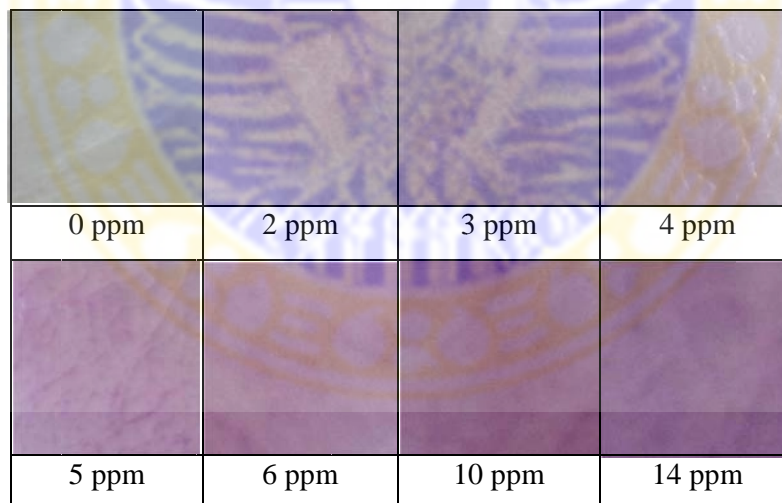
#### 4.6 Deret Intensitas Warna

Tujuan dari pembuatan deret intensitas warna adalah untuk mengetahui perbedaan tingkatan warna dari kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$ . Dasar dari pembuatan deret warna ini adalah perbedaan tingkatan warna dari rhodamin B pada variasi konsentrasi yang berbeda (2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 ppm) saat direaksikan dengan  $Zn(CNS)_2$  pada kondisi optimum. Hasil deret warna dalam bentuk larutan dapat dilihat pada Gambar 4.8



**Gambar 4.8** Deret intensitas warna kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$  dengan variasi konsentrasi rhodamin B dalam bentuk larutan

Dilakukan juga untuk pembuatan deret tingkatan warna pada sensor kimia bentuk stik dengan variasi konsentrasi rhodamin B (2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 ppm). Hasil dari deret warna pada sensor stik dapat dilihat pada Gambar 4.9



**Gambar 4.9** Deret intensitas warna kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$  dengan variasi konsentrasi rhodamin B dalam bentuk stik

Perbedaan warna yang dihasilkan antara deret intensitas warna kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$  dalam bentuk larutan dan dalam bentuk stik adalah karena proses

homogenasi, dimana selama proses pencampuran dan pembentukan sol gel dalam pembuatan sensor stik reagen tidak tercampur secara merata atau adanya reagen yang ikut menguap sehingga tidak bisa memberikan hasil yang diinginkan.

## **4.7 Validasi Metode**

### **4.7.1 Limit deteksi**

Limit deteksi merupakan konsentrasi terendah dari zat yang masih dapat ditentukan. Semakin kecil nilai limit deteksi suatu sensor kimia, maka semakin baik pula karakteristik sensor tersebut. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai batas deteksi sebesar 1,5563 ppm.

### **4.7.2 Akurasi**

Penentuan nilai akurasi berdasarkan nilai perolehan kembali (*Recovery*) yang menyatakan kedekatan nilai dari larutan dengan konsentrasi standar dengan konsentrasi yang sebenarnya. Dalam perhitungannya digunakan data konsentrasi rhodamin B terkecil (2 ppm), tengah (5 ppm) dan terbesar (14 ppm) pada kurva standar. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai persen *recovery* untuk konsentrasi 2 ppm sebesar 75,6%, untuk konsentrasi 5 ppm sebesar 106%, untuk konsentrasi 14 ppm sebesar 98,56%. Pada perhitungan persen akurasi masih terdapat Rentang kesalahan yang diijinkan yaitu sebesar 90-107% (Harmita, 2004). Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan memiliki nilai akurasi yang tinggi.

### 4.7.3 Presisi

Pada perhitungan presisi data diambil dari hasil perhitungan kurva standar dengan konsentrasi rhodamin B terkecil (2 ppm), tengah (5 ppm) dan terbesar (14 ppm). Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai koefisien variasi untuk konsentrasi 2 ppm sebesar 0,087%, untuk konsentrasi 5 ppm sebesar 0,053%, dan untuk konsentrasi 14 ppm sebesar 0,022%. Suatu metode dikatakan teliti apabila memberikan nilai koefisien variasi kurang dari 2% (Harmita, 2004).

Menurut Harmita (2004), dari penelitian dijumpai dalam perhitungan presisi, koefisien variasi meningkat dengan menurunnya kadar analit yang dianalisis. Sehingga dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan memiliki nilai presisi baik.

### 4.7.4 Linieritas

Nilai linieritas diperoleh dari harga  $R^2$  dari persamaan regresi linier kurva standar. Berdasarkan perhitungan dari data kurva standar diperoleh nilai linieritas  $r = 0,9937$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa kurva mendekati linier.

### 4.7.5 Sensitivitas

Sensitivitas merupakan kemampuan sensor dalam konsentrasi terkecil yang dapat membedakan suatu analit tertentu dengan senyawa lain yang terdapat dalam sampel. Nilai sensitivitas ditunjukkan dari kemiringan (*slope*) kurva standar. Berdasarkan persamaan regresi linier kurva standar diperoleh nilai slope sebesar 0,0447. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa dengan perubahan

konsentrasi sebesar 0,0447 L/mg, sensor bentuk stik masih dapat mendeteksi kadar rhodamin B.

## **4.8 Analisa Sampel**

### **4.8.1 Preparasi sampel**

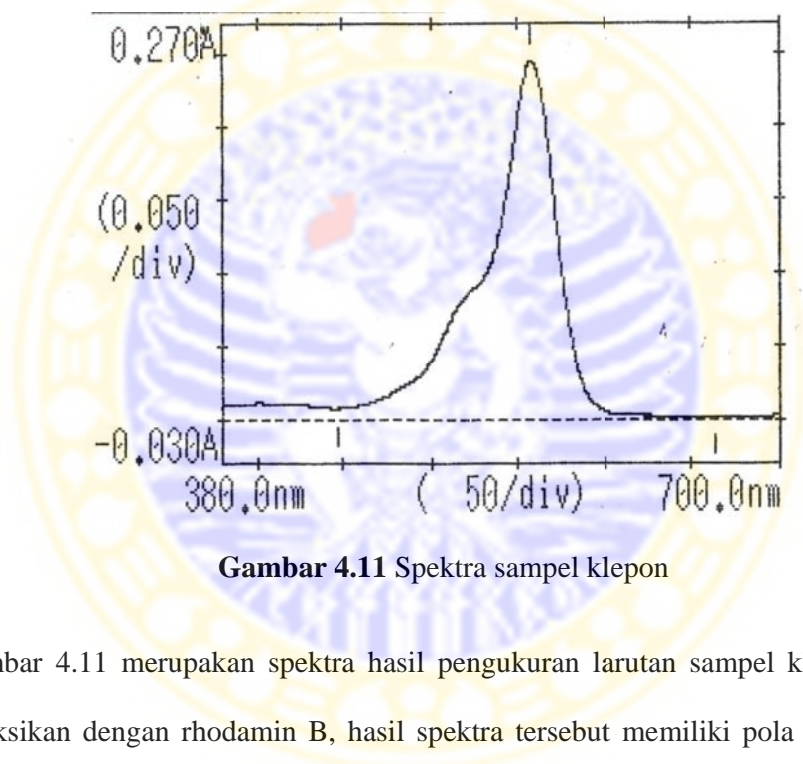
Pembuatan sampel klepon dengan cara menambahkan 50 mg pewarna rhodamin B ke dalam adonan, kemudian adonan dimasak. Di dapatkan 47 gram untuk berat akhir sampel. Dalam proses preparasi sampel klepon dipotong kecil-kecil dan dihaluskan dengan tujuan agar luas permukaan dari sampel bertambah sehingga zat warna yang terdapat di dalamnya lebih cepat larut. Kemudian sejumlah cuplikan sampel dilarutkan dalam air dan ditambahkan dengan larutan asam asetat. Asam asetat berfungsi untuk mempercepat pelarutan zat warna.



**Gambar 4.10** sampel klepon

#### 4.8.2 Pengukuran Sampel

Dalam Pengukuran sampel diukur pada panjang gelombang 380-700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Langkah awal dalam pengukuran sampel yaitu dengan mengukur spektra dari sampel dengan tujuan untuk mengetahui spektra dari sampel yang mengandung rhodamin B sebelum direaksikan dengan reagen. Hasil spektra sampel dapat dilihat pada Gambar 4.11

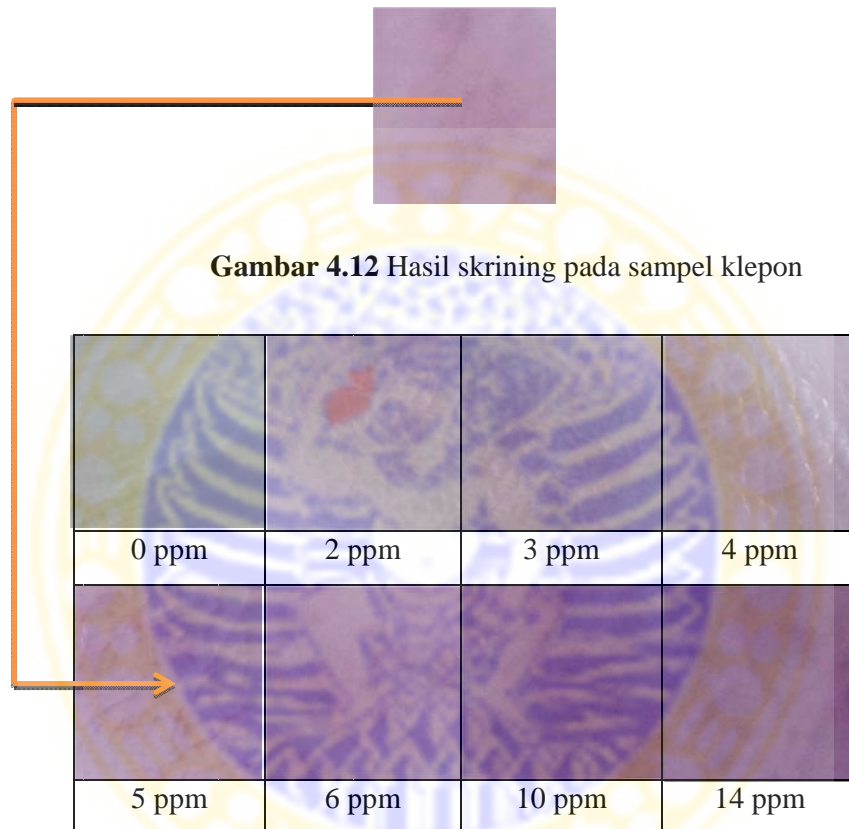


**Gambar 4.11** Spektra sampel klepon

Gambar 4.11 merupakan spektra hasil pengukuran larutan sampel klepon yang direaksikan dengan rhodamin B, hasil spektra tersebut memiliki pola yang mirip dengan spektra rhodamin B kontrol pada Gambar 4.1 dan memiliki serapan optimum yang masih termasuk dalam rentang panjang gelombang rhodamin B yaitu 557,5 nm.

Pengukuran berikutnya yang dilakukan adalah pengukuran secara semikuantitatif. Pengukuran ini dilakukan dengan mencelupkan sensor kimia bentuk stik ke dalam larutan sampel yang mengandung rhodamin B. Tujuan dari

dilakukannya pengukuran secara semikuantitatif ini adalah untuk melakukan pengecekan bahwa di dalam sampel terdapat rhodamin B. Perubahan warna stik sensor dapat dilihat pada Gambar 4.12



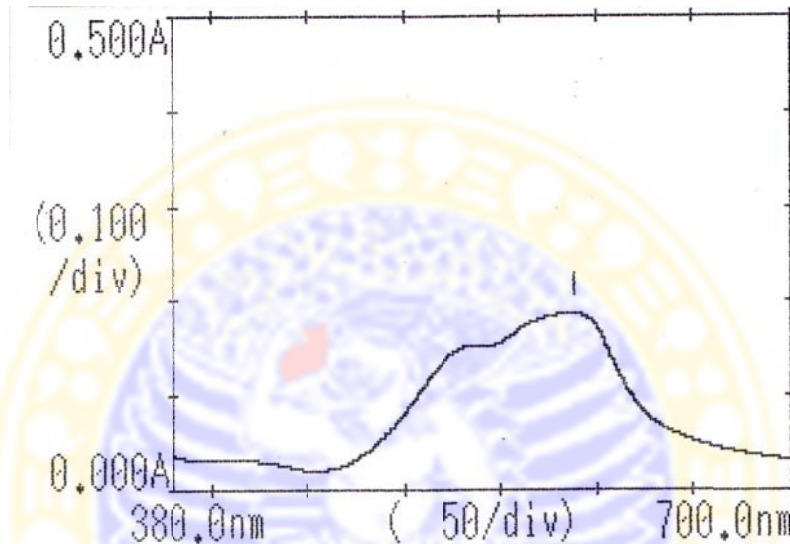
**Gambar 4.12** Hasil skrining pada sampel klepon

Deret intensitas warna kompleks  $(RB)_2-Zn(CNS)_4$  dengan variasi konsentrasi rhodamin B dalam bentuk stik

Dari hasil pengecekan ditunjukkan bahwa di dalam sampel terdeteksi rhodamin B yang sudah ditambahkan sebelumnya. Bukti positif dari hasil pengukuran tersebut adalah terbentuknya warna ungu pada permukaan sensor bentuk stik. Dari hasil pengecekan tersebut juga dapat ditentukan konsentrasi dari rhodamin B yang terdapat dalam sampel dengan cara membandingkan warna yang terbentuk dengan deret intensitas warna. Langkah terakhir untuk pengukuran



sampel adalah pengukuran secara kuantitatif. Pengukuran secara kuantitatif ini dilakukan dengan metode spektrofotometri diukur pada panjang gelombang 380-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektra hasil pengukuran antara sampel dengan reagen  $\text{Zn}(\text{CNS})_2$  dapat dilihat pada Gambar 4.13



**Gambar 4.13** Spektra  $(\text{RB})_2\text{-Zn}(\text{CNS})_4$  pada klepon

Gambar 4.13 merupakan hasil spektra kompleks  $(\text{RB})_2\text{-Zn}(\text{CNS})_4$  pada sampel dimana spektra tersebut terdapat kemiripan pola dengan spektra kompleks  $(\text{RB})_2\text{-Zn}(\text{CNS})_4$  pada gambar 4.4. Berdasarkan spektra tersebut dapat disimpulkan bahwa pada sampel klepon terbentuk kompleks  $(\text{RB})_2\text{-Zn}(\text{CNS})_4$ . Untuk perhitungan menentukan kadar rhodamin B pada sampel dilakukan dengan mensubstitusikan nilai absorbansi sampel ke dalam persamaan regresi pada kurva standar. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa kadar rhodamin B dalam sampel sebesar  $4,86 \pm 0,045$  mg/g. Hasil tersebut menunjukkan persen *recovery* dari pengukuran sampel yang diperoleh sebesar 97,2 %.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut

1.  $\text{Zn}(\text{CNS})_2$  dapat digunakan sebagai reagen sensor kimia yang sensitif dan spesifik untuk mendeteksi rhodamin B.
2. Diperoleh konsentrasi optimum reagen 1 ml untuk larutan seng 2 M dan 2 ml untuk larutan tiosianat 2 M dan pH optimum yang di dapat adalah pH 2.
3. Diperoleh nilai sensitivitas sebesar 0,0447 L/mg, dimana nilai tersebut diperoleh dari nilai *slope* dari kurva standar kalibrasi. Ketelitian (presisi) untuk konsentrasi 2 ppm sebesar 0,087%, 5 ppm sebesar 0,053% dan 14 ppm sebesar 0,022%. Persen *recovery* untuk konsentrasi 2 ppm sebesar 75,6%, 5 ppm sebesar 106%, dan 14 ppm sebesar 98,56%. Linieritas dinyatakan dengan koefisien korelasi larutan standar  $r = 0,9937$ . Batas deteksi dari hasil analisis rhodamin B adalah 1,55 ppm.

#### 5.2 Saran

Perlu dikembangkan alternatif reagen lain yang lebih mudah di dapat yang dapat memberikan hasil lebih spesifik jika direaksikan dengan rhodamin B dan bersifat tahan lama serta alternatif metode yang lebih mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1988, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 722/Menkes/Per/ix/88 Tentang Bahan Tambahan Makanan Menurut Tujuan Penggunaan*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta
- Anonimus, 1990, *Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No. 00386/C/Sk/Ii/90 Tentang Perubahan Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan No. 239/Menkes/Per/V/85 Tentang Zat Warna Tertentu Yang Dinyatakan Sebagai Bahan Berbahaya*, Departemen Kesehatan, Jakarta
- Anonimus, 2007, *Merck Katalog Bahan*, PT Merck Tbk : Jakarta
- Anonimus, 2009, [www.Pusdiknakes.co.id](http://www.Pusdiknakes.co.id). Diakses 6 November 2011
- Bowser, J.R., 1993, *Inorganic Chemistry*, Brooks/Cole Publishing Co., California
- BPOM, 2003, *Bahan Tambahan Pangan*, Direktorat SPKP, Deputi III, Jakarta
- Budavari, S., 2001, **The Merck Index An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals**, 13<sup>th</sup> Edition, Merck Research Laboratories Inc, New York
- Budianto, H., 2002, *Pengembangan Sensor Optik Praktis Untuk Pengukuran Ion Hg (II) Dalam Air Berbasis Pipa Kapiler*, Skripsi, Universitas Negeri Jember: Jember
- Cotton dan Wilkinson., 1989, *Kimia Anorganik Dasar*. Penerjemah Sahati Suharto. UI Press: Jakarta
- Day, J.B., dan Underwood. A.L., 1991, *Quantitatif Analysis*. 6<sup>th</sup> edition. Prentice Hall. New Jersey.
- Degerin, EDF, 1945, *Outline of Organic Nitrogen Compound*, Department of Chemistry Purdue Universitas and Collaborator, Michigan
- Farmakope Indonesia, 2009, Edisi keempat, Jakarta : Depkes RI
- Fessenden, J.R dan J.S., Fessenden, 1992, *Kimia Organik Jilid 2*, Edisi ketiga, Penerjemah Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Erlangga, Jakarta
- French, J. E., 1989, *Toxicology and Carcinogenesis Studies of Rhodamine B*, National Institute of Health, Dallas
- Fries, J dan H, Getros, 1977, *Organic Reagents for Trace Analysis*, Darmstadt

- Fritz, J.S dan George H.S., 1987, *Quantitative Analytical Chemistry*, Fift Edition, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey
- Harmita, 2004, **Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metoddedan Cara Perhitungannya**, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol 1, No. 3, Hal, 117-135, Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia
- Hastomo, A.E., 2008, *Analisis Rhodamin B Dan Metanil Yellow Dalam Jelly Di Pasar Kecamatan Jebres Kotamadya Surakarta Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis*, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Heslop, R.B. dan Robinson, P.L., 1960, *Inorganic Chemistry*, Elsevier Publishing Company, New York
- Khopkar, S.M., 2007, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Mudjajanto, E.S., 2007, **Tahu Makanan Favorit yang Keamanannya Perlu Diwaspadai**, Kompas (Jakarta), 30 September 2010
- Mukono, H.J., 2005, *Toksikologi Lingkungan*. Airlangga University Press, Surabaya
- Mulja, M., dan Suharman, 1995, *Analisis Instrumen*. Surabaya: Airlangga University Press
- Permenkes RI, 1976, **Produksi dan Peredaran Makanan**, Menteri Kesehatan Republik Indonesia
- Permenkes RI, 1985, **Zat Warna Tertentu Yang Dinyatakan Sebagai Bahan Berbahaya**, Menteri Kesehatan Republik Indonesia
- Perry, R.H. dan Green, D.W., 1996. *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*. 9<sup>th</sup>edition. Mc Graw Hill Book Company. Singapore
- Prahasto, W.S.T., 2009, *Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Bifenil dengan Penambahan Surfaktan Kationik Untuk Deteksi Merkuri Dalam Air*, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
- Prakash. S., 1980, *Advance Inorganic Chemistry*, S. ohand and Company Ltd., New Delhi
- Puspita, N.L., 1997, *BTP, Manfaat dan Resiko Penggunaannya*, Pelatihan pengendalian Mutu danKeamanan Pangan Bagi Staf Pengajar, Bogor

- Puspitasari, Z.I., 2011, *Pembuatan Tes Kit dari Pereaksi Tetrathiocyanatozincate Untuk Deteksi Rhodamin B dalam Minuman Secara Spot Test*, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
- Ringbom, A., 1963, *Complexation in Analytical Chemistry Interscience publ., a division of john willey and sons.*, New York
- Samad, M.Y., 1988, **penetapan Zn secara spektrofotometri melalui pembentukan kompleks rhodamin B tetracyanatozincate (II)**, Tesis, fakultas pasca sarjana Institut Teknologi, Bandung
- Sandell, E.B dan Ramette., 1976, *J. Am ChemSoc*, 78 4872
- Setyawati, H., 2007, *Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Koordinasi Inti Ganda Besi(III)-fenantrolin Menggunakan Ligan Jembatan CNS*, Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya
- Siswati, P., dan Slamet, J.S., 2000, **Uji Toksisitas Zat Warna Makanan Rhodamin Terhadap Jaringan Hati Mencit (Mus musculus) Galur Australia**, *Jurnal Toksikologi Indonesia*, Volume 1 Nomor 3 halaman 18 – 27, Desember 2000.
- Sukardjo, 1985, *Kimia Anorganik*, Cetakan I, BinaAksara, Jakarta
- Susilo, N . R., 2010, *Analisis Rhodamin B Secara Voltmmetri dengan Elektroda Glassi Karbon*, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
- Svehla, G., 1990, *Vogel Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Edisikelima, Penerjemah L, Setiono dan Hadyana Pudjaatmaka, PT Kalma Media Pustaka, Jakarta
- Trestiaty. M., 2003, *Analisis Rhodamin B pada Makanan dan Minuman Jajanan Anak SD (Studi Kasus :Sekolah Dasar di Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung)*, Tesis, Departmen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
- Winamo, F.G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Wirasto, 2008, *Analisis Rhodamin B dan Metanil Yellow dalam Minuman Jajanan Anak SD di Kecamatan Lawean Kotamadya Surakarta dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis*, Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Yuliarti, N., 2007, *Awas! Bahaya dibalik lezatnya makanan*, CV Andi offset, Yogyakarta



**LAMPIRAN****1. PEMBUATAN LARUTAN**

- a. Larutan induk rhodamin B 1000 ppm

$$ppm = \frac{mg}{L}$$

$$1000 ppm = \frac{500 mg}{0,5 L}$$

- b. Larutan kerja rhodamin B 100 ppm

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

$$1000 ppm \times V_1 = 100 ppm \times 100 ml$$

$$V_1 = 10 ml$$

- c. Larutan kerja seng 2 M

$$M = \frac{n}{V}$$

$$n = \frac{m}{Mr}$$

$$2M = \frac{n}{0,1 L}$$

$$n = 0,2$$

$$0,2 = \frac{m}{136,39}$$

$$m = 27,278 \text{ gram}$$

d. Larutan kerja tiosianat 2 M

$$M = \frac{n}{V}$$

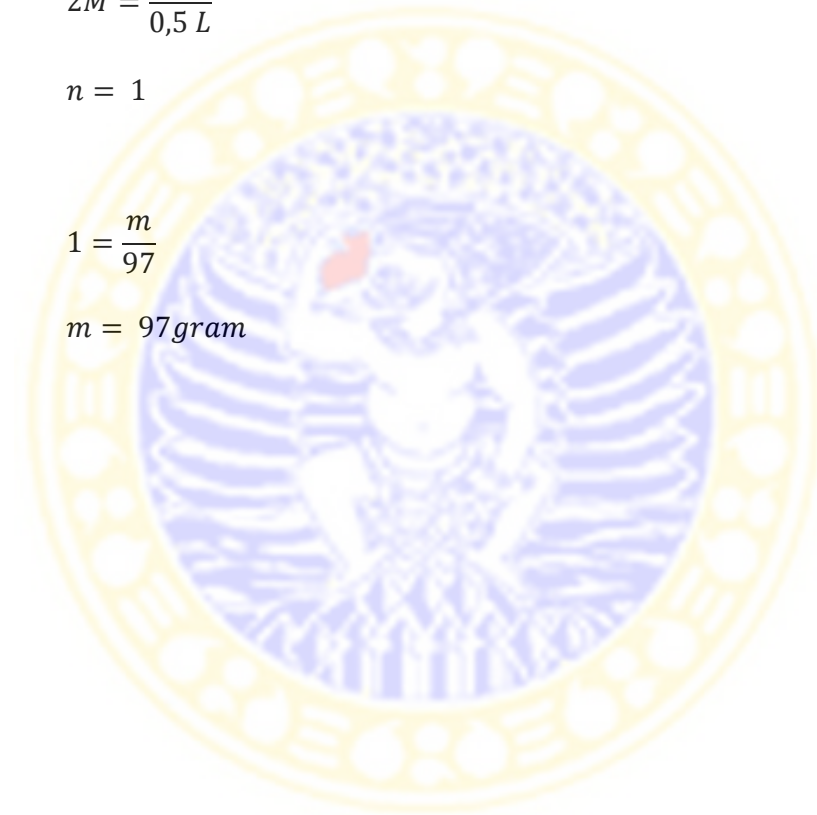
$$n = \frac{m}{Mr}$$

$$2M = \frac{n}{0,5 L}$$

$$n = 1$$

$$1 = \frac{m}{97}$$

$$m = 97 \text{ gram}$$





## 2. PEMBUATAN BUFFER pH

### a. Buffer pH 2

$$\log \frac{[Garam]}{[Asam]} + pKa = pH$$

$$\log \frac{[x]}{[10 - x]} + 4,76 = 2$$

$$\log \frac{x}{10 - x} = (-2,76) \Leftrightarrow x = 0,0173 \text{ mL (Volume CH}_3\text{COONa)}$$

$$\text{Volume CH}_3\text{COOH} = (10 - x) = 10 - 0,1708 = 9,9827 \text{ mL}$$

### b. Buffer pH 3

$$\log \frac{[Garam]}{[Asam]} + pKa = pH$$

$$\log \frac{[x]}{[10 - x]} + 4,76 = 3$$

$$\log \frac{x}{10 - x} = (-1,76) \Leftrightarrow x = 0,1708 \text{ mL (Volume CH}_3\text{COONa)}$$

$$\text{Volume CH}_3\text{COOH} = (10 - x) = 10 - 0,1708 = 9,8292 \text{ mL}$$

### c. Buffer pH 4

$$\log \frac{[Garam]}{[Asam]} + pKa = pH$$

$$\log \frac{[x]}{[10 - x]} + 4,76 = 4$$

$$\log \frac{x}{10 - x} = (-0,76) \Leftrightarrow x = 1,4805 \text{ mL (Volume CH}_3\text{COONa)}$$

$$\text{Volume CH}_3\text{COOH} = (10 - x) = 10 - 1,4805 = 8,5195 \text{ mL}$$

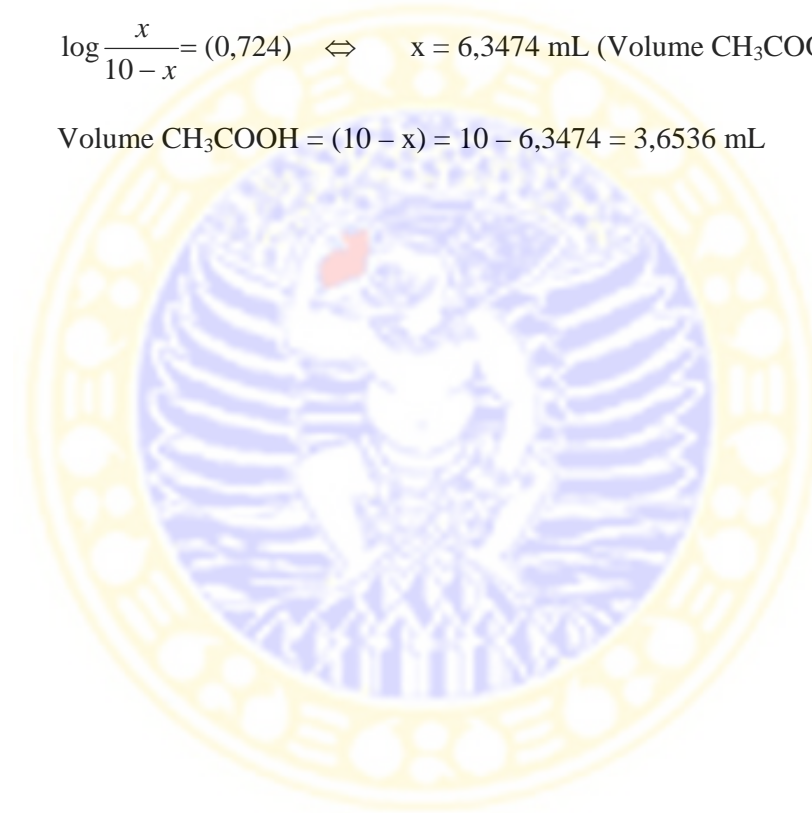
d. Buffer pH 5

$$\log \frac{[\text{Garam}]}{[\text{Asam}]} + pK_a = pH$$

$$\log \frac{[x]}{[10 - x]} + 4,76 = 5$$

$$\log \frac{x}{10 - x} = (0,724) \Leftrightarrow x = 6,3474 \text{ mL (Volume CH}_3\text{COONa)}$$

$$\text{Volume CH}_3\text{COOH} = (10 - x) = 10 - 6,3474 = 3,6536 \text{ mL}$$



### 3. PERHITUNGAN METODE VALIDASI

#### a. Limit Deteksi

No	Konsentrasi (X)	Absorbansi (Y)	Yi	Y-Yi	(Y-Yi) <sup>2</sup>
1	1	0,046	0,074	-0,028	0,000784
2	2	0,089	0,1033	-0,0143	0,00020449
3	3	0,137	0,1326	0,0044	1,936E-05
4	4	0,155	0,1619	-0,0069	4,761E-05
5	5	0,2	0,1912	0,0088	0,00007744
6	6	0,235	0,2205	0,0145	0,00021025
7	7	0,263	0,2498	0,0132	0,00017424
8	8	0,304	0,2791	0,0249	0,00062001
9	9	0,307	0,3084	-0,0014	1,96E-06
10	10	0,338	0,3377	0,0003	9E-08
11	11	0,367	0,367	0	0
12	12	0,386	0,3963	-0,0103	0,00010609
13	13	0,417	0,4256	-0,0086	7,396E-05
14	14	0,449	0,4549	-0,0059	3,481E-05
15	15	0,459	0,4842	-0,0252	0,00063504
N=15	120	4,152	4,1865	-0,0345	0,00298935

$$SB = \sqrt{\frac{\sum (Y-Yi)^2}{n-2}}$$

$$SB = \sqrt{\frac{0,00298935}{13}}$$

$$SB = 0,0152$$

$$LOD = \frac{3 SB}{Slope} = 1,552 \text{ ppm}$$

**b. Persen Akurasi**

No	Konsentrasi ( $\mu$ )	Rata-Rata Absorbansi	Konsentrasi Terukur Rata-rata ( $\bar{x}$ )	% Recoveri (R)
1	2	0,089	1,512	75,6
2	5	0,2	5,3003	106
3	14	0,449	13,7986	98,56

Persamaan

$$R = \frac{\bar{x}}{\mu} \times 100\%$$

**c. Presisi****1. Untuk 2 ppm**

No	x	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,091	0,089	0,002	0,000004
2	0,088	0,089	-0,001	0,000001
3	0,088	0,089	-0,001	0,000001
n=3				0,000006

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad SB = \sqrt{\frac{0,000006}{2}}$$

$$SB = 0,0017$$

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

$$KV = \frac{0,0017}{2} \times 100\%$$

$$KV = 0,087\%$$

## 2. Untuk 5 ppm

No	x	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,203		0,003	0,000009
2	0,199	0,200	-0,001	0,000001
3	0,198		-0,002	0,000004
n=3				0,000014

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad SB = \sqrt{\frac{0,000014}{2}}$$

$$SB = 0,0027$$

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

$$KV = \frac{0,0027}{5} \times 100\%$$

$$KV = 0,053\%$$

## 3. Untuk 14 ppm

4. No	x	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,452		0,003	0,000009
2	0,449	0,449	0	0
3	0,446		-0,003	0,000009
n=3				0,000018

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad SB = \sqrt{\frac{0,000018}{2}}$$

$$SB = 0,003$$

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

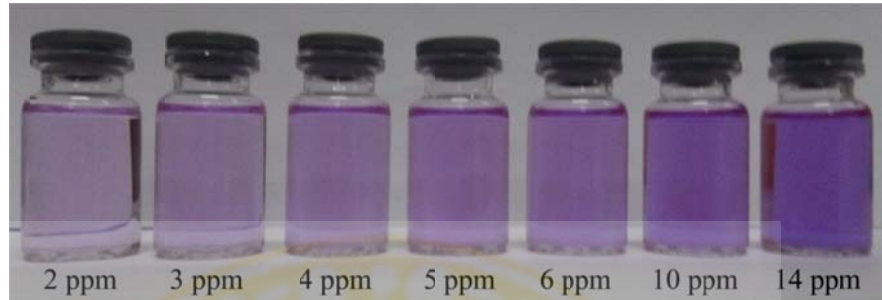
$$KV = \frac{0,003}{14} \times 100\%$$

$$KV = 0,022\%$$

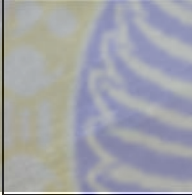
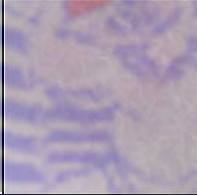
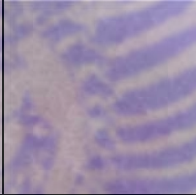
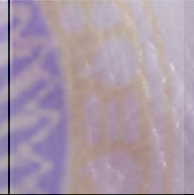
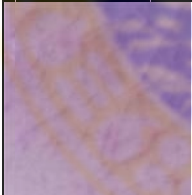
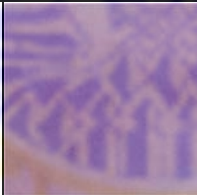
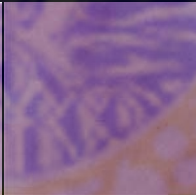



#### 4. DERET INTENSITAS WARNA

a. Bentuk larutan



b. Bentuk stik

			
0 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm
			
5 ppm	6 ppm	10 ppm	14 ppm